

**Редакционный совет**

**Председатель** – доктор химических наук, профессор, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники **Ивахнюк Григорий Константинович**, заведующий кафедрой инженерной защиты окружающей среды Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета).

**Заместитель председателя** – доктор технических наук, доцент **Зыбина Ольга Александровна**, заместитель начальника университета по научной работе.

**Заместитель председателя** (ответственный за выпуск журнала) – кандидат технических наук, доцент **Матвеев Александр Владимирович**, заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий.

**Члены редакционного совета:**

доктор технических наук, профессор **Минкин Денис Юрьевич**, директор Санкт-Петербургского ГУП «Горэлектротранс»;

доктор технических наук, профессор **Шарапов Сергей Владимирович**, директор Санкт-Петербургского Пожарно-спасательного колледжа;

кандидат юридических наук, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Грешных Антонина Адольфовна**, декан факультета подготовки кадров высшей квалификации Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Поляков Александр Степанович**, профессор кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор, почетный работник науки и техники **Барбин Николай Михайлович**, ведущий научный сотрудник Уральского института ГПС МЧС России, директор Научно-исследовательского института физико-химических проблем и техносферной безопасности Государственного аграрного университета;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат Государственной премии Российской Федерации и премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники **Потапов Анатолий Иванович**, заведующий кафедрой «Приборы контроля и систем экологической безопасности» Северо-Западного государственного заочного технического университета;

кандидат физико-математических наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Сильников Михаил Владимирович**, профессор кафедры переподготовки и повышения квалификации специалистов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат педагогических наук, доцент **Клюй Валерий Владимирович**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

**Секретарь совета:**

майор внутренней службы **Домничева Анастасия Вячеславовна**, старший редактор отделения предпечатной подготовки редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

## **Редакционная коллегия**

**Председатель** – кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Онов Виталий Александрович**, начальник центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

**Заместитель председателя** – майор внутренней службы **Дмитриева Ирина Владимировна**, начальник редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

**Члены редакционной коллегии:**

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Щербаков Олег Вячеславович**, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Таранцев Александр Алексеевич**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ;

кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Антюхов Валерий Иванович**, профессор кафедры системного анализа и антикризисного управления;

кандидат технических наук, доцент **Романов Николай Николаевич**, доцент кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности;

кандидат технических наук, доцент **Матвеев Александр Владимирович**, заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий;

кандидат технических наук, доцент **Виноградов Владимир Николаевич**, инженер отдела планирования, организации и координации научных исследований центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

**Секретарь коллегии:**

майор внутренней службы **Болотова Полина Александровна**, редактор редакционного отделения редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.



## СОДЕРЖАНИЕ

### **МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ**

**Остудин Н.В., Аполинов А.А., Козлов А.Н.** Комплексный анализ рисков возникновения природных пожаров как эффективный инструмент прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций в рамках антикризисного управления..... 4

**Максимова К.Л., Иванов Ю.А.** Применение системы автоматического распознавания лиц в России и зарубежных странах..... 11

### **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Иванов В.Е.** Разработка инженерно-технических решений для оперативного восстановления пожарных рукавов после ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.....20

### **ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

**Черанёва И.С., Васильев М.А.** Разработка рекомендаций по повышению разборчивости передаваемой речевой информации во время пожара..... 29

**Ананенко М.О.** ВМ-технологии в системе управления охраной труда на строительном производстве..... 39

**Вострых А.В.** Когнитивная модель описания пользователей информационных систем, используемых в МЧС России..... 47

**Иванов А.В., Новиков В.Р.** Организация оповещения и информационного взаимодействия при реагировании на чрезвычайные ситуации в Архангельской области..... 58

**Meysam Karamipour, Seyed Javad Mortazavi Amiri.** Presenting an innovative model for Kanban circulation system in industrial factories (case study: Iran Khodro company)..... 69

**Информационная справка**..... 77

**Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)**..... 81

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение  
либо иное использование материалов, опубликованных в журнале  
«Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)»,  
без письменного разрешения редакции не допускается

**ББК Ц.9.3.2**

**УДК 504+614.8(051.2)**

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149. Редакция журнала «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)»; тел. (812) 645-20-35. E-mail: redakziaotdel@yandex.ru. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

**ISSN 2307-7476**

© Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022

# МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

УДК 004.413.4

## КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РАМКАХ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ

✉ **Никита Вадимович Остудин;**

**Андрей Алексеевич Аполинаров.**

**Главное управление «Национальный центр управления в кризисных ситуациях  
МЧС России», Москва, Россия.**

**Алексей Николаевич Козлов.**

**27 пожарно-спасательная часть 1 пожарно-спасательного отряда федеральной  
противопожарной службы МЧС России по Новосибирской области, г. Новосибирск, Россия**

✉ [ostudin92@mail.ru](mailto:ostudin92@mail.ru)

*Аннотация.* В статье раскрыты основные вопросы, связанные с базовыми принципами антикризисного управления. Эффективность осуществления мероприятий по мониторингу и прогнозированию ЧС напрямую влияет на вопросы организационного управления и способствует всестороннему совершенствованию системы антикризисного управления. При этом важное место в общей системе мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций занимает процесс анализа рисков возникновения чрезвычайных ситуаций. Вероятностный подход при анализе рисков позволяет оптимизировать процессы рационального распределения сил и средств как в режиме повседневной деятельности, так и в режиме чрезвычайной ситуации. Статья посвящена освещению проблематики, обозначению понятийного аппарата анализа рисков и раскрытию основных причин возникновения пожаров. Раскрыта концепция риск-ориентированного подхода. Предложена постановка задачи по управлению рисками возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера.

*Ключевые слова:* анализ рисков, системный анализ, прогнозирование и предупреждение, комплексный анализ

**Для цитирования:** Остудин Н.В., Аполинаров А.А., Козлов А.Н. Комплексный анализ рисков возникновения природных пожаров как эффективный инструмент прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций в рамках антикризисного управления // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 4–10.

## COMPREHENSIVE RISK ANALYSIS OF WILDFIRES AS AN EFFECTIVE TOOL FOR PREDICTING AND PREVENTING EMERGENCIES IN THE FRAMEWORK OF CRISIS MANAGEMENT

✉ **Nikita V. Ostudin;**

**Andrey A. Apolinarov.**

**Main directorate «National crisis management center of EMERCOM of Russia», Moscow, Russia.**

**Alexey N. Kozlov.**

**27 fire and rescue unit 1 of the fire and rescue squad of the federal fire service of EMERCOM  
of Russia in the Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia**

✉ [ostudin92@mail.ru](mailto:ostudin92@mail.ru)

*Abstract.* The article reveals the main issues related to the basic principles of crisis management. The effectiveness of the implementation of measures for monitoring and forecasting emergencies directly affects the issues of organizational management and contribute to the comprehensive improvement of the anti-crisis management system. At the same time, an important place in the general system

of monitoring and forecasting of emergencies is occupied by the process of analyzing the risks of emergency situations. The probabilistic approach to risk analysis makes it possible to optimize the processes of rational distribution of forces and means both in the mode of daily activity and in the emergency mode. The article is devoted to highlighting the problems and designating the conceptual apparatus of risk analysis and revealing the main causes of fires. The concept of a risk-based approach is disclosed. The formulation of the task of managing the risks of emergency situations of various types is proposed.

*Keywords:* risk analysis, system analysis, forecasting and prevention, complex analysis

**For citation:** Ostudin N.V., Apolinarov A.A., Kozlov A.N. Comprehensive risk analysis of wildfires as an effective tool for predicting and preventing emergencies in the framework of crisis management // *Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects)*. 2022. № 2 (42). P. 4–10.

В условиях развития современных цифровых технологий ключевыми аспектами по-прежнему остаются вопросы, связанные с моделированием и проектированием сложных организационно-технических систем. При этом в основу ложится математический аппарат, способствующий повышению эффективности создания этих систем еще на этапе проектирования. Базовыми понятиями в вопросах успешной ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера являются вопросы, связанные с мониторингом, прогнозированием и предупреждением ЧС. Эффективное прогнозирование ЧС невозможно без использования риск-ориентированного подхода. Довольно сложно решать задачи, связанные с прогнозированием на территории всей Российской Федерации. В связи с этим научные результаты в области анализа рисков возникновения ЧС ложатся в основу развития существующей системы антикризисного управления [1, 2].

В данной статье будут проанализированы основные понятия, принципы и подходы, связанные с рисками возникновения ЧС, в том числе и пожарными рисками. В связи с этим целесообразно начать с понятийного аппарата, связанного с понятием «риска».

Пожарная опасность – опасность возникновения и развития неуправляемого процесса горения (пожара), способствующего причинению вреда обществу и окружающей среде.

Пожарный риск – количественная мера вероятности реализации пожарной опасности [3].

В Федеральном законе Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4] в ст. 2 дано следующее определение:

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей.

Пожарная безопасность – состояние объекта противопожарной защиты, при котором сумма всех пожарных рисков не превышает их допустимых уровней» [3].

У каждой опасности существует много рисков, характеризующих отдельные аспекты этой опасности. Точно также существует множество пожарных рисков.

К основным пожарным рискам Н.Н. Брушлинский [5–7] относит следующие:

1) риск  $R_1$  для человека – столкнуться с пожаром (его опасными факторами) за единицу времени.

В настоящее время удобно этот риск измерять в единицах:

$$R_1 = \left[ \frac{\text{пожар}}{10^3 \text{ чел.} \cdot \text{год}} \right];$$

2) риск  $R_2$  для человека – погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой). Здесь единица измерения имеет вид:

$$R_2 = \left[ \frac{\text{жертва}}{10^2 \text{ пожаров}} \right];$$

3) риск  $R_3$  для человека – погибнуть от пожара, за год:

$$R_3 = \left[ \frac{\text{жертва}}{10^5 \text{ чел.} \cdot \text{год}} \right];$$

Очевидно, что эти риски связаны соотношением:

$$R_3 = R_1 \cdot R_2$$

Риски  $R_2$  и  $R_3$  характеризуют последствия реализации риска  $R_1$ , который представляет собой возможность реализации пожарной опасности [8].

Для рисков, соответствующих материальному ущербу, выделяют:

1) риск ( $R_4$ ) уничтожения строений в результате пожара:

$$R_4 = \left[ \frac{\text{уничт. строения}}{\text{пожар}} \right];$$

2) риск ( $R_5$ ) прямого материального ущерба от пожара:

$$R_5 = \left[ \frac{\text{денежная единица}}{\text{пожар}} \right].$$

Основные принципы системного анализа и синтеза, общей теории систем могут позволить детализировать основные понятия и принципы, связанные с рисками.

Пожарные риски представляют собой совокупность субъективных показателей анализа пожарной опасности и оценки возможных последствий пожара.

Соответственно, оценка предполагает изучение частотных характеристик возникновения пожара, а также сопутствующих параметров его последствий.

Основные методы, которые применяются при анализе рисков, – это стохастические, вероятностно-статистические, методы системного анализа и синтеза.

Все пожары принято разделять по источникам их возникновения. Выделяют природные, техногенные и социальные пожары (рис. 1). Природные пожары, как правило, предполагают причину возникновения, связанную с совокупностью наступления различных погодных явлений (влияние солнца, повышение температуры, появление сухой травы и др.) [9, 10].

К техногенным пожарам относят различного рода неисправности, связанные с нарушением правил эксплуатации электрооборудования, газового оборудования.

К социальным пожарам, как правило, относят факторы, связанные с деятельностью человека, – неосторожное обращение с огнём, детская шалость, нарушение правил пожарной безопасности.

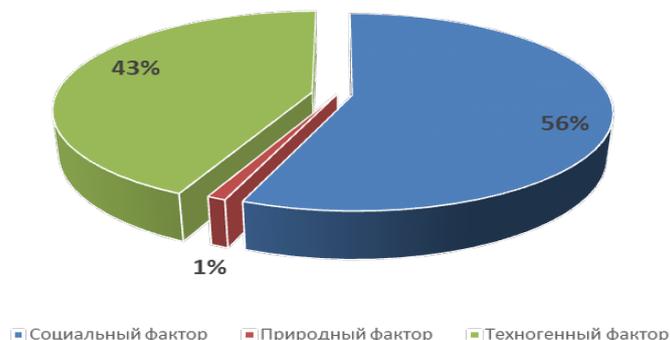


Рис. 1. Распределение возникновения пожаров по факторам

Среди техногенных пожаров также большую роль играет так называемый «человеческий фактор», связанный с нарушением правил пожарной безопасности при проведении сварочных работ, разведении костра и т.д.

Распределение количества погибших людей по факторам пожаров представлено на рис. 2.

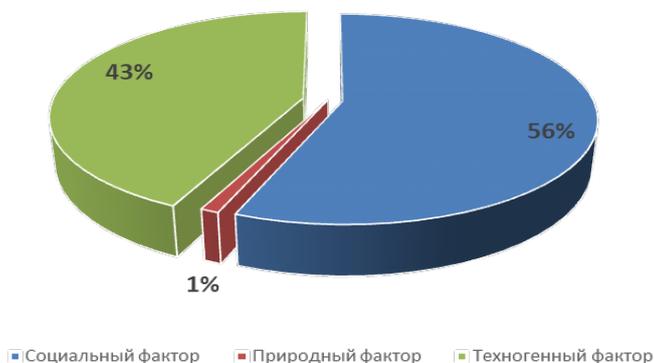


Рис. 2. Распределение количества погибших людей по факторам пожаров

Распределение материального ущерба по факторам пожаров представлено на рис. 3.

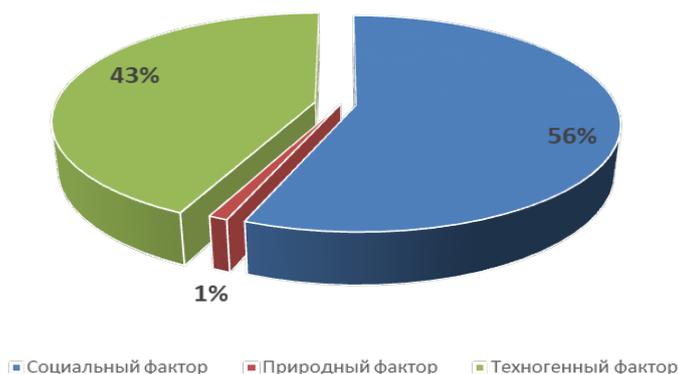


Рис. 3. Распределение материального ущерба по факторам пожаров

Что касается процесса управления пожарными рисками, то он сводится к определению значения функции нескольких переменных.

$$R = \varphi(S, T, N),$$

где  $S$  – социальные факторы и причины пожаров;  $T$  – техногенные факторы и причины пожаров;  $N$  – природные факторы и причины пожаров.

Управление пожарными рисками предполагает, что, воздействуя на указанные показатели, необходимо оптимизировать значения рисков до приемлемых.

Эффективность управления рисками сводится к оценке зависимости пожарных рисков от времени.

Риск как функция нескольких переменных и его зависимость от времени представлен на рис. 4.

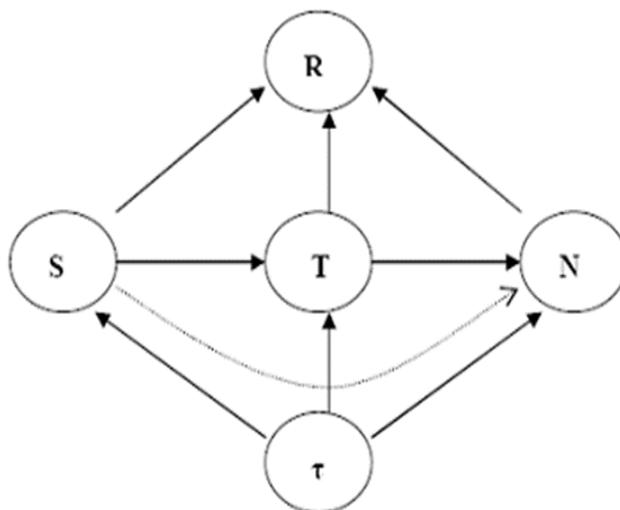


Рис. 4. Риск как функция нескольких переменных:  
*R* – пожарный риск; *S* – социальные факторы; *T* – техногенные факторы;  
*N* – природные факторы;  $\tau$  – время

По существу, все известные меры, способы и методы обеспечения пожарной безопасности сводятся к управлению пожарными рисками.

Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы (рис. 5):

- наибольший процент пожаров приходится на жилые здания;
- самое большое влияние на возникновение пожаров оказывают техногенные факторы;

- обеспечение пожарной безопасности сводится к управлению пожарными рисками;
- существует множество методик определения индивидуального пожарного риска.

Необходимо:

- повышать методы и средства управления рисками;
- обобщать существующие методы в интегральные критерии;
- осуществлять моделирование, алгоритмизацию и программную реализацию процессов установления значений пожарного риска.

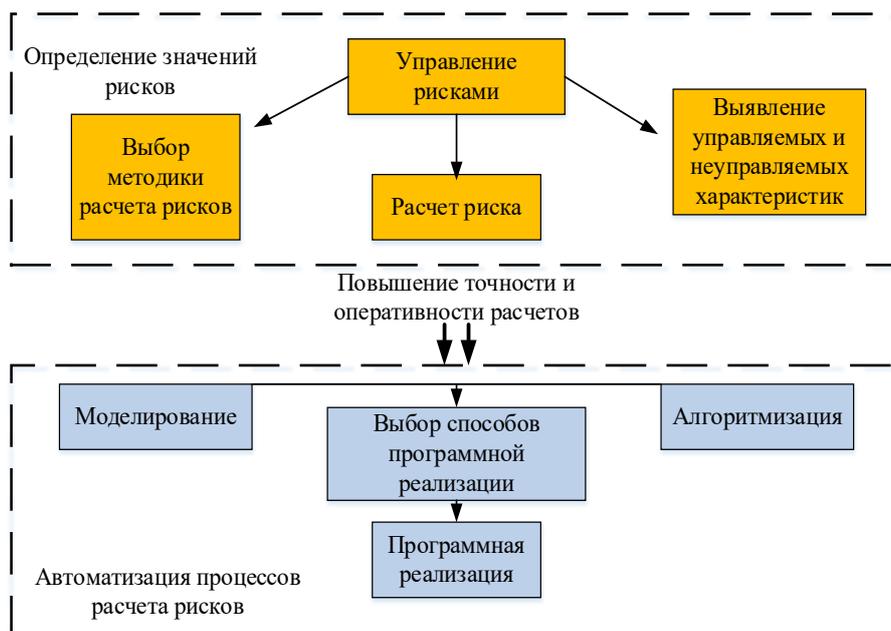


Рис. 5. Постановка задачи

### Список источников

1. Антюхов В.И. Системный анализ и принятие решений / под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 398 с.
2. Остудин Н.В., Бутузов С.Ю. Методологические основы анализа рисков возникновения природных пожаров на основе данных космического мониторинга // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 3. С. 117–126.
3. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Брушлинский Н.Н. Пожарные риски: основные понятия. М.: Национальная академия наук пожарной безопасности, 2004.
6. Брушлинский Н.Н. О понятии пожарного риска и связанных с ним понятиях // Пожарная безопасность. 1999. № 3.
7. Брушлинский Н.Н. Снова о рисках и управлении безопасностью систем // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып. 4. М.: ВНИТИ, 2002.
8. Пожарные риски: основные понятия / под ред. Н.Н. Брушлинского. М.: Национальная академия наук пожарной безопасности, 2004.
9. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь / под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. М.: Изд-во «Флайст», инф.-изд. Центр «Геополитика», 2001.
10. Методика оценки пожарного риска для объектов общественного назначения (проект). М.: ВНИИПО МЧС России, 2008.

### References

1. Antyuhov V.I. Sistemnyj analiz i prinyatie reshenij / pod red. V.S. Artamonova. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2009. 398 s.
2. Ostudin N.V., Butuzov S.Yu. Metodologicheskie osnovy analiza riskov vzniknoveniya prirodnyh pozharov na osnove dannyh kosmicheskogo monitoringa // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 3. S. 117–126.
3. Ob utverzhdanii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennyh ob"ektah: prikaz MCHS Rossii ot 10 iyulya 2009 g. № 404. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
4. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon Ros. Federacii ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. Brushlinskij N.N. Pozharnye riski: osnovnye ponyatiya. M.: Nacional'naya akademiya nauk pozharnoj bezopasnosti, 2004.
6. Brushlinskij N.N. O ponyatii pozharnogo riska i svyazannyh s nim ponyatiyah // Pozharnaya bezopasnost'. 1999. № 3.
7. Brushlinskij, N.N. Snova o riskah i upravlenii bezopasnost'yu sistem // Problemy bezopasnosti pri chrezvychajnyh situacijah. Vyp. 4. M.: VINITI, 2002.
8. Pozharnye riski: osnovnye ponyatiya / pod red. N.N. Brushlinskogo. M.: Nacional'naya akademiya nauk pozharnoj bezopasnosti, 2004.
9. Grazhdanskaya zashchita. Ponyatijno-terminologicheskij slovar' / pod obshch. red. Yu.L. Vorob'eva. M.: Izd-vo «Flajst», inf.-izd. Centr «Geopolitika», 2001.
10. Metodika ocenki pozharnogo riska dlya ob"ektov obshchestvennogo naznacheniya (proekt). M.: VNIIPPO MCHS Rossii, 2008.

**Информация о статье:**

Поступила в редакцию: 13.05.2022

Принята к публикации: 17.05.2022

**The information about article:**

Article was received by the editorial office: 13.05.2022

Accepted for publication: 17.05.2022

*Информация об авторах:*

**Никита Вадимович Остудин**, начальник отдела пространственных данных управления космического мониторинга Главного управления «Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России» (121357, Москва, ул. Ватутина, д. 1, стр. 1), кандидат технических наук, e-mail: ostudin92@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3208-7142>

**Андрей Алексеевич Аполинов**, инспектор отдела пространственных данных управления космического мониторинга Главного управления «Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России» (121357, Москва, ул. Ватутина, д. 1, стр. 1), e-mail: a.apolinarov@mchs.gov.ru

**Алексей Николаевич Козлов**, начальник 27 пожарно-спасательной части 1 пожарно-спасательного отряда федеральной противопожарной службы МЧС России по Новосибирской области (630051, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Ползунова, д. 15), e-mail: alex.kozlovv.73@mail.ru

*Information about the authors:*

**Nikita V. Ostudin**, head of the spatial data department of the space monitoring department the Main directorate of the «National crisis management center of EMERCOM of Russia» (121357, Moscow, Vatutina str., 1, b. 1), candidate of technical sciences, e-mail: ostudin92@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3208-7142>

**Andrey A. Apolinarov**, inspector of the spatial data department of the space monitoring department the Main directorate of the «National crisis management center of EMERCOM of Russia» (121357, Moscow, Vatutina str., 1, b. 1), e-mail: a.apolinarov@mchs.gov.ru

**Aleksey N. Kozlov**, head of the 27th fire and rescue unit of the 1st fire and rescue squad of the federal fire service of EMERCOM of Russia in the Novosibirsk region (630051, Novosibirsk region, Novosibirsk, Polzunov str., 15), e-mail: alex.kozlovv.73@mail.ru

УДК 343.851

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В РОССИИ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

✉ **Кристина Леонидовна Максимова;**

**Юлиан Антонович Иванов.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия**

✉ [klk115@mail.ru](mailto:klk115@mail.ru)

*Аннотация.* С технологией автоматического распознавания лиц многие из нас сталкиваются буквально каждый день: сканеры Face ID, встраиваемые в систему безопасности практически всех современных мобильных устройств, терминалы распознавания лиц, устанавливаемые на контрольно-пропускных пунктах при входе в различные офисные здания и бизнес-центры. Активное распространение данная технология получает и в банковской сфере – для идентификации клиентов. Значительный потенциал технология распознавания лиц может иметь и в деятельности правоохранительных органов, способствуя раскрытию тех или иных преступлений, а также значительно ускоряя процесс определения местонахождения разыскиваемого лица. В данной работе исследуется история и практика применения технологий автоматического распознавания лиц при помощи искусственного интеллекта на территории Российской Федерации и в других государствах. Отдельное внимание уделяется принципу функционирования системы автоматического распознавания лиц.

*Ключевые слова:* распознавание лиц, искусственный интеллект, методы распознавания, проблемы распознавания

**Для цитирования:** Максимова К.Л., Иванов Ю.А. Применение системы автоматического распознавания лиц в России и зарубежных странах // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 11–19.

## APPLICATION OF THE AUTOMATIC FACE RECOGNITION SYSTEM IN RUSSIA AND FOREIGN COUNTRIES

✉ **Kristina L. Maksimova;**

**Julian A. Ivanov.**

**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia**

✉ [klk115@mail.ru](mailto:klk115@mail.ru)

*Abstract.* Many of us encounter automatic face recognition technology literally every day: Face ID scanners embedded in the security system of almost all modern mobile devices, face recognition terminals installed at checkpoints at the entrance to various office buildings and business centers. This technology is also actively used in the banking sector – for customer identification. Facial recognition technology can also have significant potential in the activities of law enforcement agencies, contributing to the disclosure of certain crimes, as well as significantly speeding up the process of determining the location of the wanted person. This paper examines the history and practice of the use of automatic face recognition technologies using artificial intelligence on the territory of the Russian Federation and in other states. Special attention is paid to the principle of functioning of the automatic face recognition system.

*Keywords:* face recognition, artificial intelligence, recognition methods, recognition problems

**For citation:** Maximova K.L., Ivanov Yu.A. Application of the automatic face recognition system in Russia and foreign countries // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2022. № 2 (42). P. 11–19.

## Введение

Современная система автоматического распознавания лиц представляет собой способ идентификации или подтверждения личности человека. Производится посредством создания компьютером математической модели лица конкретного человека и последующим сопоставлением полученных данных с информацией, имеющейся в его базе. Неоспоримым достоинством данной системы является отсутствие необходимости прямого взаимодействия идентифицируемого лица с идентифицирующим объектом, как это, например, происходит при распознавании личности по отпечаткам пальцев. Распознавание лица подразумевает под собой определение и сравнение физических характеристик человека, в связи с чем данный метод идентификации личности относится к категории биометрических систем аутентификации наравне с упомянутой дактилоскопией, а также с распознаванием лица по голосу, сетчатке или радужной оболочке глаза.

## Основные положения

История машинного распознавания лица началась в 60-х гг. XX в. с публикаций результатов первых экспериментов профессора Техасского университета в Остине Вудро Вильсона Бледсо. Под руководством Бледсо его рабочей группой была создана база более чем из восьми сотен снимков людей, сделанных в различных ракурсах и при разном освещении [1]. Впоследствии лица на каждом снимке размечались определёнными точками-координатами, которые отражали характерные черты человеческого лица – разрез глаз, форму носа, размер губ и т.д. На каждом снимке количество таких точек составляло 46 (в процессе усовершенствования данной методики количество точек было уменьшено до 22) [2]. Нельзя не отметить, что в ходе проведения экспериментов были задействованы некоторые виды электронно-вычислительных машин, которые можно назвать прототипами современных планшетных компьютеров. По итогам проведённых исследований было выявлено многократное преимущество компьютера над человеком по скорости распознавания лица.

Иной метод распознавания лиц разработали представители Брауновского университета штата Род-Айленд Майкл Кирби и Лоуренс Сирович в 1986 г. Они применили так называемый подход «Eigenface» (в переводе – собственные лица), в рамках которого анализ изображений производился с использованием линейной алгебры. При этом в рамках исследований Кирби и Сировича для разметки лиц применялось уже около 100 значений, что значительно превышало показатели Вудро Бледсо [3]. В будущем алгоритм Кирби и Сировича был автоматизирован представителями Массачусетского технологического института Алексом Пентландом и Мэтью Тёрком. Через некоторое время часть алгоритма и базы, созданной исследователями, были использованы Управлением перспективных исследовательских проектов при Министерстве обороны США (DARPA) и Национальным институтом стандартов и технологий при разработке компьютерной программы FERET, предназначенной для поиска преступников (начала применяться в 2002 г.) [4].

Нельзя не упомянуть и про совместный проект Соединённых Штатов Америки и государства Панама под названием «FaceFirst». Так, одноимённая охранная система, установленная в международном аэропорту столицы Панама г. Токумен, позволила отследить и задержать сотни лиц, разыскиваемых не только в самой Панаме, но и в других государствах за совершение различных преступлений, в том числе за участие в преступных организациях [5].

Современный рынок технологий распознавания лиц весьма обширен. Одними из лидеров в данной отрасли являются такие известные компании, как: «Stanley Black & Decker» (США), «ASSA ABLOY» (Финляндия), японские компании «Fujitsu» и «Nippon Electric Corporation» («NEC»). Отдельное внимание в данном перечне хотелось бы уделить компании

«NEC». Программы, разработанные японской телекоммуникационной корпорацией, задействованы буквально по всему миру. Согласно сведениям, представленным официальным сайтом компании, «NEC» обеспечивает функционирование систем распознавания лиц в шести аэропортах Японии, 14 аэропортах Бразилии (включая самый загруженный международный аэропорт Южной Америки в Рио-де-Жанейро), а также в международном аэропорту им. Джона Кеннеди в г. Нью-Йорке. Однако, по мнению авторов, наиболее важным является сотрудничество технологической компании с правоохранительными органами различных государств. Одним из примеров такого взаимодействия может послужить совместная работа «NEC» и полиции государства Уэльс. В рамках реализации проекта создания новой системы безопасности в Уэльсе были запущены целых три системы распознавания лиц, отличающихся друг от друга по принципу работы [6]. Первая и наиболее распространённая система под названием «Live Facial Recognition» предназначена для обработки видеоматериала, поступающего в реальном времени. Данная технология активно используется полицией Уэльса для обеспечения безопасности на различных общественных мероприятиях, в местах большого скопления людей, а также в тех районах, где проводятся специальные полицейские операции в целях задержания правонарушителей. Не менее важной является и система «Retrospective Facial Recognition», сопоставляющая изображения (фото), полученные с камер видеонаблюдения, мобильных телефонов или социальных сетей с данными, имеющимися в полицейской базе. Таким образом, для проведения сравнительного анализа при помощи данной системы могут быть задействованы изображения (на которых фигурирует конкретный человек), сделанные ещё в далёком прошлом. Система распознавания лиц может быть задействована также и в ходе обычного патрулирования территории сотрудниками правоохранительных органов. Так, сотрудник полиции может применить специальное мобильное приложение с возможностью идентификации человека по фотографии в целях сопоставления такого изображения с данными полицейской базы в случае, если идентификация лица по удостоверяющим личность документам вызывает определённые сложности. Указанные сложности могут возникнуть при отказе лица в предоставлении сотруднику полиции документов, подозрении полицейского в предоставлении лицом подложных сведений, неспособности лица предъявить документы в силу физического состояния – потеря сознания, психическое расстройство, алкогольное или наркотическое опьянение и т.д.

Активно система распознавания лиц внедряется и в России. Так, согласно информации, представленной на официальном сайте мэра Москвы [7], в 2017 г. в Москве заработала одна из крупнейших в мире систем видеонаблюдения с функцией распознавания лиц. На момент создания данной системы столичная сеть включала в себя 160 тыс. камер видеонаблюдения. С каждым годом их число будет лишь увеличиваться. Передаваемое видеоизображение автоматически анализируется в режиме реального времени, благодаря чему система может моментально установить личность зафиксированного на видео человека, его пол и возраст (поиск лиц в видеопотоках занимает менее трех секунд). Городская система безопасности имеет прямой доступ к базе правоохранительных органов, что позволяет оперативно идентифицировать лица, находящиеся в розыске, отслеживать их перемещения по городу, то есть фиксировать практически каждый их шаг. Кроме того, созданная система также предназначена и для архивации большого объёма данных, что позволяет отслеживать конкретного человека не только здесь и сейчас, но и анализировать перемещение человека в течение какого-то промежутка времени в прошлом, то есть выстраивать некую хронологию его действий.

Необходимо отметить, что проект, реализованный в Москве, стал некой отправной точкой для последующей интеграции технологий автоматического распознавания лиц в системы безопасности других городов России. Так, уже в 2018 г., данные системы стали активно применяться для обеспечения безопасности на спортивных объектах, в метро и в так называемых «фан-зонах» городов-участников чемпионата мира по футболу. В ходе

проведения соревнований новая система безопасности продемонстрировала очень высокую эффективность. В подтверждение данных слов можно привести мнение генерального директора государственной компании «Ростех» С.В. Чемезова, принимавшего активное участие в тестировании данной системы [8]. Характеризуя работу новой системы безопасности, государственный деятель привёл в пример две ситуации, произошедшие на спортивном мероприятии. Один из случаев был связан с болельщиком, который по решению суда не мог посещать спортивные мероприятия, однако, несмотря на запрет, предпринимал активные попытки прохода в зону для болельщиков. Несмотря на все попытки скрыться от камер при помощи очков, капюшона или кофты, искусственный интеллект безошибочно идентифицировал его личность и подал сигнал в службу обеспечения безопасности спортивного мероприятия. Другой случай был связан с похищением так называемого «спонсорского кубка», вручаемого лучшему игроку каждого матча. В данной ситуации использование технологии распознавания позволило в течение кратчайшего времени определить личности похитителей, а также найти их профили в социальных сетях. Буквально на следующий день после кражи один из похитителей был опознан системой в «фан-зоне», что позволило вернуть похищенную вещь. Таким образом, исходя из примеров, приведённых директором «Ростеха», можно сделать вывод о наличии большой вариативности в настройках системы автоматического распознавания лиц. С одной стороны, она может быть нацелена на поиск и фиксацию перемещений определённых лиц, с другой же стороны, данная система может осуществлять допуск людей в те или иные зоны. В первом, указанном Чемезовым случае, болельщик был закреплён в «чёрном списке», то есть его нахождение в условленной зоне было нежелательным, в соответствии с этим искусственный интеллект предоставил соответствующую информацию оператору камер видеонаблюдения и дальнейшие противоправные действия болельщика были пресечены.

Внедрение новой технологии, безусловно, окажет значительное влияние на процесс расследования преступлений. Доказательная база, изобилующая видеоматериалами, содержащими информацию о действиях подозреваемого или обвиняемого лица, позволит наиболее правильно рассмотреть и разрешить дело, определить виновность или невиновность. Однако наравне с этим можно столкнуться с таким насущным вопросом, как порядок возмещения вреда лицу, пострадавшему от преступления. В целях рассмотрения данного вопроса необходимо обратиться к одноимённой научной статье за авторством Д.А. Иванова, А.С. Есиной и др. [9]. В указанной работе авторами рассматривается практика возмещения вреда, причинённого преступлением, на примере различных государств, а также возможность усовершенствования отечественного законодательства с учётом зарубежного опыта. Так, в Великобритании в ряде случаев возмещение вреда потерпевшему может применяться как полноценное наказание для преступника, таким образом, процесс перевоспитания преступника проходит более эффективно, а лицо, пострадавшее от преступления, может гарантированно восстановить нарушенные права. Нельзя не отметить, что законодательство Великобритании, а также США обеспечивает потерпевшему так называемую «полную компенсацию», которая финансируется из государственных средств, в случаях, если преступные деяния оказали вред жизни и здоровью потерпевшего. В иных случаях подобная компенсация производится за счёт страховых фондов. Законодательство ФРГ предусматривает в качестве компенсации жертвам насильственных преступлений помощь в медицинском, стоматологическом, терапевтическом и психотерапевтическом лечении; помощь в реабилитационных мероприятиях (включая санаторно-курортное лечение); пенсии потерпевшим или родственникам умершего (вдовам, вдовам, сиротам и родителям); выплаты по инвалидности. Во Французской Республике особенностью возмещения вреда потерпевшему является то, что государственную компенсацию за вред, причинённый преступлением, лицо может получить ещё до того, как правонарушитель предстанет перед судом. В дальнейшем произведённые государством

расходы будут возложены на осуждённого. Исходя из вышесказанного, по порядку возмещения вреда лицам, пострадавшим от преступления, можно выделить две группы стран: первая группа предоставляет компенсацию за счет государственных средств или специальных фондов, вторая группа налагает выплату на обвиняемого.

Рассматривая практику внедрения технологий распознавания лиц в России, нельзя также не упомянуть про отечественную компанию «NtechLab», являющуюся лидером в данной отрасли. На основании алгоритма «FindFace» [10], разработанного компанией, были созданы упомянутые ранее системы видеонаблюдения с технологией распознавания лиц в Москве, а также в городах, принявших футбольный чемпионат 2018 г. Реализация таких грандиозных проектов возможна благодаря тесному сотрудничеству компании «NtechLab» с различными государственными органами, ведомствами и корпорациями, в числе которых Министерство внутренних дел Российской Федерации, Департамент информационных технологий Москвы, корпорация «Ростех», Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Нельзя не отметить, что подобное сотрудничество с каждым годом планомерно расширяется.

В марте 2020 г., на фоне активной борьбы государства с распространением пандемии коронавируса, жители ряда городов столкнулись с определёнными ограничениями. Значительные меры, связанные с попыткой снижения скорости распространения вируса, были введены в Москве. Так, к лицам, заразившимся COVID-19, проживающим с заражёнными лицами или контактировавшим с ними, а также к тем, кто посещал страны с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой, применялись меры, направленные на изоляцию до получения отрицательного теста на наличие вируса. Необходимо отметить, что режим подобной изоляции устанавливался соответствующим медицинским работником и выражался в предписании нахождения заболевшего лица по месту его жительства и строгом выполнении зафиксированных в предписании требований. Контроль за соблюдением данных ограничений, согласно материалам, представленным газетой «Коммерсант», осуществляла система распознавания лиц, реализованная в Москве компанией «NtechLab» [11]. К слову, отслеживание системой распознавания лиц соблюдения горожанами карантинных мер стало очередным пилотным проектом столицы. Основываясь на опыте главного города страны, системы распознавания лиц начали внедряться и в других регионах России, одним из которых стал активно развивающийся г. Нижний Новгород, знакомый с данной системой со времён проведения футбольного чемпионата 2018 г. Однако, по мнению экспертов, на данный момент установить такие камеры по всей стране пока не представляется возможным в силу их дороговизны для бюджетов многих регионов [12].

Значительный рывок в сфере интеграции технологий автоматического распознавания лиц в систему безопасности российских городов может произойти уже в ближайшие годы. Главную роль в данном процессе должно сыграть создание так называемых «Умных городов», проекта, инициированного Министерством строительства Российской Федерации. Указанный проект берёт своё начало в конце 2018 г., когда приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства России от 31 октября 2018 г. № 695/пр был утверждён паспорт ведомственного проекта Цифровизации городского хозяйства «Умный город». Проект «Умный город» направлен на формирование эффективной системы управления городским хозяйством, создание безопасности и комфортных условий для жизни горожан, повышение конкурентоспособности российских городов. В рамках концепции предполагается значительное переустройство городской жизни: создание цифровых платформ для вовлечения граждан в решение вопросов городского развития «Активный гражданин», интеллектуального центра городского управления, цифровизация жилищно-коммунального хозяйства (внедрение систем интеллектуального учёта коммунальных ресурсов, внедрение автоматизированного контроля исполнения заявок потребителей и устранения аварий и т.д.). Кроме того, предусмотрено создание системы умного городского транспорта, подразумевающее под собой интеллектуальное управление

городским общественным транспортом, интеллектуальное управление движением, внедрение системы автоматической фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения. Очень важным является внедрение интеллектуальных систем общественной безопасности, в число которых входит внедрение систем информирования граждан о возникновении чрезвычайных ситуаций, создание интеллектуальной системы контроля исправности противопожарных систем в местах массового скопления людей, а также создание системы интеллектуального видеонаблюдения [13]. В рамках этого направления и предполагается увеличение перечня городов, оснащённых камерами с функцией распознавания лиц. Более того, можно предположить, что данные системы будут задействованы не только в рамках деятельности правоохранительных органов, но и поспособствуют деятельности органов МЧС, например при поиске лиц, пострадавших от чрезвычайной ситуации природного или техногенного характера, произошедшей на территории города. Кроме того, новая система может поспособствовать и поиску виновных лиц, неосторожность или умысел которых привели к той или иной аварии.

Но как же реализуется на практике подобная идентификация лица, осуществляемая искусственным интеллектом? Всего существует четыре так называемых «этапа распознавания» лиц [14]:

1. Детектирование лица.
2. Исправление визуальных искажений.
3. Извлечение характеристик лица.
4. Верификация или идентификация лица.

Любой видеоряд состоит из определённого количества кадров, в свою очередь каждый кадр представляет собой набор пикселей определённого цвета, которые в сумме формируют конкретное изображение. При первичном анализе любого изображения главной задачей компьютера является определение цвета каждого из пикселей. Данное действие компьютер осуществляет посредством наделения пикселя определённым числовым кодом, в соответствии с цветовой палитрой «RGB» (дословно на русском языке: «красный-зелёный-синий»). При изменении числового кода любого из трех ключевых цветов палитры меняется конечный оттенок или даже цвет пикселя. Установив значения цветовой палитры каждого пикселя, алгоритм переходит к определению координатного местоположения каждого лица на фото, то есть искусственный интеллект вычисляет те участки изображения, на которых впоследствии будет проводиться аналитическая работа. В рамках второго этапа распознавания искусственный интеллект определяет и исправляет визуальные искажения обнаруженного лица. Осуществляется это посредством определения на лице пять главных точек – глаз, уголков рта, а также носа. После разметки данных точек посредством моделирования компьютер может «развернуть» лицо в положение анфас. Кроме того, на данном этапе алгоритм может исправлять недостатки освещённости, поворот и наклон головы. Третий этап работы алгоритма связан непосредственно с извлечением характеристик лица. Сеть находит и присваивает каждому лицу вектор признаков или, говоря иначе, создаёт биометрический шаблон лица. Каждый признак лица фиксируется в виде определённого набора чисел, в дальнейшем единый большой код будет сравниваться с аналогичными значениями, размещёнными в информационной базе. Кроме определения признаков лица (анализ выреза глаз, определение формы носа и рта и т.д.), идентифицирующий алгоритм может также определять и атрибуты лица – наличие/отсутствие бороды, усов, пол, возраст, эмоции, наличие на лице очков или маски. При поиске во всём видеопотоке конкретного лица данные показатели также учитываются, более того, на них, в целях упрощения поиска, можно сделать упор. Таким образом, при поиске разыскиваемого лица можно задать дополнительно поиск определённого атрибута, то есть усиленное внимание будет уделяться, например, человеку, который носит очки и определённого цвета маску, и в случае попадания такого человека в кадр камеры видеонаблюдения помимо его распознавания будет также направлен сигнал о появлении похожего человека оператору системы.

## Заключение

Исходя из всего вышесказанного, сложно переоценить технологию распознавания лиц. Её повсеместное внедрение на территории России, а также подключение к единой общегосударственной информационной базе значительно упростит деятельность правоохранительных органов, позволит определять местоположение преступников, скрывающихся от правосудия в других городах. Нельзя также не упомянуть и про членство Российской Федерации в таком международном объединении, как «ЕврАзЭС». «Евразийское экономическое сотрудничество» представляет собой международную организацию, состоящую из ряда бывших республик СССР, созданную для эффективного продвижения её участниками процесса формирования Таможенного союза и Единого экономического пространства. В конечном итоге, результатом данного сотрудничества должно стать создание на территории всех стран-участниц единого рынка товаров, а также труда. Безусловно, подобное взаимодействие является невероятно выгодным для всех, входящих в «ЕврАзЭС» государств, однако существуют и некоторые негативные аспекты данной интеграции. Ослабление таможенного контроля, необходимое для создания единого рынка, неизбежно приведёт к значительному увеличению объёмов международной преступности. Данный фактор не может не сказаться на состоянии национальной безопасности России – состоянии защищённости жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз [15]. Решением данной проблемы может послужить интеграция технологий автоматического распознавания лиц в системы безопасности государств-участников «Евразийского экономического сотрудничества» и последующее создание общей для данных государств информационной базы. Безусловно, данный процесс может оказаться весьма затратным и продолжительным в силу того, что во многих государствах объединения её нужно будет создавать буквально с нуля. Однако в случае запуска данной технологии на всей территории объединения она может стать значительным подспорьем в борьбе с международной преступностью.

### Список источников

1. Boyer R. Automated Reasoning: Essays in Honor of Woody Bledsoe. Kluwer Academic Publishers Group, 1991. P. 11–13.
2. Bledsoe W.W. The model method of facial recognition. Panoramic Research, Inc., 1964. P. 9–16.
3. Sirovich L., Kirby. M. Low-dimensional procedure for the characterization of human faces // Journal of the Optical Society of America A. 1987. Vol. 4. Iss. 3. P. 519–524.
4. Face Recognition Technology (FERET). URL: <https://www.nist.gov/programs-projects/face-recognition-technology-feret> (дата обращения: 08.03.2022).
5. How Airport Face Recognition Captured a Wanted Assassin. URL: <https://www.facefirst.com/blog/notorious-assassin-captured-thanks-to-facefirst-guardian/> (дата обращения: 08.03.2022).
6. Facial Recognition Technology. URL: [https://www.south-wales.police.uk/police-forces/south-wales-police/areas/about-us/about-us/facial-recognition-technology/?\\_t\\_id=T9mRzZ0ly5OAbitKj53dkQ%3d%3d&\\_t\\_uuid=XIz4CQrVS%2fK%2bAaYLaGgRUA&\\_t\\_q=facial+recognition+technology&\\_t\\_tags=language%3aen%2csiteid%3a9a7e26e6-9ba2-42bf-80ec-103507e5aec9%2candquerymatch&\\_t\\_hit.id=Cds\\_Soh\\_Web\\_Models\\_Pages\\_Standard/\\_a150dadf-6ff1-4d76-9450-2f266f7b8609\\_en-GB&\\_t\\_hit.pos=3](https://www.south-wales.police.uk/police-forces/south-wales-police/areas/about-us/about-us/facial-recognition-technology/?_t_id=T9mRzZ0ly5OAbitKj53dkQ%3d%3d&_t_uuid=XIz4CQrVS%2fK%2bAaYLaGgRUA&_t_q=facial+recognition+technology&_t_tags=language%3aen%2csiteid%3a9a7e26e6-9ba2-42bf-80ec-103507e5aec9%2candquerymatch&_t_hit.id=Cds_Soh_Web_Models_Pages_Standard/_a150dadf-6ff1-4d76-9450-2f266f7b8609_en-GB&_t_hit.pos=3) (дата обращения: 08.03.2022).
7. В Москве заработала одна из крупнейших в мире систем видеонаблюдения с функцией распознавания лиц. URL: <https://www.mos.ru/news/item/30105073/> (дата обращения: 08.03.2022).

8. Кражу спонсорского кубка ЧМ-2018 предотвратили благодаря системе распознавания лиц NtechLab. URL: [https://rostec.ru/media/pressrelease/sergey-chemezov-krazhu-sponsorskogo-kubka-chm-2018-predotvratili-blagodarya-sisteme-raspoznavaniya-l/?sphrase\\_id=4570380](https://rostec.ru/media/pressrelease/sergey-chemezov-krazhu-sponsorskogo-kubka-chm-2018-predotvratili-blagodarya-sisteme-raspoznavaniya-l/?sphrase_id=4570380) (дата обращения: 10.03.2022).
9. Crime victim compensation / D.A. Ivanov [et al.] // Revista Gênero e Direito. 2020. Vol. 9. № 4. P. 753–759.
10. Распознавание лиц и силуэтов людей. URL: <https://ntechlab.com/ru> (дата обращения: 10.03.2022).
11. Камеры нарушенного наблюдения // Газета «Коммерсантъ». 2020. № 57 (6778). URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4308979> (дата обращения: 11.03.2022).
12. Регионы узнают в лицо // Газета «Коммерсантъ». 2020. № 175 (6896). URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4503379> (дата обращения: 11.03.2022).
13. Презентация проекта «Умный город». URL: [https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/17597/?sphrase\\_id=1517253](https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/17597/?sphrase_id=1517253) (дата обращения: 11.03.2022).
14. Как устроена идентификация лица. URL: <https://ntechlab.com/ru/technology/> (дата обращения: 12.03.2022).
15. Одинокова Е.Ю., Зорина Е.А. Понятие национальной безопасности и правовые меры по ее обеспечению // Социология и право. 2019. № 4 (46). С. 72–78. DOI: 10.35854/2219-6242-2019-4-72-78.

## References

1. Boyer R. Automated Reasoning: Essays in Honor of Woody Bledsoe. Kluwer Academic Publishers Group, 1991. P. 11–13.
2. Bledsoe W.W. The model method of facial recognition. Panoramic Research, Inc., 1964. P. 9–16.
3. Sirovich L., Kirby. M. Low-dimensional procedure for the characterization of human faces // Journal of the Optical Society of America A. 1987. Vol. 4. Iss. 3. P. 519–524.
4. Face Recognition Technology (FERET). URL: <https://www.nist.gov/programs-projects/face-recognition-technology-feret> (data obrashcheniya: 08.03.2022).
5. How Airport Face Recognition Captured a Wanted Assassin. URL: <https://www.facefirst.com/blog/notorious-assassin-captured-thanks-to-facefirst-guardian/> (data obrashcheniya: 08.03.2022).
6. Facial Recognition Technology. URL: [https://www.south-wales.police.uk/police-forces/south-wales-police/areas/about-us/about-us/facial-recognition-technology/?\\_t\\_id=T9mRzZ0ly5OAbitKj53dkQ%3d%3d&\\_t\\_uuid=XIz4CQrVS%2fK%2bAaYLaGgRUA&\\_t\\_q=facial+recognition+technology&\\_t\\_tags=language%3aen%2csiteid%3a9a7e26e6-9ba2-42bf-80ec-103507e5aec9%2candquerymatch&\\_t\\_hit.id=Cds\\_Soh\\_Web\\_Models\\_Pages\\_Standard/\\_a150dadf-6ff1-4d76-9450-2f266f7b8609\\_en-GB&\\_t\\_hit.pos=3](https://www.south-wales.police.uk/police-forces/south-wales-police/areas/about-us/about-us/facial-recognition-technology/?_t_id=T9mRzZ0ly5OAbitKj53dkQ%3d%3d&_t_uuid=XIz4CQrVS%2fK%2bAaYLaGgRUA&_t_q=facial+recognition+technology&_t_tags=language%3aen%2csiteid%3a9a7e26e6-9ba2-42bf-80ec-103507e5aec9%2candquerymatch&_t_hit.id=Cds_Soh_Web_Models_Pages_Standard/_a150dadf-6ff1-4d76-9450-2f266f7b8609_en-GB&_t_hit.pos=3) (data obrashcheniya: 08.03.2022).
7. V Moskve zarabotala odna iz krupnejshih v mire sistem videonablyudeniya s funkciej raspoznavaniya lic. URL: <https://www.mos.ru/news/item/30105073/> (data obrashcheniya: 08.03.2022).
8. Krazhu sponsorskogo kubka CHM-2018 predotvratili blagodarya sisteme raspoznavaniya lic NtechLab. URL: [https://rostec.ru/media/pressrelease/sergey-chemezov-krazhu-sponsorskogo-kubka-chm-2018-predotvratili-blagodarya-sisteme-raspoznavaniya-l/?sphrase\\_id=4570380](https://rostec.ru/media/pressrelease/sergey-chemezov-krazhu-sponsorskogo-kubka-chm-2018-predotvratili-blagodarya-sisteme-raspoznavaniya-l/?sphrase_id=4570380) (data obrashcheniya: 10.03.2022).
9. Crime victim compensation / D.A. Ivanov [et al.] // Revista Gênero e Direito. 2020. Vol. 9. № 4. P. 753–759.
10. Raspoznavanie lic i siluetov lyudej. URL: <https://ntechlab.com/ru> (data obrashcheniya: 10.03.2022).

11. Kamery narushennogo soblyudeniya // Gazeta «Kommersant». 2020. № 57 (6778). URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4308979> (data obrashcheniya: 11.03.2022).
12. Regiony uznayut v lico // Gazeta «Kommersant». 2020. № 175 (6896). URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4503379> (data obrashcheniya: 11.03.2022).
13. Prezentaciya proekta «Umnyj gorod». URL: [https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/17597/?sphrase\\_id=1517253](https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/17597/?sphrase_id=1517253) (data obrashcheniya: 11.03.2022).
14. Kak ustroena identifikaciya lica. URL: <https://ntechlab.com/ru/technology/> (data obrashcheniya: 12.03.2022).
15. Odinokova E.Yu., Zorina E.A. Ponyatie nacional'noj bezopasnosti i pravovye mery po ee obespecheniyu // Sociologiya i pravo. 2019. № 4 (46). S. 72–78. DOI: 10.35854/2219-6242-2019-4-72-78.

**Информация о статье:**

Поступила в редакцию: 18.03.2022

Принята к публикации: 20.05.2022

**The information about article:**

Article was received by the editorial office: 18.03.2022

Accepted for publication: 20.05.2022

*Информация об авторах:*

**Кристина Леонидовна Максимова**, старший преподаватель кафедры трудового права Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: [klk115@mail.ru](mailto:klk115@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5031-1400>

**Юлиан Антонович Иванов**, студент Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: [yiulian.98@hotmail.com](mailto:yiulian.98@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-7521-3332>

*Information about the authors:*

**Kristina L. Maximova**, senior lecturer at the department of labor law of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: [klk115@mail.ru](mailto:klk115@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5031-1400>

**Yulian A. Ivanov**, student of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: [yiulian.98@hotmail.com](mailto:yiulian.98@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-7521-3332>

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УДК 614.843

## РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ ПОСЛЕ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

✉ **Виталий Евгеньевич Иванов.**

**Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново, Россия**

✉ [vitaliyivanov@yandex.ru](mailto:vitaliyivanov@yandex.ru)

*Аннотация.* Статья посвящена разработке инженерно-технических решений для повышения эффективности сушки напорных пожарных рукавов в башенной сушилке. Процесс сушки является одним из основных этапов технического обслуживания пожарных рукавов, который влияет не только их срок службы, но и на оперативную готовность подразделений пожарной охраны. В работе был проведен анализ по эксплуатации и техническому обслуживанию пожарных рукавов, который позволил определить пути решения для повышения эффективности сушки напорных пожарных рукавов в башенной сушилке. Кроме этого, проведен анализ применяемого для сушки оборудования отечественного и зарубежного производства. При помощи систем автоматизированного проектирования разработано устройство, позволяющее удалять излишнюю влагу из пожарного рукава перед установкой в башенную сушилку. Проведены прочностные исследования разработанной конструкции.

*Ключевые слова:* пожарный рукав, сушка, оборудование, чрезвычайная ситуация, моделирование

**Ссылка для цитирования:** Иванов В.Е. Разработка инженерно-технических решений для оперативного восстановления пожарных рукавов после ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 20–28.

## DEVELOPMENT OF ENGINEERING AND TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE RAPID RESTORATION OF FIRE HOSES AFTER THE ELIMINATION OF THE CONSEQUENCES OF EMERGENCY SITUATIONS

✉ **Vitaly E. Ivanov.**

**Ivanovo fire and rescue academy of the State fire service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia**

✉ [vitaliyivanov@yandex.ru](mailto:vitaliyivanov@yandex.ru)

*Abstract.* The article is devoted to the development of engineering and technical solutions to improve the drying efficiency of pressure fire hoses in a tower dryer. Based on the analysis of the operation and maintenance of fire hoses, as well as equipment used for drying of domestic and foreign production, a device was developed that allows removing excess moisture from the fire hose before installation in the tower dryer.

*Keywords:* fire hose, drying, equipment, emergency, modeling

**For citation:** Ivanov V.E. Development of engineering and technical solutions for the rapid restoration of fire hoses after the elimination of the consequences of emergency situations // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2022. № 2 (42). P. 20–28.

## Введение

Как известно, для проведения эффективных работ по тушению пожаров необходимо выполнять следующие требования: как можно быстрее начать тушение, и подавать в очаг горения огнетушащее вещество требуемого состава с необходимой интенсивностью. Пожарные рукава являются основным и обязательным пожарно-техническим оборудованием, входящим в комплектацию не только пожарных автомобилей, пожарных поездов или судов, но и общественных зданий и технических сооружений [1].

На первый взгляд может показаться, что данное оборудование неприхотливо в работе и не требует особых условий для хранения и эксплуатации, но на самом деле это не так. Каждое подразделение пожарной охраны уделяет особое внимание организации ведения рукавного хозяйства и состоянию пожарных рукавов [2]. После каждого использования на пожаре (учении) пожарные рукава подвергаются техническому обслуживанию – промываются, сушатся в специально оборудованных рукавных башнях. Пожарные рукава требуют к себе особого отношения до, во время и после эксплуатации, так как от их состояния напрямую зависит эффективность работы подразделений на пожаре. Плохо обслуживаемый рукав в рабочей линии может подвести в самый неподходящий момент, заставив пожарного отвлекаться, тратя драгоценное время на устранение течи путём наложения рукавных зажимов или полную замену вышедшего из строя рукава, а возникновение разрыва или иного дефекта в магистральной рукавной линии может обернуться серьёзными осложнениями, если не катастрофой, оставив без подачи огнетушащих веществ сразу несколько работающих подразделений. Для качественного обслуживания и ремонта рукавные базы и посты оснащаются различным технологическим оборудованием по обслуживанию и ремонту рукавов, которое позволяет оптимизировать процесс восстановления оперативной готовности подразделений. Поэтому одной из основных целей данной работы является разработка инженерно-технических решений по совершенствованию процесса сушки напорных пожарных рукавов в башенной сушилке [3–6].

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- произведен анализ по эксплуатации и техническому обслуживанию пожарных рукавов в пожарно-спасательных подразделениях;
- собраны статистические данные по выходу из строя и ремонту напорных пожарных рукавов на примере пожарно-спасательной части;
- произведен анализ оборудования отечественного и зарубежного производства для технического обслуживания пожарных рукавов;
- на основании проведенного анализа разработаны инженерно-технические решения по повышению эффективности сушки пожарных рукавов;
- произведен обзор программного обеспечения для разработки инженерно-технических решений по совершенствованию процесса сушки пожарных рукавов;
- проведены исследования по совершенствованию процесса сушки напорных пожарных рукавов.

## Методы исследования и результаты

Модернизация оборудования производилась в пожарно-спасательном подразделении, в котором в наличии имеется механическое устройство для подъема пожарных рукавов в башенную сушилку, приводимое в действие при помощи мускульной силы сотрудника ФПС. Для обеспечения надежности подъемного механизма и безопасности работы с ним был спроектирован привод подъема пожарных рукавов в башенную сушилку. Исходными данными для расчета принимались следующие параметры: вес рамы – 15 кг; вес одного мокрого рукава диаметром 77 мм – 20 кг; максимальное количество рукавов, подвешиваемых

на устройство – 10 шт. Таким образом, максимальный вес, который будет поднимать привод, составляет 215 кг, а с учетом запаса прочности 20 % будет составлять 258 кг или 2 580 Н. Диаметр барабана лебедки – 200 мм. На основании проведенных расчетов был выбран стандартный червячный редуктор по межосевому расстоянию и крутящему моменту Ч-125-63-51-У3.

На рис. 1 показан спроектированный привод подъема пожарных рукавов в башенную сушилку.

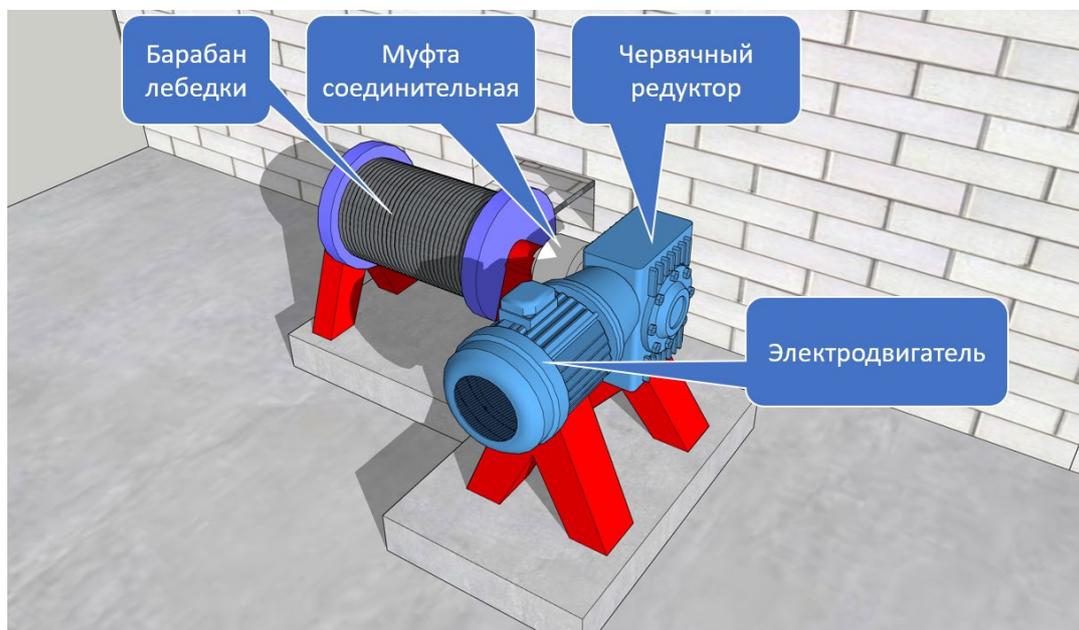


Рис. 1. Привод для подъема пожарных рукавов в башенную сушилку

Далее было разработано устройство для удаления излишней влаги из напорных пожарных рукавов (рис. 2).

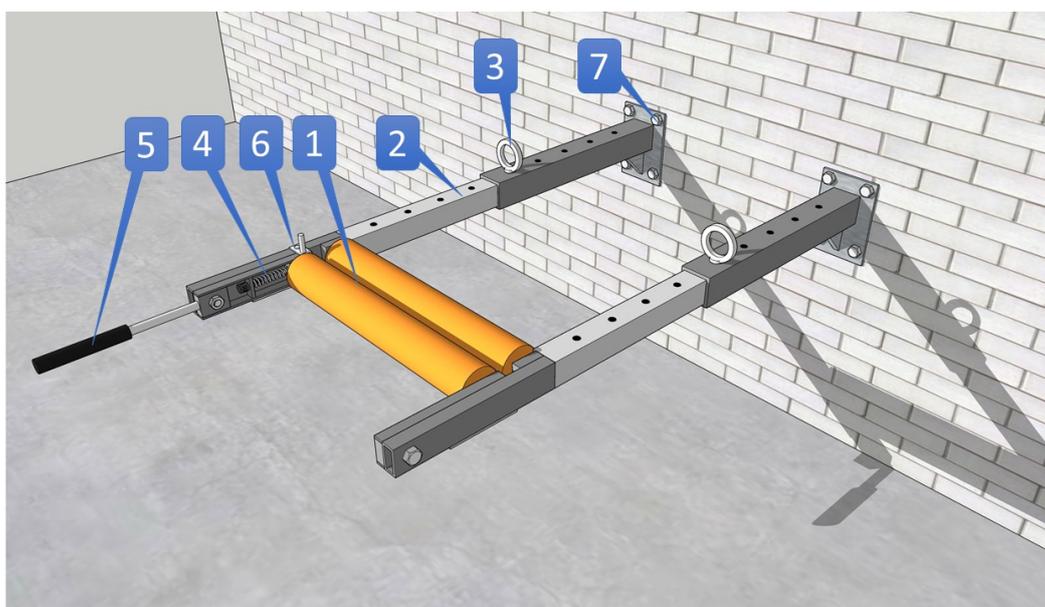


Рис. 2. Устройство для удаления излишней влаги из напорных пожарных рукавов перед сушкой в башенной сушилке: 1 – ролики; 2 – телескопические направляющие; 3 – замок направляющих; 4 – пружинный механизм изменения силы давления на пожарный рукав; 5 – рукоятка для изменения положения зажимного устройства; 6 – запорный механизм; 7 – крепежный элемент с ребром жесткости для крепления к стене

При разработке конструкции устройства были проведены дополнительные прочностные исследования в программе Autodesk Inventor [7–9]. На основании исследований конструкция была доработана на этапе проектирования, что позволило снизить значения механических напряжений в материале до приемлемых величин, обеспечить необходимую жесткость, высокие значения коэффициентов запаса прочности [10–12].

Эффективность применения разработанного устройства была подтверждена экспериментальными исследованиями. Экспериментальные исследования проводились со следующими напорными пожарными рукавами:

1) № 42 (сух. – 4 030 г) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1, завод 5ELEM (Китай);

2) № 74 (сух. – 5 770 г) РПМ(В)-50-3,0-ИМ-УХЛ1, завод ООО «Производственная компания «Берег»;

3) № 118 (сух. – 4 860 г) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1, завод АО «Рукав».

При проведении экспериментальных исследований напорный пожарный рукав пропускали через ролики разработанного устройства для удаления излишней влаги и подвешивали в башенной сушилке для дальнейшей сушки. Для каждого выбранного пожарного рукава была проведена серия экспериментальных исследований с предварительным отжимом и без него.

Каждый пожарный рукав сушили в башенной сушилке при температуре окружающей среды 18–20 °С, с интервалом 30 мин производили его взвешивание. Сушку производили до тех пор, пока вес пожарного рукава не переставал изменяться. Таким образом, для каждого пожарного рукава были проведены экспериментальные исследования в количестве трех серий с предварительным отжимом и без отжима.

На рис. 3 представлена диаграмма сушки рукава № 42 (сух. – 4 030 г.) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 (завод 5ELEM (Китай) с предварительным отжимом.

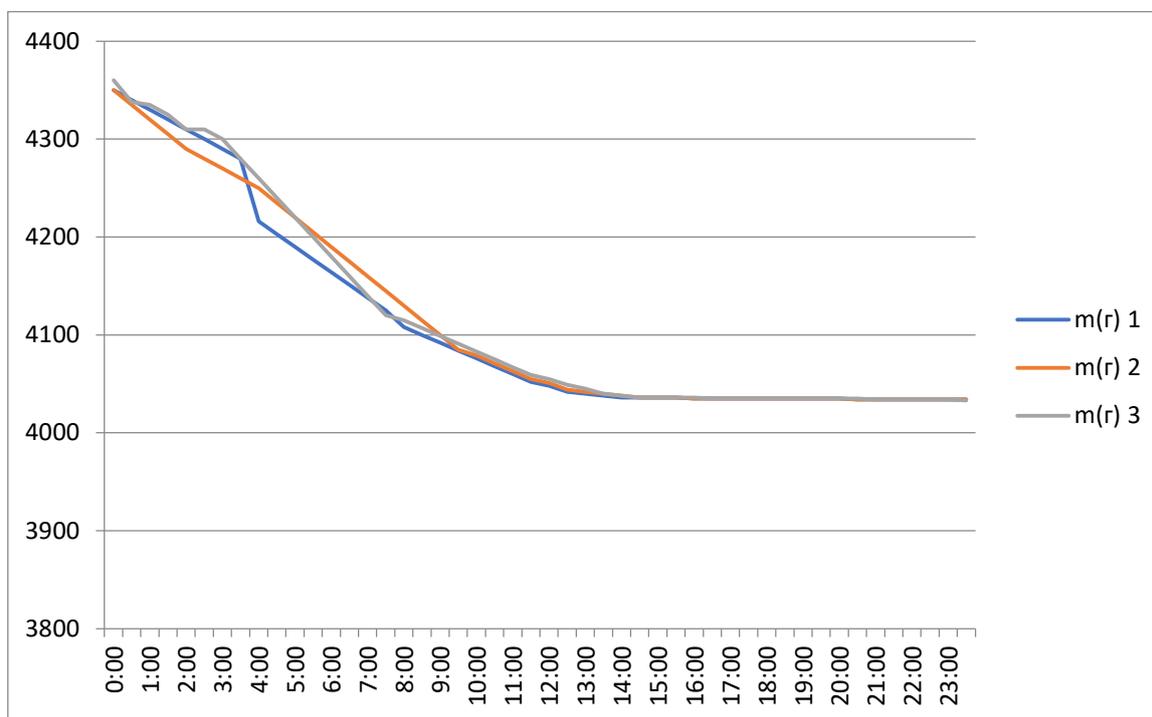


Рис. 3. Диаграмма сушки рукава № 42 (сух. – 4 030 г) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 (завод 5ELEM (Китай) с предварительным отжимом

На рис. 4 представлена диаграмма сушки рукава № 42 (сух. – 4 030 г) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 (завод 5ELEM (Китай) без отжима.

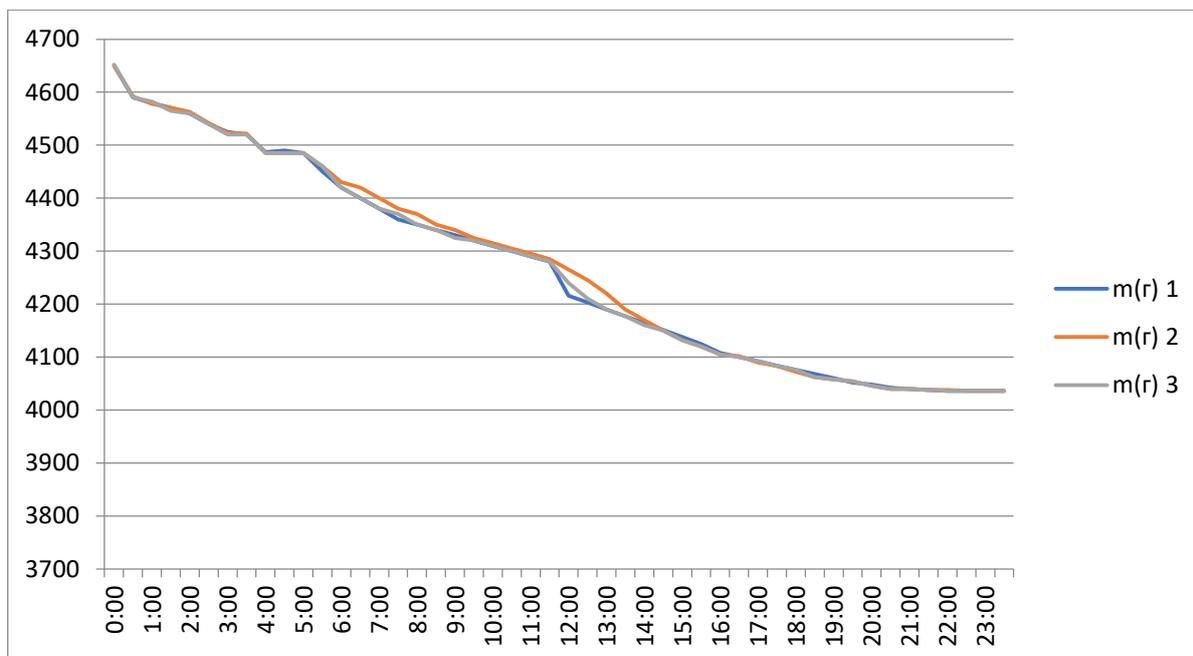


Рис. 4. Диаграмма сушки рукава № 42 (сух-4030г) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 (завод SELEM (Китай) без отжима)

При сравнении диаграмм (рис. 3, 4) видно, что рукав № 42 РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 высушивается до постоянной массы без отжима спустя 20 ч, а с предварительным отжимом спустя 12 ч, при этом изначально теряет до 300 г массы за счет слива воды.

На рис. 5 представлена диаграмма сушки рукава № 74 (сух. – 5 770 г) РПМ(В)-50-3,0-ИМ-УХЛ1 (завод ООО «Производственная компания «Берег») с предварительным отжимом.

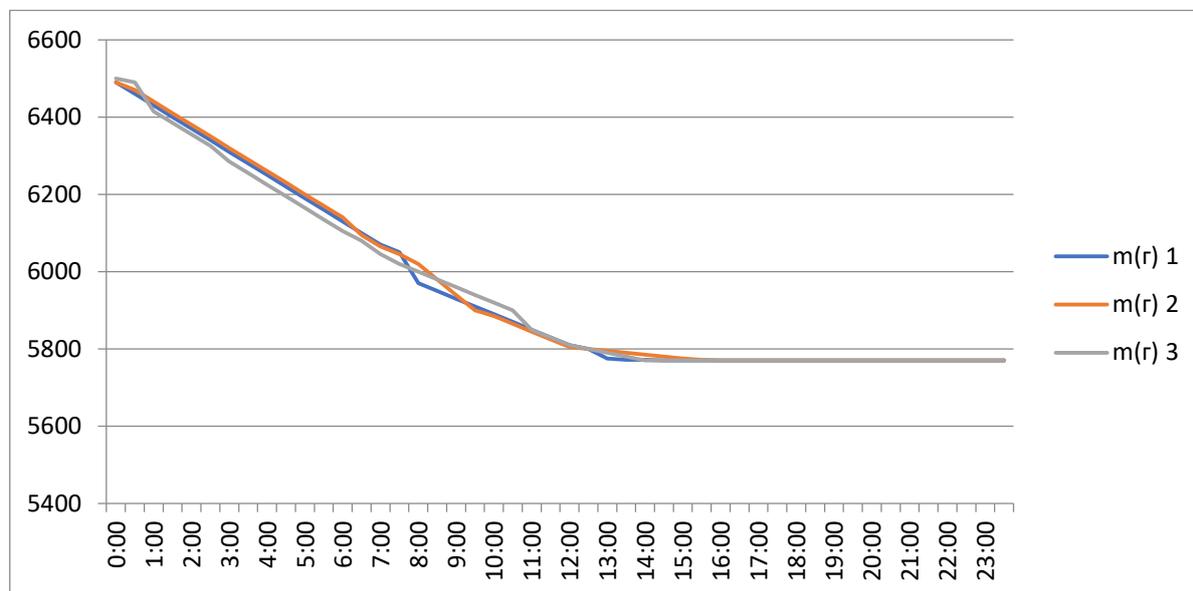


Рис. 5. Диаграмма сушки рукава № 74 (сух. – 5 770 г) РПМ(В)-50-3,0-ИМ-УХЛ1 (завод ООО «Производственная компания «Берег») с предварительным отжимом

На рис. 6 представлена диаграмма сушки рукава № 74 (сух. – 5 770 г) РПМ(В)-50-3,0-ИМ-УХЛ1 (завод ООО «Производственная компания «Берег») без отжима.

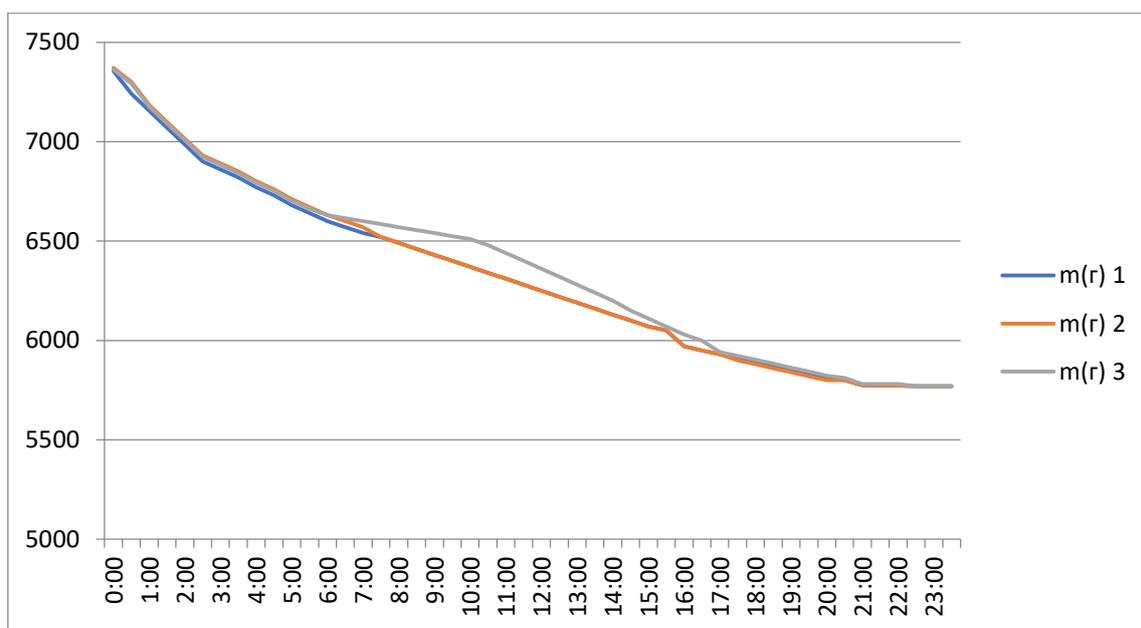


Рис. 6. Диаграмма сушки рукава № 74 (сух. – 5 770 г) РПМ(В)-50-3,0-ИМ-УХЛ1 (завод ООО «Производственная компания «Берег») без отжима

При сравнении диаграмм (рис. 5, 6) видно, что рукав № 74 РПМ(В)-50-3,0-ИМ-УХЛ1 высушивается до постоянной массы без отжима спустя 20 ч, а с предварительным отжимом – спустя 12 ч, при этом изначально теряет до 800 г массы за счет слива воды.

На рис. 7 представлена диаграмма сушки рукава № 118 (сух. – 4 860 г) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 (завод АО «Рукав») с предварительным отжимом.

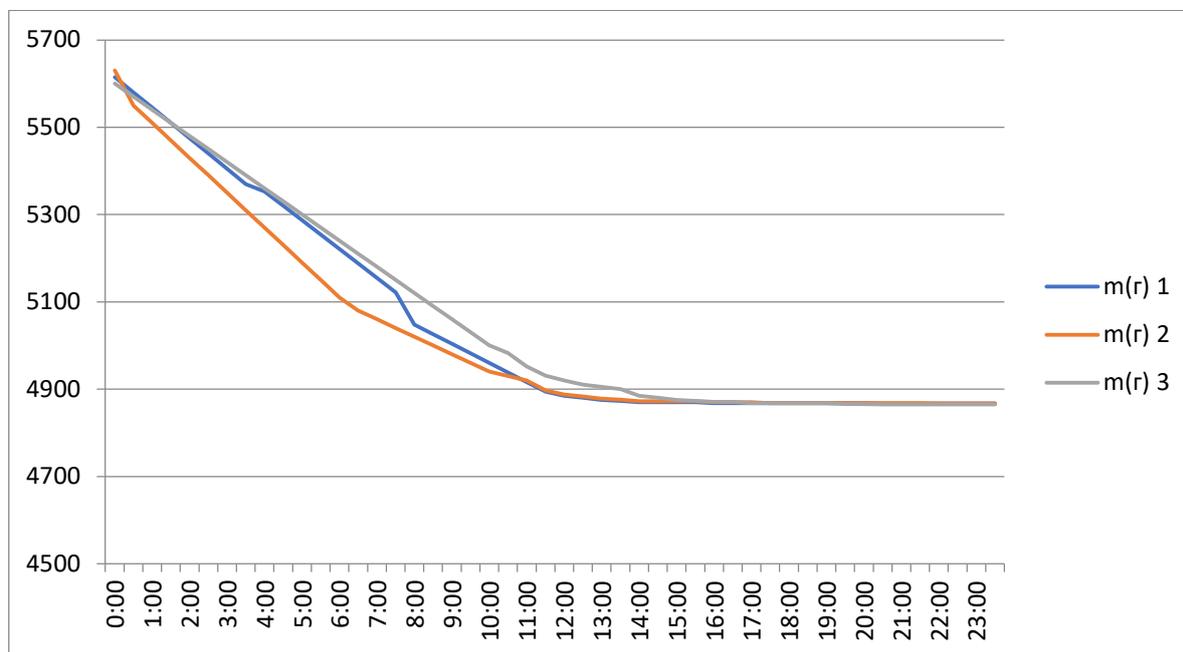


Рис. 7. Диаграмма сушки рукава № 118 (сух. – 4 860 г) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 (завод АО «Рукав») с предварительным отжимом

На рис. 8 представлена диаграмма сушки рукава № 118 (сух. – 4 860 г) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 (завод АО «Рукав») без отжима.

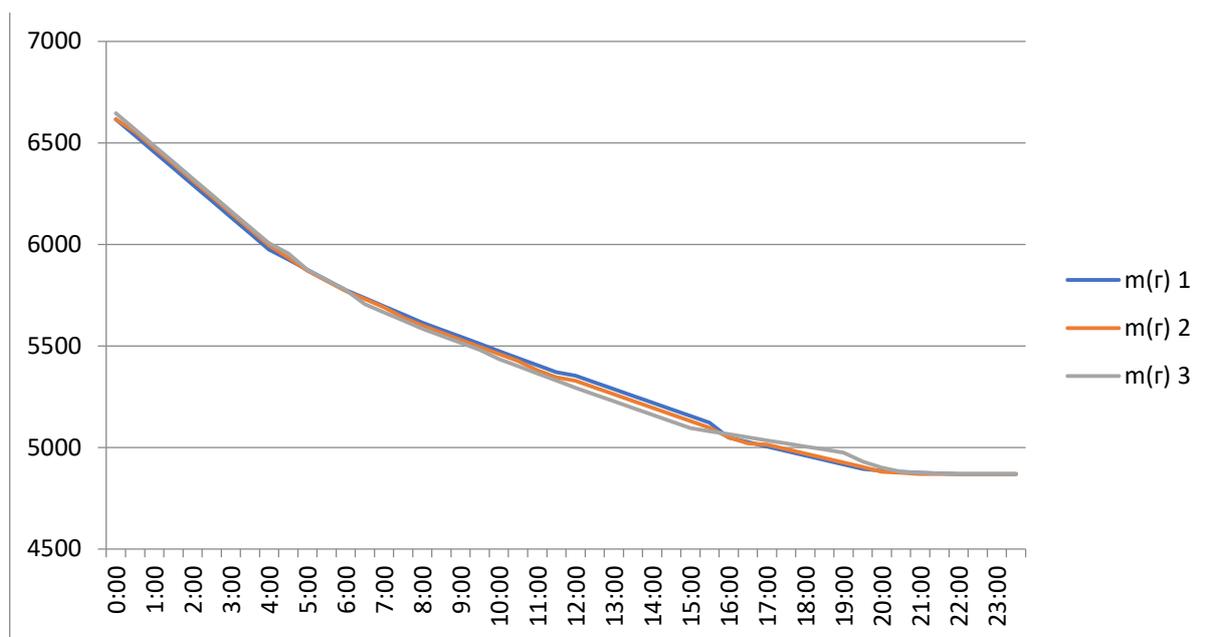


Рис. 8. Диаграмма сушки рукава № 118 (сух. – 4 860 г) РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 (завод АО «Рукав») без отжима

При сравнении диаграмм (рис. 7, 8) видно, что рукав № 118 РПМ(В)-50-1,6-ИМ-УХЛ1 высыхает до постоянной массы без отжима спустя 20 ч, а с предварительным отжимом – спустя 12 ч, при этом изначально теряет до 1 000 г массы за счет слива воды.

### Заключение

На основе анализа технического оснащения и планировочных решений функционирующей рукавной базы разработаны рационализаторские предложения по совершенствованию процесса сушки напорных пожарных рукавов. Решены следующие задачи:

- произведен анализ по эксплуатации и техническому обслуживанию пожарных рукавов в пожарно-спасательных подразделениях;
- собраны статистические данные по выходу из строя и ремонту напорных пожарных рукавов на примере пожарно-спасательной части;
- произведен анализ оборудования отечественного и зарубежного производства для сушки пожарных рукавов;
- на основании проведенного анализа разработаны инженерно-технические решения по повышению эффективности сушки пожарных рукавов;
- проведены исследования по совершенствованию процесса сушки напорных пожарных рукавов.

На основании проведенных экспериментальных исследований определено, что разработанное оборудование для повышения эффективности сушки пожарных рукавов в башенной сушилке позволяет отделить до 1 000 г жидкости, что снижает срок высыхания напорного рукава до 12 ч, тем самым повышая восстановление боевой готовности подразделения, а также позволяет использовать башенную сушилку дважды в течение дежурных суток, повышая производительность сушки.

### Список источников

1. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов / В.И. Логинов [и др.] / под общ. ред. В.И. Логинова. М.: Изд-во ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008. 55 с.
2. Терехнев В.В., Ульянов Н.И., Грачев В.А. Пожарная техника. Книга 1. Пожарно-техническое вооружение. М.: Центр Пропаганды, 2007. 328 с.

3. Иванов В.Е. Сушка дисперсных материалов в сушилке кипящего слоя непрерывного действия: дис. ... канд. техн. наук. Иваново: Ивановский гос. химико-технологический ун-т, 2010.

4. Талашченко А.О., Иванов В.Е. Современное оборудование для обслуживания и сушки пожарных рукавов // Пожарная и аварийная безопасность: сб. материалов XIII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной Году культуры безопасности. Ч. I. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2018. С. 521–522.

5. Иванов В.Е. Разработка конструкции устройства для сушки и хранения пожарных рукавов // Пожарная и аварийная безопасность. в сб. материалов XIV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России. 2019. С. 139–143.

6. Романов Л.И., Иванов В.Е. Оптимизация сушки пожарных рукавов в башенной сушилке // Интеграция науки, образования, общества, производства и экономики: в сб. науч. статей по материалам IV Междунар. науч.-практ. конф. Уфа: Изд-во НИЦ Вестник науки, 2021. С. 33–37.

7. Пучков П.В., Иванов В.Е. Повышение долговечности соединительных рукавных головок напорных рукавов // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф., посвященной Году гражданской обороны. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 186–188.

8. Пучков П.В., Борисов Д.В. Разработка конструкции устройства для восстановления работоспособности рукавных систем на пожаре // Предупреждение. Спасение. Помощь: сб. материалов XXVII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-й годовщине создания гражданской обороны и 25-летию со дня образования Академии. Химки: Акад. гражданской защиты МЧС России, 2017. С. 16–19.

9. Пучков П.В., Костяев А.А. Устройство для восстановления работоспособности рукавных систем на пожаре при поперечном разрыве напорного рукава // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвященной Году гражданской обороны. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 321–326.

10. Пучков П.В., Суконщиков А.А. Новые технические решения, направленные на повышение долговечности соединительных рукавных головок // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов IX Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2018. С. 240–242.

11. Легкова И.А., Зарубин В.П., Иванов В.Е. Использование трехмерной графики при изучении устройства узлов механизмов // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф. с междунар. участием, посвященной 85-летию Ивановской гос. сельскохозяйственной акад. им. Д.К. Беляева. Иваново, 2015. С. 140–143.

12. Иванов В.Е. Снижение металлоемкости конструкции средствами Autodesk Inventor // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов X Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2019. С. 427–429.

## References

1. Metodicheskoe rukovodstvo po organizacii i poryadku ekspluatcii pozharnyh rukavov / V.I. Loginov [i dr.] / pod obshch. red. V.I. Loginova. M.: Izd-vo FGU VNIPO MCHS Rossii, 2008. 55 s.
2. Terebnev V.V., Ul'yanov N.I., Grachev V.A. Pozharnaya tekhnika. Kniga 1. Pozharno-tekhnicheskoe vooruzhenie. M.: Centr Propogandy, 2007. 328 s.
3. Ivanov V.E. Sushka dispersnyh materialov v sushilke kipyashchego sloya nepreryvnogo dejstviya: dis. ... kand. tekhn. nauk. Ivanovo: Ivanovskij gos. himiko-tekhnologicheskij un-t, 2010.
4. Talashchenko A.O., Ivanov V.E. Sovremennoe oborudovanie dlya obsluzhivaniya i sushki pozharnyh rukavov // Pozharnaya i avarijnaya bezopasnost': sb. materialov XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj Godu kul'tury bezopasnosti. Ch. I. Ivanovo: Ivanovskaya pozh.-spas. akad. GPS MCHS Rossii, 2018. S. 521–522.

5. Ivanov V.E. Razrabotka konstrukcii ustrojstva dlya sushki i hraneniya pozharnyh rukavov // Pozharnaya i avarijnaya bezopasnost'. v sb. materialov XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 370-j godovshchine obrazovaniya pozharnoj ohrany Rossii. 2019. S. 139–143.

6. Romanov L.I., Ivanov V.E. Optimizaciya sushki pozharnyh rukavov v bashennoj sushilke // Integraciya nauki, obrazovaniya, obshchestva, proizvodstva i ekonomiki: v sb. nauch. statej po materialam IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ufa: Izd-vo NIC Vestnik nauki, 2021. C. 33–37.

7. Puchkov P.V., Ivanov V.E. Povyshenie dolgovechnosti soedinitel'nyh rukavnyh golovok napornyh rukavov // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya inzhenernyh sistem obespecheniya pozharnoj bezopasnosti ob"ektov: materialy IV Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj Godu grazhdanskoj oborony. Ivanovo: Ivanovskaya pozh.-spas. akad. GPS MCHS Rossii, 2017. S. 186–188.

8. Puchkov P.V., Borisov D.V. Razrabotka konstrukcii ustrojstva dlya vosstanovleniya rabotosposobnosti rukavnyh sistem na pozhare // Preduprezhdenie. Spasenie. Pomoshch': sb. materialov XXVII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 85-j godovshchine sozdaniya grazhdanskoj oborony i 25-letiyu so dnya obrazovaniya Akademii. Himki: Akad. grazhdanskoj zashchity MCHS Rossii, 2017. S. 16–19.

9. Puchkov P.V., Kostyaev A.A. Ustrojstvo dlya vosstanovleniya rabotosposobnosti rukavnyh sistem na pozhare pri poperechnom razryve napornogo rukava // Sovremennye pozharobezopasnye materialy i tekhnologii: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj Godu grazhdanskoj oborony. Ivanovo: Ivanovskaya pozh.-spas. akad. GPS MCHS Rossii, 2017. S. 321–326.

10. Puchkov P.V., Sukonshchikov A.A. Novye tekhnicheskie resheniya, napravlennye na povyshenie dolgovechnosti soedinitel'nyh rukavnyh golovok // Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov: sb. materialov IX Vseros. nauch.-prakt. konf. Ivanovo: Ivanovskaya pozh.-spas. akad. GPS MCHS Rossii, 2018. S. 240–242.

11. Legkova I.A., Zarubin V.P., Ivanov V.E. Ispol'zovanie trekhmernoj grafiki pri izuchenii ustrojstva uzlov mekhanizmov // Agrarnaya nauka v usloviyah modernizacii i innovacionnogo razvitiya APK Rossii: sb. materialov Vseros. nauch.-metod. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashchennoj 85-letiyu Ivanovskoj gos. sel'skohozyajstvennoj akad. im. D.K. Belyaeva. Ivanovo, 2015. S. 140–143.

12. Ivanov V.E. Snizhenie metalloemkosti konstrukcii sredstvami Autodesk Inventor // Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov: sb. materialov X Vseros. nauch.-prakt. konf. Ivanovo: Ivanovskaya pozh.-spas. akad. GPS MCHS Rossii, 2019. S. 427–429.

#### **Информация о статье:**

Поступила в редакцию: 24.06.2022

Принята к публикации: 27.06.2022

#### **The information about article:**

Article was received by the editorial office: 24.06.2022

Accepted for publication: 27.06.2022

#### *Информация об авторах:*

**Виталий Евгеньевич Иванов**, доцент кафедры механики, ремонта и деталей машин (в составе учебно-научного комплекса «Пожаротушение») Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (153040, г. Иваново, пр. Строителей, д. 33), кандидат технических наук, e-mail: vitaliyivanov@yandex.ru

#### *Information about the authors:*

**Vitaly E. Ivanov**, associate professor of the department of mechanics, repair and machine parts (as part of the educational and scientific complex «Firefighting») Ivanovo fire and rescue academy of the State fire service of EMERCOM of Russia (153040, Ivanovo, Stroiteley ave., 33), candidate of technical sciences, e-mail: vitaliyivanov@yandex.ru

# ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

УДК 614.842.435

## РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ РАЗБОРЧИВОСТИ ПЕРЕДАВАЕМОЙ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ВО ВРЕМЯ ПОЖАРА

✉ Инга Сергеевна Черанёва;

Михаил Александрович Васильев.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

Санкт-Петербург, Россия

✉ [ingacheranyova4@gmail.com](mailto:ingacheranyova4@gmail.com)

*Аннотация.* Анализ нормативно-правовой базы свидетельствует о том, что, несмотря на необходимость обеспечения разборчивости передаваемой речевой информации речевыми оповещателями, методы оценки данной характеристики не регламентируются нормативными документами по пожарной безопасности. Изучив существующие методы оценки разборчивости и функциональные возможности программ автоматического распознавания речи, в данной работе был предложен метод оценки разборчивости речевого оповещения с помощью программы для преобразования речи в текст. По разработанному авторами методу была проведена оценка разборчивости фонограммы речевого оповещения, используемой на эксплуатируемом объекте. В результате оценки было выявлено, что на разборчивость оповещения наиболее сильное влияние оказывают маскирующие шумы, нелинейные искажения, создаваемые техническими средствами, а также дикция и произношение автора. В целях повышения разборчивости передаваемой речевой информации во время пожара по результатам оценки разборчивости оповещения были разработаны рекомендации.

*Ключевые слова:* система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, речевое оповещение, разборчивость речи, автоматическое распознавание голоса

**Для цитирования:** Черанёва И.С., Васильев М.А. Разработка рекомендаций по повышению разборчивости передаваемой речевой информации во время пожара // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 29–38.

## DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS ON INCREASING THE INTELLIGIBILITY OF THE TRANSMITTED SPEECH INFORMATION DURING A FIRE

✉ Inga S. Cheranyova;

Mikhail A. Vasiliev.

Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university, Saint-Petersburg, Russia

✉ [ingacheranyova4@gmail.com](mailto:ingacheranyova4@gmail.com)

*Abstract.* An analysis of the legal framework indicates that, despite the need to ensure the intelligibility of the transmitted speech information by voice annunciators, the methods for assessing this characteristic are not regulated by fire safety regulations. Having studied the existing methods for assessing the intelligibility and the functionality of automatic speech recognition programs, in this paper a method was proposed for assessing the intelligibility of a speech alert using a program for converting speech to text. According to the method developed by the author, the intelligibility of the voice alert phonogram used at the operated facility was assessed. As a result of the evaluation, it was found that the intelligibility of the notification is most strongly influenced

by masking noises, non-linear distortions created by technical means, as well as the diction and pronunciation of the author. In order to improve the intelligibility of the transmitted speech information during a fire, recommendations were developed based on the results of the assessment of the intelligibility of the warning.

*Keywords:* public address and evacuation control system in case of fire, voice notification, speech intelligibility, automatic voice recognition

**For citation:** Cheraneva I.S., Vasiliev M.A. Development of recommendations on increasing the intelligibility of the transmitted speech information during a fire // *Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty)* = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2022. № 2 (42). P. 29–38.

## Введение

Сохранение жизни и здоровья людей при возникновении пожара является основной задачей при проектировании системы пожарной безопасности. При возникновении пожара ключевую роль играет правильная и своевременная эвакуация людей, организация которой осуществляется с помощью системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) [1].

СОУЭ при пожаре должны быть установлены на объектах, где воздействие опасных факторов пожара может привести к травматизму и (или) гибели людей [1].

Одним из способов оповещения людей при пожаре является речевое оповещение, которое представляет собой трансляцию с помощью речевых пожарных оповещателей специально разработанных текстов, информирующих людей о возникновении чрезвычайной ситуации и порядке их дальнейших действий. Речевое оповещение входит в состав технических средств, обязательных для применения в СОУЭ 3–5 типов [2].

В соответствии с требованиями ч. 4 ст. 84 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ФЗ № 123-ФЗ) речевые оповещатели должны быть расположены таким образом, чтобы в любой точке защищаемого объекта, где требуется оповещение людей о пожаре, обеспечивалась разборчивость передаваемой речевой информации [1]. Термин «разборчивость» и метод оценки данной характеристики в данном документе отсутствуют.

В 2021 г. был впервые введен ГОСТ Р 59639–2021 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность». Данный ГОСТ содержит нормы, направленные на обеспечение соблюдения требований пожарной безопасности на всех жизненных циклах системы [3].

Тем не менее метод оценки разборчивости передаваемой речевой информации также отсутствует.

Под разборчивостью речи понимают относительное количество правильно принятых элементов речи (звуков, слогов, слов, фраз), выраженное в процентах от общего числа переданных элементов [4]. Разборчивость оповещения о пожаре является немаловажной характеристикой и требует особого внимания, так как очень важно достоверно донести информации до эвакуируемых, не вызвав при этом неверных действий и паники, поскольку от этого будет зависеть скорость реагирования человека и время начала эвакуации.

Таким образом, актуальность проводимого исследования обусловлена отсутствием нормативных требований к проведению оценки разборчивости речевого оповещения о пожаре.

Цель исследования – разработать рекомендации по повышению разборчивости передаваемой речевой информации во время пожара.

## Методы исследования

При передаче информации от источника до слушателя происходит потеря информации из-за различных шумов, искажений, реверберационных помех и т.д. Потери могут быть настолько сильными, что становится невозможным понимание смысла речи. Разборчивость речи не зависит от громкости источника звука напрямую, так как даже если

речь очень громко слышна, она может оставаться совершенно неразборчивой (к примеру в зданиях железнодорожных вокзалов) [5]. В связи с этим возникает необходимость оценивать разборчивость речи.

Объективная оценка разборчивости речи является сложной задачей, требующей учета ряда факторов, таких как различное восприятие каждого речевого поддиапазона человеческим слухом или различные физические свойства каждой полосы частот речевого сигнала [6]. Для регулирования процесса оценки разборчивости речи в различных сферах в настоящее время в Российской Федерации действуют следующие стандарты: ГОСТ 16600–72, ГОСТ Р 50840–95, ГОСТ Р 51061–97, ГОСТ 25902–2016 и др.

В данных стандартах для оценки разборчивости речи применяются методы артикуляционных измерений (экспертные оценки), метод парных сравнений, также измеряют фразовую разборчивость при ускоренном темпе произнесения.

Для оценки разборчивости подбирают группу натренированных экспертов. Качественный состав группы экспертов играет роль в определении разборчивости. Влияет профессия, образование, память и сообразительность экспертов. Когда проводятся объемные измерения разборчивости, влияние внешних факторов и субъективизм, создаваемый человеческим фактором, усредняется. В таком случае измерения считаются наиболее достоверными и объективными [5].

Рассмотрим процедуру определения разборчивости речи на примере оценки в зрительных залах согласно ГОСТ 25902–2016. Измерения проводятся следующим образом: дикторы зачитывают в определенном ритме стандартизованные слоговые таблицы в выбранном помещении. Группа аудиторов размещается в разных местах помещения и записывает прослушиваемый текст. Отношение правильно записанных на слух фонетических элементов к общему количеству переданных и определяет процент разборчивости. Полученный процент сравнивается с требуемым, и выставляется оценка качества разборчивости [7].

Метод артикуляции позволяет дать объективную оценку разборчивости речи, что является его главным достоинством. Но данный метод имеет и свои недостатки, так как организация субъективных экспертиз по оценке разборчивости речи сложная, длительная и достаточно дорогостоящая процедура.

В связи с отсутствием требований к процедуре оценки разборчивости информации, транслируемой речевыми оповещателями, она оценивается посредственно. Процедура проведения экспертных оценок сложная, длительная и достаточно дорогостоящая, поэтому в данном исследовании предлагается проводить процедуру оценки разборчивости речи с помощью программы преобразования голоса в текст.

Обзор функциональных возможностей систем распознавания речи показал, что с каждым годом потенциал данных систем возрастает, качество распознавания речи улучшается [8, 9]. Автоматическое распознавание голоса, как одно из направлений в области искусственного интеллекта, уже получило широкое распространение в различных сферах человеческой деятельности. Таким образом, анализ технических возможностей систем распознавания речи показал, что программы для преобразования речи в текст можно было бы применять в качестве инструмента оценки разборчивости речевого оповещения.

Для проведения данного исследования были проанализированы существующие программы автоматического распознавания голоса и преобразования его в текст. По результатам анализа была выбрана отечественная программа Voco Professional. Её преимущество относительно других сервисов:

- распознает речь и преобразует её в документ Microsoft Word;
- высокое качество распознавания слов;
- легко обучается новым словам, путем добавления их в словарь;
- проста в использовании;
- приспособлена для работы в сложной акустической обстановке.

Программа Voco Professional разработана отечественной группой компаний «Центр речевых технологий» (ЦРТ), занимающихся разработкой программных решений по проведению автоматической идентификации человека по голосу, биометрической идентификации лиц в видеопотоке и др. [10].

Исследование проводилось в демонстрационной версии данной программы, которая полностью идентична по своим возможностям платной версии.

Для обеспечения максимально возможной для Voco Professional точности распознавания при проведении измерений был выбран контрольный микрофон Zoom Handy Recorder H1. Данное устройство оснащено двумя двунаправленными микрофонами XY-конфигураций, которые расположены по отношению друг к другу под углом 90°, что позволяет записывать чистый стереосигнал и улавливать звук на подобии человеческого уха. Таким образом, данный контрольный микрофон в комплексе с программой для распознавания речи позволяет заменить экспертов в оценке разборчивости речевого оповещения.

Для оценки разборчивости речевого оповещения автором была предложена следующая схема проведения эксперимента (рис. 1).

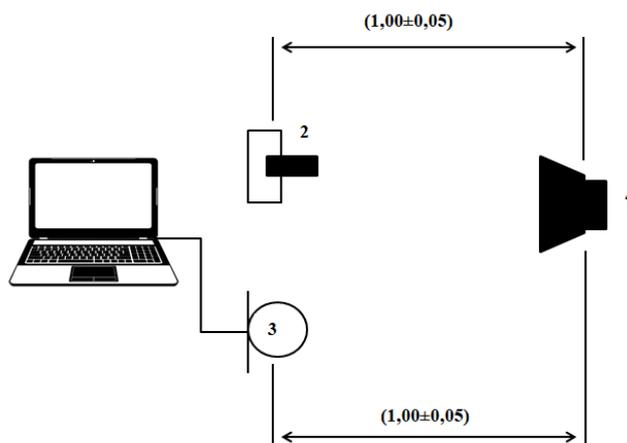


Рис. 1. Схема проведения эксперимента: 1– ПК + программа Voco Professional; 2 – шумомер; 3 – контрольный микрофон; 4 – элемент речевого оповещения

Разработанная автором методика проведения эксперимента по оценке разборчивости речевого оповещения с помощью программы по распознаванию речи и преобразованию её в текст заключается в следующем:

1. В первую очередь проводится оценка работоспособности элемента речевого оповещения. Для оценки соответствия элемента речевого оповещения требованиям СП 3.13130.2009 проводится измерение уровня звукового давления. В соответствии с рекомендациями ГОСТ Р 59639–2021 и приведенной в нем методике проверки СОУЭ уровень звукового давления элемента оповещения измеряется с помощью шумомера ADA ZSM 130.

Измерительный микрофон шумомера располагаются с фронтальной стороны элемента речевого оповещения, горизонтально на одной оси на расстоянии  $(1,00 \pm 0,05)$  м.

2. К персональному компьютеру (ПК) подключается контрольный микрофон, и запускается программа для расшифровки речи в текст Voco Professional. В связи с отсутствием методики оценки разборчивости речевого оповещения размещение контрольного микрофона было принято таким же, как и для измерительного микрофона шумомера – с фронтальной стороны элемента речевого оповещения, горизонтально на одной оси на расстоянии  $(1,00 \pm 0,05)$  м.

3. Через элемент речевого оповещения воспроизводится выбранная фонограмма.

Эксперимент проводится в три этапа:

I этап – проводится оценка разборчивости выбранной фонограммы. По результатам первого этапа выявляются основные недостатки записи фонограммы, которые влияют на процент разборчивости сообщения;

II этап – проводится оценка разборчивости фонограммы после обработки в аудиоредакторе, с помощью которого из записи удаляются маскирующие шумы, выравливается амплитуда для исключения нелинейных искажений;

III этап – проводится оценка разборчивости фонограммы с выдержанными интервалами между словами, которые создаются также в аудиоредакторе.

Проводимый эксперимент носит вероятностный характер, исход которого неизвестен, неоднозначен и случаен, поэтому для получения наиболее точного результата на каждом из этапов эксперимента фонограмма оценивалась три раза. По результатам трех оценок определяется средний процент разборчивости фонограммы.

В проводимом исследовании авторами был выбран аудиоредактор Adobe Audition. Данный аудиоредактор позволяет выполнить все необходимые операции. Для работы в данной программе не требуются определенные навыки, так как она проста в использовании.

4. Полученный в результате распознавания текст сопоставляется с оригиналом, и вычисляется процент словесной разборчивости для каждого случая.

Для определения процента разборчивости сообщения  $W$  в проводимом эксперименте используется следующая формула:

$$W = \frac{N_B}{N} \times 100,$$

где  $N$  – число переданных слов;  $N_B$  – число верно распознанных программой слов.

В число передаваемых слов входят все слова выбранной фонограммы, включая предлоги и союзы. К верно распознанным словам авторами принято относить слова в том случае, когда программа в точности с исходной фонограммой воспроизводит слова в том же числе и падеже, не искажая окончания.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для проведения оценки разборчивости речевого оповещения была выбрана реальная фонограмма оповещения, применяемая в одном из музеев Санкт-Петербурга. Выбранная фонограмма звучит следующим образом: «Внимание, уважаемые посетители и сотрудники музея! По техническим причинам музей закрывается. Просьба покинуть помещение через ближайший выход». Сообщение транслировалось на трех языках – русский, английский и французский, для проведения оценки была выбрана часть только на русском языке. Визуализация данного речевого сообщения – спектрограмма (рис. 2).



Рис. 2. Спектрограмма исследуемой фонограммы в исходном виде

Из спектрограммы видно, что в исследуемой фонограмме присутствуют маскирующие шумы и нелинейные искажения.

На первом этапе эксперимента оценивалась исходная запись. Результаты распознавания фонограммы программой Voco Professional представлены на рис. 3. Текст выводился в Microsoft Word, желтым цветом выделены ошибки, допущенные программой.

1. Внимание **пожар** посетителей **ей** сотрудники музея техническим причинам закрывается **просто** покинуть помещение ближайших.
2. Внимание **пожар** посетителей **ей** сотрудники музея техническим причинам закрывается **просто** покинуть помещение **лежащих**.
3. Внимание посетителей **ей** сотрудники музея техническим причинам **закрывает** **просто** покинуть помещение выход

Рис. 3. Результаты распознавания исходной фонограммы программой Voco Professional

По результатам оценки исходной записи в первом случае видно:

- программа не распознала два слова – «музей» и «выход», предлоги «по», «через», а также союз «и»;
- слово «уважаемые» программа распознала как «пожар», слово «просьба» как «просто»;
- в двух словах программа допустила ошибки в распознавании окончаний.

Во время распознавания программой оповещения во второй раз были допущены аналогичные ошибки, за исключением того, что слово «ближайший» программа распознала как «лежащий».

В третьем случае программой были допущены следующие ошибки:

- программа, как и в первых двух случаях, не распознала предлоги и союз, а также не распознала два слова – «уважаемые» и «ближайший»;
- слово «просьба» программа распознала как «просто»;
- в двух словах программа допустила ошибки в распознавании окончаний.

Далее, для каждого случая был определен процент разборчивости оповещения, результаты оценки разборчивости исходной фонограммы представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты оценки разборчивости исходной фонограммы

№ измерения	Уровень звука, дБА	Неверно распознано слово	Не распознано слово полностью	Неверные окончания слов	Оценка разборчивости	Общая оценка разборчивости
Исходная фонограмма						
1	75,7	2	5	1	52,9 %	50,9 %
2	76,9	3	4	1	52,9 %	
3	76,3	2	5	2	47 %	

В результате оценки исходной записи по результатам трех испытаний средняя оценка разборчивости речи составила 50,9 %. В каждом из случаев программа не распознает предлоги и союз, также не были распознаны либо одни и те же слова, либо находящиеся рядом в предложении. Из этого можно сделать вывод, что данные слова диктор произносит нечетко, слитно с другими словами, либо слова не были распознаны из-за маскирующих шумов, присутствующих в фонограмме.

На втором этапе исходная запись фонограммы была обработана с помощью программы Adobe Audition, были удалены шумы, создаваемые техническими средствами в процессе записи.

Спектрограмма фонограммы после удаления шумов из исходной записи представлена на рис. 4.



Рис. 4. Спектрограмма фонограммы после удаления шумов из исходной записи

Результаты распознавания фонограммы после удаления шумов из исходной записи представлены на рис. 5.

1. Внимание **выражений** посетители и сотрудники музея техническим причинам закрывается **просто** покинуть помещение ближайший выход.
2. Внимание уважаемые посетители и сотрудники музея техническим причинам закрываются **просто** покинуть помещение ближайший выход
3. Внимание уважаемые посетители и сотрудники **моей** техническим причинам закрывается **просто** покинуть помещение ближайший выход.

Рис. 5. Результаты распознавания исходной фонограммы программой Voco Professional

По результатам оценки фонограммы после удаления шумов в первом случае видно:

- программа не распознала одно слово – «музей», а также предлоги «по» и «через»;
- слово «уважаемые» программа распознала как «выражений», слово «просьба» – как «просто»;
- все окончания слов были распознаны верно.

Во время распознавания программой оповещения без шумов во второй раз были допущены аналогичные ошибки, за исключением того, что программа не распознала только предлоги «по» и «через».

В третьем случае программой были допущены следующие ошибки:

- программа, как и в первых двух случаях, не распознала предлоги «по» и «через», а также не распознала слово «музей»;
- слово «музея» программа распознала как «моей», слово «просьба» – «просто»;
- все окончания слов были распознаны верно.

Результаты оценки разборчивости фонограммы без шумов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты оценки разборчивости фонограммы без шумов

№ измерения	Уровень звука, дБА	Неверно распознано слово	Не распознано слово полностью	Неверные окончания слов	Оценка разборчивости	Общая оценка разборчивости
1	79,8	2	3	–	70,5 %	74,5 %
2	87,3	1	3	–	76,5 %	
3	76,9	1	3	–	76,5 %	

После удаления шумов с исходной записи разборчивость речи повысилась на 23,6 %, средняя оценка разборчивости речи составила 74,5 %. На втором этапе оценки разборчивости фонограммы без шумов число неверно распознанных и не распознанных слов сократилось, все слова были распознаны в верном числе и падеже. Тем не менее после удаления шумов предлоги в фонограмме программой не были распознаны.

В процессе анализа полученных результатов по первым двум оценкам было отмечено, что ошибки возникают в те моменты, когда диктор не выдерживает паузы между словами, произнося их почти слитно. Поэтому на третьем этапе оценки разборчивости, в фонограмму были включены интервалы между словами. Результаты распознавания программой фонограммы с выдержанными интервалами между словами представлены на рис. 6.

1. Внимание уважаемые посетители и сотрудники музея по техническим причинам музей закрывается роль помещение через ближайший выход
2. Внимание уважаемые посетители и сотрудники музея по техническим причинам музей закрывается роль помещение через ближайший выход
3. Внимание уважаемые посетители и сотрудники музея по техническим причинам музей закрывается роль помещение через ближайший выход.

Рис. 6. Результаты распознавания с выдержанными интервалами между словами программой Voco Professional

По результатам оценки фонограммы с выдержанными интервалами между словами видно:

- во всех случаях слово «покинуть» программа не распознает совсем;
- во всех случаях слово «просьба» программа распознает как «роль», в третьем случае также была допущена ошибка в распознавании предлога «по»;
- все окончания слов во всех случаях были воспроизведены программой верно.

В табл. 3 представлены результаты оценки фонограммы на третьем этапе исследования.

Таблица 3. Результаты оценки разборчивости фонограммы с расстановкой интервалов

№ измерения	Уровень звука, дБА	Неверно распознано слово	Не распознано слово полностью	Неверные окончания слов	Оценка разборчивости	Общая оценка разборчивости
1	78,5	1	1	–	88,2 %	86,3 %
2	79,3	1	1	–	88,2 %	
3	77,6	2	1	–	82,4 %	

По результатам эксперимента разборчивость речи повысилась на 11,8 % относительно второго эксперимента и на 35,4 % относительно исходной записи, средняя оценка разборчивости речи составила 86,3 %.

### Заключение

В связи с отсутствием методов оценки разборчивости речевого оповещения о пожаре был предложен метод оценки с помощью программы для распознавания речи и преобразования её в текст.

Для проведения исследования была выбрана программа Voco Professional. Возможности и потенциал разработчиков данной программы позволяют создать специальную программу для оценки разборчивости речевого оповещения о пожаре.

По результатам проведенных исследований были разработаны следующие рекомендации по повышению разборчивости речевого информирования о пожаре:

1. Запись фонограммы речевого оповещения производить на профессиональном оборудовании и в специализированном помещении.

2. После записи фонограммы речевого оповещения проводить дополнительную обработку при помощи аудиоредактора (удалять с фонограммы шумы от технических средств звукозаписи, выравнивать фонограмму по амплитуде во избежание нелинейных искажений).

3. Во время записи фонограммы соблюдать интервалы между словами при произношении.

4. В спорных случаях обеспечения разборчивости речевого информирования о пожаре проводить экспертные оценки в соответствии с методиками, регулируемые национальными стандартами.

Кроме того, подводя итоги исследования, можно сделать вывод о том, что разработка профессиональной специализированной программы по распознаванию речевого оповещения позволит упростить процесс оценки разборчивости речи.

### Список источников

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (с изм. от 30 апр. 2021 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. СП 3.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2022).

3. ГОСТ Р 59639–2021 Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2022).

4. ГОСТ Р 51061–97 Системы низкоскоростной передачи речи по цифровым каналам // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2022).

5. French N.R., Steinberg J.C. Factors governing the intelligibility of speech sounds // The journal of the Acoustical society of America. 1947. Vol. 19. № 1. P. 90–119.

6. Покровский Н.Б. Расчет и измерение разборчивости речи. М.: Гос. изд-во литературы по вопросам связи и радио, 1962. 392 с.

7. ГОСТ 25902–2016 Зрительные залы. Методы определения разборчивости речи // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2022).

8. Baber C., Hone K.S. Modelling error recovery and repair in automatic speech recognition // International Journal of Man-Machine Studies. 1993. Vol. 39. № 3. P. 495–515.

9. Speech-Based Navigation During Dictation: Difficulties, Consequences, and Solutions / Sears A. [et. al.] // Human Computer Interaction. 2003. Vol. 18. № 3. P. 229–257.

10. Группа компаний «ЦРТ». URL: <https://www.speechpro.ru/about/> (дата обращения: 18.03.2022).

### References

1. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ (s izm. ot 30 apr. 2021 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

2. SP 3.13130.2009. Svod pravil. Sistemy protivopozharnoj zashchity. Sistema opoveshcheniya i upravleniya evakuaciej lyudej pri pozhare. Trebovaniya pozharnoj bezopasnosti // ELEKTRONNYJ FOND pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (data obrashcheniya: 21.05.2022).

3. GOST R 59639–2021 Rukovodstvo po proektirovaniyu, montazhu, tekhnicheskomu obsluzhivaniyu i remontu. Metody ispytanij na rabotosposobnost' // ELEKTRONNYJ FOND

pravovoj i normativno-tehnicheskoy dokumentacii. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (data obrashcheniya: 21.05.2022).

4. GOST R 51061–97 Sistemy nizkoskorostnoj peredachi rechi po cifrovym kanalim // ELEKTRONNYJ FOND pravovoj i normativno-tehnicheskoy dokumentacii. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (data obrashcheniya: 21.05.2022).

5. French N.R., Steinberg J.C. Factors governing the intelligibility of speech sounds // The journal of the Acoustical society of America. 1947. Vol. 19. №. 1. P. 90–119.

6. Pokrovskij N.B. Raschet i izmerenie razborchivosti rechi. M.: Gos. izd-vo literatury po voprosam svyazi i radio, 1962. 392 s.

7. GOST 25902–2016 Zritel'nye zaly. Metody opredeleniya razborchivosti rechi // ELEKTRONNYJ FOND pravovoj i normativno-tehnicheskoy dokumentacii. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (data obrashcheniya: 21.05.2022).

8. Baber C., Hone K.S. Modelling error recovery and repair in automatic speech recognition // International Journal of Man-Machine Studies. 1993. Vol. 39. № 3. P. 495–515.

9. Speech-Based Navigation During Dictation: Difficulties, Consequences, and Solutions / Sears A. [et. al.] // Human Computer Interaction. 2003. Vol. 18. № 3. P. 229–257.

10. Gruppa kompanij «CRT». URL: <https://www.speechpro.ru/about/> (data obrashcheniya: 18.03.2022).

#### **Информация о статье:**

Поступила в редакцию: 25.05.2022

Принята к публикации: 31.05.2022

#### **The information about article:**

Article was received by the editorial office: 25.05.2022

Accepted for publication: 31.05.2022

#### *Информация об авторах:*

**Инга Сергеевна Черанёва**, студент Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29), e-mail: [ingacheranyova4@gmail.com](mailto:ingacheranyova4@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-1008-7579>

**Михаил Александрович Васильев**, доцент Высшей школы техносферной безопасности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29), кандидат технических наук, e-mail: [mavas01@rambler.ru](mailto:mavas01@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8329-059X>

#### *Information about the authors:*

**Inga S. Cheranyova**, student of Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university (196105, Saint-Petersburg, Polytechnic st., 29), e-mail: [ingacheranyova4@gmail.com](mailto:ingacheranyova4@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-1008-7579>

**Mikhail A. Vasiliev**, associate professor of Higher school of technosphere safety Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university (196105, Saint-Petersburg, Polytechnic st., 29), candidate of technical sciences, e-mail: [mavas01@rambler.ru](mailto:mavas01@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8329-059X>

УДК 331.453

## **ВІМ-ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

✉ **Марина Олеговна Ананенко.**

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия**

✉ ***ananenko.mo@edu.spbstu.ru***

*Аннотация.* Работа посвящена оценке эффективности внедрения ВІМ-технологий в систему управления охраной труда на строительном производстве. Благодаря достижению основных задач исследования, а именно адаптации программы Autodesk в комплексе с базой данных в систему охраны труда на примере строительного участка, разработка рекомендаций по снижению уровня травматизма на производстве путем внедрения программного продукта в действующую систему управления охраны труда и обоснование экономической эффективности внедрения рекомендаций оценена на примере определенного участка строительно-монтажных работ. В результате была доказана эффективность внедрения новой технологии в действующую систему управления охраной труда на строительном производстве и разработаны рекомендации по ее внедрению для снижения уровня травматизма на производстве.

*Ключевые слова:* охрана труда, система управления охраной труда, профессиональные риски, травматизм, условия труда, безопасность строительства, ВІМ-технологии, информационное моделирование

**Для цитирования:** Ананенко М.О. ВІМ-технологии в системе управления охраной труда на строительном производстве // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 39–46.

## **BIM IN THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

✉ **Marina O. Ananenko.**

**Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university, Saint-Petersburg, Russia**

✉ ***ananenko.mo@edu.spbstu.ru***

*Abstract.* The work is devoted to evaluating the effectiveness of the introduction of BIM technologies into the occupational safety management system in construction production. Due to the achievement of the main objectives of the study, namely the adaptation of the Autodesk program, in combination with the database, into the occupational safety system on the example of a construction site, the development of recommendations to reduce the level of injuries at work by introducing a software product into the current occupational safety management system and the justification of the economic efficiency of the implementation of recommendations evaluated on the example of a certain site of construction and installation works. As a result, the effectiveness of the introduction of new technology into the current occupational safety management system in the construction industry was proved and recommendations for its implementation were developed to reduce the level of injuries at work.

*Keywords:* occupational safety, occupational safety management system, occupational risks, injuries, working conditions, construction safety, BIM technologies, information modeling

**For citation:** Ananenko M.O. BIM in the occupational health and safety management system in the construction industry // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2022. № 2 (42). P. 39–46.

## Введение

Цель работы – снижение уровня производственного травматизма путем внедрения мероприятий, созданных с использованием комплекса средств BIM-технологий, по обеспечению безопасности работников строительной области.

Градостроительная область, с точки зрения обеспечения охраны труда, является одной из самых сложных. Это обуславливается большим количеством видов опасных работ, производимых на объектах строительства. И хотя, с одной стороны, существует пристальный контроль государственных надзорных органов и обширная нормативно-правовая база, регулирующая производство, с другой стороны, имеет место быть высокий уровень травматизма и нарушений. Большинство причин возникновения несчастных случаев и аварий, выявленных в ходе анализа статистических данных, можно устранить с помощью эффективной системы управления охраной труда на производстве, контролирующей и обеспечивающей исполнение требований законодательства и технологической документации с использованием новых действенных методик. В работе предложена методика по обеспечению безопасности в строительном производстве с использованием современных BIM-технологий, обеспечивающая быстрые и понятные способы контроля за соблюдением требований охраны труда и позволяющая облегчить работу лицам, отвечающим за это.

## Методы исследования

В исследовании использовались методы анализа нормативно-технической базы в области охраны труда, анализ статистических данных по несчастным случаям, оценка влияния опасных и вредных производственных факторов на степень безопасности строительного производства, оценки экономической эффективности мер по обеспечению безопасности и оцифровки строительных участков и присутствующих там производственных факторов, включающие в себя информационное моделирование с использованием программы Autodesk Revit.

## Результаты исследования

BIM-технологии (Building Information Modeling – информационное моделирование зданий) – активно набирающий популярность метод проектирования зданий с использованием современных технологий и представляющий собой 3D модель сооружения со включенной в нее информацией о каждом ее элементе, включая размеры, количество, характеристики и их стоимость. Главной особенностью технологии является возможность визуализировать объект строительства, вносить изменения в проект без значительных временных затрат и прогнозировать их эффективность, благодаря взаимосвязанности всех элементов модели и автоматическому перерасчету их характеристик. Информационные модели зданий используются не только на этапе проектирования и планирования, но и для контроля хода строительства, эксплуатации здания и его демонтажа. Такие модели сооружений создаются с использованием современных систем автоматического проектирования, например Autodesk Revit, а необходимые расчеты производятся предустановленными программами.

Эффективность использования BIM-технологий в производстве доказана статистическими данными [1, 2] и большим количеством исследований специалистов. BIM-технологии позволяют добиться максимального эффекта от внесения изменений и акцентировать усилия на более ранних стадиях проекта строительства, таких как создание концепции и проектирование, когда внесение изменений требует меньших усилий и затрат, что в конечном итоге позволяет сократить стоимость строительства и его сроки примерно на 10 %.

Однако существуют и значительные проблемы, замедляющие процесс повсеместного внедрения методики. Исходя из анализа опыта использования технологии, следует, что целесообразно вводить BIM-технологии только для построения сложных проектов, требующих детальной проработки, а для простых и типовых проектов, особенно представителям малого и среднего бизнеса, внедрение новой методики будет очень дорогостоящим и не окупающимся [3].

Добавление методик управления охраной труда на строительном производстве в процесс работы с информационной моделью здания может быть направлено на оптимизацию и усиление работы специалистов, в чьи обязанности входит контроль за соблюдением требований охраны труда и профилактика травматизма, а также уменьшение затрат на мероприятия по снижению профессиональных рисков, страховые выплаты и штрафы от государственных надзорных органов. Лучшие результаты достигаются благодаря таким возможностям методики, как дистанционное и в режиме реального времени отслеживание ситуации и условий труда на каждом участке производства работ без затрат времени на перемещение по строительному объекту, направление внимания и времени на участки, где на данный момент присутствует высокий риск воздействия опасных и вредных производственных факторов на работников или возникновения аварийной ситуации, наглядное отражение верных способов установки средств защиты, планирование сценариев развития возможного инцидента или аварии, сбор и аккумуляция статистических данных о степени влияния опасных факторов на уровень травматизма.

Процесс работы и использования BIM-технологий в системе управления охраной труда подробно описан создателем одной из самых успешных методик и специалистом Группы «Эталон» в диссертации «Мониторинг и оценка уровня охраны труда строительного производства с привлечением комплекса средств BIM-технологии» [4]. Даная методика представляет собой уникальный инструмент для дистанционного контроля, оперативного вмешательства, расчета эффективности и уровня безопасности условий труда на объекте. Основой работы с методикой является программное обеспечение, разработанное и настроенное под выявленные вредные и опасные факторы на производственном объекте и потенциальные риски на модель, составление алгоритма автоматического расчёта уровня безопасности на основе метода Файна-Кинни и настройка фото и видео контроля и фиксации. Программа самостоятельно сопоставляет полученный результат расчёта уровня риска и безопасности с соответствующим классом условий труда и для наглядности выделяет их. На основании этого специалистом принимаются решения о внедрении методик по снижению существующего риска на участке работ, приостановке работ до устранения нарушений и организации внеплановой проверки. Согласно отчетам специалистов, описанный способ контроля за соблюдением требований безопасности позволяет в три раза снизить количество травм среди работников и, несмотря на необходимость затрат на его внедрение, все они носят разовый характер и окупаются за счет экономии почти на всех этапах строительства, в том числе благодаря уменьшению затрат на мероприятия по охране труда и страховые выплаты [5]. Для доказательства автором был проведен натуральный эксперимент по внедрению BIM-технологий в действующую в компании систему управления охраной труда на примере участка строительного производства. На выбранном участке строительно-монтажных работ проводились традиционные контрольные мероприятия за выполнением требований охраны труда, и были рассчитаны затраты на устранение выявленных нарушений. После чего был проведен расчёт аналогичных затрат при проведении проверки с использованием BIM-технологий, использование которых позволило бы своевременно обнаружить нарушение требований безопасности и оперативно приступить к их устранению, в итоге снизив затраты примерно в три раза. Результаты информационного моделирования участка работ представлены на рис. 1–3. В ходе проведения проверок основой была таблица распределения опасных и вредных факторов по видам строительно-монтажных работ, разработанная автором на основании актуальных законодательных актов (прил.) [6, 7].



Рис. 1. Фотография опасного участка работ



Рис. 2. Модель опасного участка работ



Рис. 3. Модель участка работ

Для расчета экономической эффективности внедрения BIM-технологий в систему управления охраной труда на строительном производстве использовалась методика расчета технико-экономических и социальных показателей безопасности, направленная на учет затрат на повышение безопасности труда и расчет экономического ущерба в случае реализации риска возникновения аварии или несчастного случая. Для расчета затрат на мероприятия по улучшению условий труда и снижению риска на работников по формуле (1) учитывались два

основных пункта: капитальные вложения (Квл) – разовые расходы на закупку, монтаж и подготовку к использованию средств защиты, равные 4 175 000 руб., и расходы на эксплуатацию (Рэ) – регулярные затраты на обслуживание и поддержание работоспособности средств защиты – 4 635 248 руб./год. Оценка потенциальных потерь  $У = 4 635 248$  руб. при реализации риска производилась путем сложения компенсационных выплат и пособий.

$$I_3 = P_э + 0,08 * K_{вл} = 1305500 \text{ руб.} \quad (1)$$

Эффект мероприятий за расчетный период, равный первому году использования методики, равен:

$$\mathcal{E} = У - I_3 = 3329748 \text{ руб.}$$

Общая экономическая эффективность затрат на внедрение методики составила:

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}}{I_3} = 2,55.$$

Эффективность капитальных вложений в методику составила:

$$\mathcal{E}_к = \frac{\mathcal{E} - P_э}{K_{вл}} = 0,56 ,$$

а срок их окупаемости:

$$T = \frac{1}{\mathcal{E}_к} = 1,78.$$

Капитальные вложения в любые мероприятия по обеспечению безопасности можно считать эффективными, если  $\mathcal{E}_к > 0,12$ , а проект в целом – если срок окупаемости капиталовложений  $T < 12,5$  лет [8].

Эффективность методики с организационной точки зрения доказана через Закон Хенриха, заключающий, что на 30 000 опасных действий приходится: 3 000 микротравм, требующих однократного медицинского обслуживания; 300 травм, потребовавших лечения; 30 травм, повлекших потерю трудоспособности; один случай, вызвавший смерть или приведший к инвалидности [9].

Предложения, внедряемые в систему управления охраной труда, должны быть направлены именно на снижение количества опасных действий работников и их руководителей, воздействия опасностей и вредных производственных факторов. Свести к нулю их количество на строительном производстве не представляется возможным, так как это будет равноценно полной остановке работ, но даже при небольшом уменьшении количества опасных действий значительно снижается риск реализации несчастного случая с тяжелыми последствиями и большими экономическими потерями. Этому могут способствовать контроль каждого этапа проектирования или строительства на соответствие требованиям безопасности и своевременное устранение опасностей с использованием ВМ-технологий. Для максимальной эффективности методики было предложено ее внедрение в каждый этап цикла Деминга, описанного в Стандарте 01.04.2001 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья» [10]. Например, на этапе планирования тщательно под специфику и способности компании подбирать программное обеспечение, во время обеспечения функционирования производить закупку средств фото- и видеофиксации, проводить обучение работников и разрабатывать сателлиты, для оценки показателей деятельности методики ввести цветовые обозначения особо опасных мест производства работ, а в качестве увеличения системы управления охраной труда пересмотреть ответственность работников, а также разработать и внедрить систему электронного документооборота.

## Заключение

Рассмотренный в работе алгоритм мониторинга, оценки рисков и способов влияния на них направлен на оптимизацию, ускорение и повышение эффективности работы лиц, ответственных за безопасное производство работ, и лиц, контролирующих выполнение требований охраны труда, пожарной и промышленной безопасности, позволяет специалистам концентрировать внимание на наиболее опасных участках работ, сокращать время устранения выявленных нарушений, и тем самым повышать уровень безопасности строительных работ, снижать экономические затраты на иные мероприятия, компенсационные выплаты и простои за время устранения нарушений, что было доказано в ходе исследования.

## Приложение

### Примерное распределение опасных и вредных факторов по видам строительно-монтажных работ

Вид строительно-монтажных работ	Опасные производственные факторы												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Земляные работы	+	+			+	+		+	+	+	+	+	+
Устройство искусственных оснований и буровых работ	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Бетонные работы	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
Монтажные работы	+	+	+	+		+				+	+	+	+
Каменные работы	+	+	+	+	+	+				+	+		+
Отделочные работы	+	+		+				+	+	+	+	+	+
Заготовка и сборка деревянных конструкций	+	+			+	+		+	+	+	+	+	+
Изоляционные работы	+	+					+				+		+
Кровельные работы	+	+	+				+				+	+	+
Монтаж инженерного оборудования	+	+		+			+	+	+		+	+	+
Испытания оборудования	+	+									+	+	+
Электромонтажные и наладочные работы	+	+				+					+	+	+

1. Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов.

2. Скользкие, обледенелые, за жиренные, мокрые опорные поверхности.

3. Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м.

4. Обрушение наземных конструкций.

5. Транспортное средство, в том числе погрузчик.

6. Подвижные части машин и механизмов.

7. Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру.

8. Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума.

9. Воздействие локальной вибрации при использовании ручных механизмов и инструментов.
10. Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклоне корпуса тела работника более чем на 30°.
11. Напряженный психологический климат в коллективе, стрессовые ситуации, в том числе вследствие выполнения работ вне места постоянного проживания и отсутствия иных внешних контактов.
12. Электрический ток.
13. Насилие от враждебно настроенных работников/третьих лиц.

### Список источников

1. Преимущества BIM в одной инфографике // Минстрой России. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/preimushchestva-bim-v-odnoy-infografike/> (дата обращения: 23.03.2022).
2. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства // Autodesk. URL: [https://www.pss.spb.ru/files/lists/NavBlocks/30\\_Files\\_1455798513\\_BIM\\_Autodesk.pdf/](https://www.pss.spb.ru/files/lists/NavBlocks/30_Files_1455798513_BIM_Autodesk.pdf/) (дата обращения: 23.03.2022).
3. Абалтусов Ю.А. BIM-технологии. Проблемы их внедрения и перспективы развития в строительстве и проектировании // Молодой ученый. 2019. № 25 (263). С. 151–153.
4. Шарманов В.В. Мониторинг и оценка уровня охраны труда строительного производства с привлечением комплекса средств BIM-технологии: дис. ... канд. техн. наук. СПб.: СПбПУ, 2019.
5. Система охраны труда на основе BIM-технологий в три раза снижает риски при строительстве – эксперт // Интерфакс Недвижимость. URL: [https://realty.interfax.ru/ru/company\\_news/articles/92212/](https://realty.interfax.ru/ru/company_news/articles/92212/) (дата обращения: 23.03.2022).
6. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда: Приказ Минтруда России от 29 окт. 2021 г. № 776н. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте: приказ Минтруда России от 11 дек. 2020 г. № 883н. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Елькин А.Б., Ивсеева И.А. Оценка экономической эффективности мероприятий по безопасности и охране труда // XXI век. Техносферная безопасность. 2019. № 6 (2). С. 157–167.
9. OHSAS18001. Международный стандарт профессионального здоровья и безопасности. Пирамида.
10. ГОСТ Р ИСО 45001–2020. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.03.2022).

### References

1. Preimushchestva BIM v odnoj infografike // Ministroy Rossii. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/preimushchestva-bim-v-odnoy-infografike/> (data obrashcheniya: 23.03.2022).
2. Informacionnoe modelirovanie ob"ektov promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva // Autodesk. URL: [https://www.pss.spb.ru/files/lists/NavBlocks/30\\_Files\\_1455798513\\_BIM\\_Autodesk.pdf/](https://www.pss.spb.ru/files/lists/NavBlocks/30_Files_1455798513_BIM_Autodesk.pdf/) (data obrashcheniya: 23.03.2022).

3. Abaltusov Yu.A. BIM-tekhnologii. Problemy ih vnedreniya i perspektivy razvitiya v stroitel'stve i proektirovanii // Molodoj uchenyj. 2019. № 25 (263). S. 151–153.
4. SHarmanov V.V. Monitoring i ocenka urovnya ohrany truda stroitel'nogo proizvodstva s privlecheniem kompleksa sredstv BIM-tekhnologii: dis. ... kand. tekhn. nauk. SPb.: SPbPU, 2019.
5. Sistema ohrany truda na osnove BIM-tekhnologij v tri raza snizhaet riski pri stroitel'stve – ekspert // Interfaks Nedvizhimost'. URL: [https://realty.interfax.ru/ru/company\\_news/articles/92212/](https://realty.interfax.ru/ru/company_news/articles/92212/) (data obrashcheniya: 23.03.2022).
6. Ob utverzhdenii Primernogo polozheniya o sisteme upravleniya ohranoj truda: Prikaz Mintruda Rossii ot 29 okt. 2021 g. № 776n. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
7. Ob utverzhdenii Pravil po ohrane truda pri stroitel'stve, rekonstrukcii i remonte: prikaz Mintruda Rossii ot 11 dek. 2020 g. № 883n. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
8. El'kin A.B., Ivseeva I.A. Ocenka ekonomicheskoy effektivnosti meropriyatij po bezopasnosti i ohrane truda // XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2019. № 6 (2). S. 157–167.
9. OHSAS18001. Mezhdunarodnyj standart professional'nogo zdorov'ya i bezopasnosti. Piramida.
10. GOST R ISO 45001–2020. Sistemy menedzhmenta bezopasnosti truda i ohrany zdorov'ya. Trebovaniya i rukovodstvo po primeneniyu // ELEKTRONNYJ FOND pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (data obrashcheniya: 21.03.2022).

**Информация о статье:**

Поступила в редакцию: 17.05.2022

Принята к публикации: 22.05.2022

**The information about article:**

Article was received by the editorial office: 17.05.2022

Accepted for publication: 22.05.2022

*Информация об авторах:*

**Марина Олеговна Ананенко**, магистр высшей школы техносферной безопасности Санкт-Петербургского политехнического университета им. Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29), e-mail: [ananenko.mo@edu.spbstu.ru](mailto:ananenko.mo@edu.spbstu.ru)

*Information about the authors:*

**Marina O. Ananenko**, master of the higher school of technosphere security of Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university (195251, Saint-Petersburg, Politechnicheskaya str., 29), e-mail: [ananenko.mo@edu.spbstu.ru](mailto:ananenko.mo@edu.spbstu.ru)

УДК 004.58

## КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МЧС РОССИИ

✉ Алексей Владимирович Вострых.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ [a.vostrykh@list.ru](mailto:a.vostrykh@list.ru)

*Аннотация.* Сегодня МЧС России имеет в своем арсенале широкий спектр различных информационных систем, уровень эффективности которых недостаточно высок. Данный показатель может быть повышен путем разработки и внедрения моделей описания пользователей целевой аудитории.

В статье разработана когнитивная модель описания пользователей информационных систем, которая, в отличие от существующих моделей, расширена когнитивно-эргономическими характеристиками, а также целевыми показателями эффективности. На её основе разработаны частные модели пользователей наиболее компьютеризированных групп специалистов МЧС России, а именно: сотрудники Центров управления в кризисных ситуациях, сотрудники органов надзорной деятельности, операторы системы-112. Данные модели позволят составить список когнитивно-эргономических требований к проектируемым информационным системам и их интерфейсам, что сократит как временные затраты на разработку только необходимого функционала систем, так, соответственно, и финансовые, сократив объём работ. Из программ уйдёт избыточность и перенасыщенность информацией, а у пользователей повысятся оперативные показатели работы и вероятность вхождения в потоковое состояние.

*Ключевые слова:* информационная система, графический пользовательский интерфейс, когнитивная модель, мотивационное ядро, мотив

**Для цитирования:** Вострых А.В. Когнитивная модель описания пользователей информационных систем, используемых в МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 47–57.

## COGNITIVE MODEL OF THE DESCRIPTION OF USERS OF INFORMATION SYSTEMS USED IN THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

✉ Aleksei V. Vostrykh.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ [a.vostrykh@list.ru](mailto:a.vostrykh@list.ru)

*Abstract.* Today, the Ministry of Emergency Situations of Russia has in its arsenal a wide range of various information systems, the level of efficiency of which is not high enough. This indicator can be improved by developing and implementing user description models for the target audience.

The article develops a cognitive model for describing users of information systems, which, unlike existing models, is expanded by cognitive-ergonomic characteristics, as well as performance targets. On its basis, private models of users of the most computerized groups of specialists of the Ministry of Emergency Situations of Russia have been developed, namely: employees of Crisis Management Centers, employees of supervisory authorities, operators of the system-112. These models will make it possible to compile a list of cognitive and ergonomic requirements for the designed information systems and their interfaces, which will reduce both the time spent on developing only the necessary system functionality, and, accordingly, financial, reducing the amount of work. Redundancy and oversaturation of information will go away from programs, and users will have increased operational performance and the likelihood of entering a streaming state.

*Keywords:* information system, graphical user interface, cognitive model, motivational core, motive

**For citation:** Vostrykh A.V. Cognitive model of the description of users of information systems used in the Ministry of emergency situations of Russia // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2022. № 2 (42). P. 47–57.

## Введение

Несмотря на постоянные улучшения и модернизации современных информационных систем (ИС) и их графических пользовательских интерфейсов (ГПИ), эффективность программ, как показывает практика, далека от требуемой [1]. В ГПИ часто нарушаются основные принципы человеко-ориентированного подхода проектирования систем, допускаются логические ошибки в сценариях взаимодействий пользователей с ИС, не учитываются психологические особенности целевой аудитории и воздействие факторов внешней среды [1–4]. Всё это приводит к снижению таких оперативных показателей специалистов МЧС России, как субъективная удовлетворённость, скорость работы, скорость обучения, степень сохранения навыков оперирования, а также к повышению вероятности появления ошибок [4–6].

В современном мире, когда время и человеческие ресурсы ценятся всё больше, это недопустимо. Особенно это касается специализированных информационных систем, например, расчёта пожарного риска или прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ЧС), используемых в системе МЧС России. Эффективность этих ИС напрямую влияет на успех выполнения оперативных задач, от которых подчас зависят жизнь и здоровье людей [7].

## Методы исследования

В основе проектирования ГПИ современных ИС лежит концепция «дизайна, ориентированного на цели и мотивы» пользователей целевой аудитории, центральной составляющей которой является модель пользователей. Именно от качества и полноты формирования этого элемента зависит точность, с которой будут выполняться требования и потребности операторов этих систем. В настоящей статье предлагается модернизация существующей модели пользователей дополнительными параметрами (психофизиологическими, когнитивно-эргономическими составляющими и факторами внешней среды), которую предлагается назвать «когнитивной моделью описания пользователей информационных систем».

Так как движущей силой при выполнении служебных задач сотрудниками МЧС России является по большей части мотивация, то центральным объектом предлагаемой модели ставится многокритериальный элемент – «мотивационное ядро», состоящий из ряда характеристик, необходимых для детализированного описания психологических особенностей пользователей целевой аудитории и составления перечня мотивационных требований к ГПИ (рис. 1).

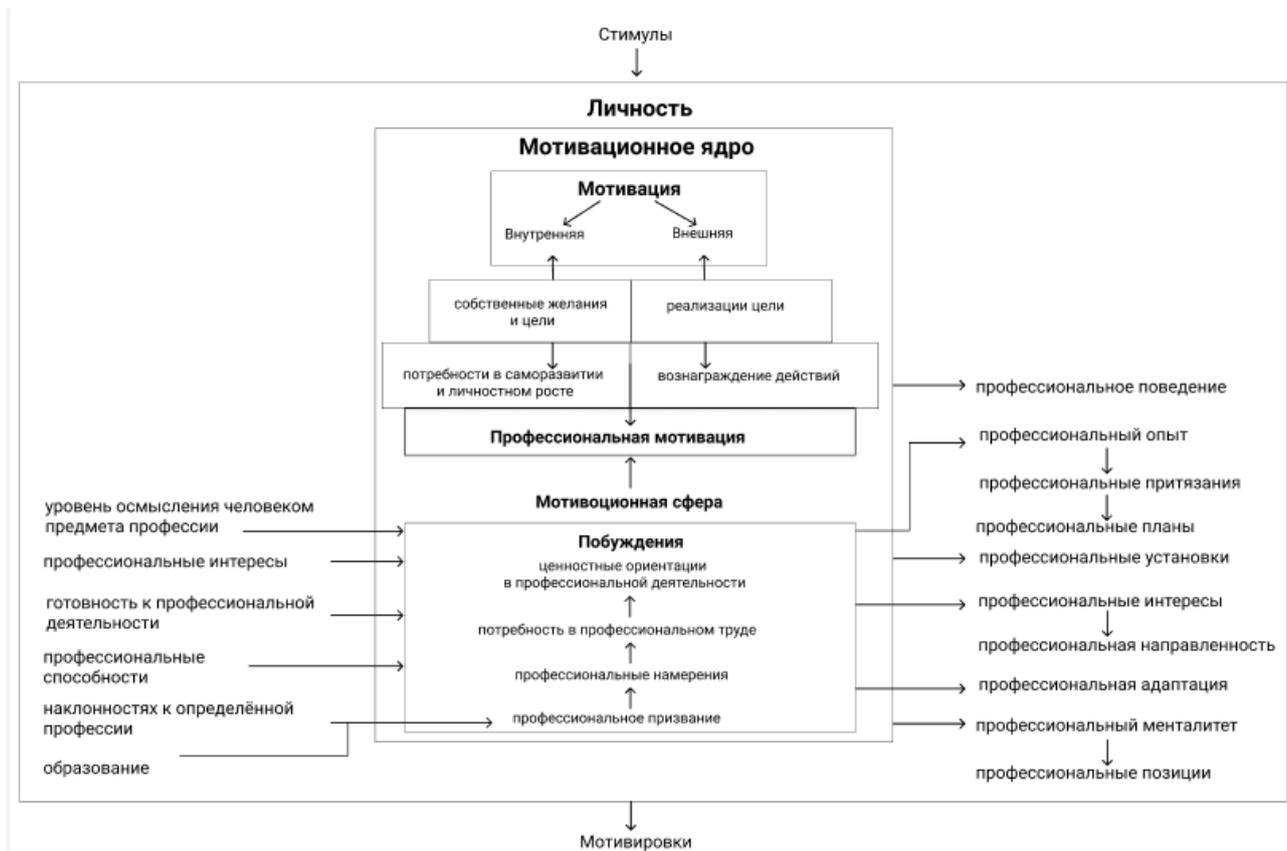


Рис. 1. Мотивационное ядро

Данные требования позволят повысить как эффективность ИС в целом, так и снизить стрессогенные факторы, мешающие специалистам полноценно выполнять служебные обязанности. Мотивационное ядро состоит из мотивации, представленной внутренней и внешней составляющими. Внутренняя мотивация основана на собственных желаниях и целях пользователей, к ней относятся потребности в саморазвитии и личностном росте [8–10]. Возможность появления внутренней мотивации базируется на соблюдении баланса между количеством принятой информации и адекватным уровнем адаптации, то есть зависит от воздействия факторов внешней среды (условий выполнения должностных обязанностей, в которые также входит программное обеспечение) и стадии профессиональной деятельности. Появление внешней мотивации осуществляется с помощью вознаграждений за реализацию определённых целей [10–11]. Цель представляет собой желательный в будущем результат, который достигается одновременным использованием внутренней и внешней мотивации. Пользователь, как личность, содержит в себе несколько видов мотиваций, одной из которых является профессиональная мотивация, представляющая наибольший интерес для целей настоящего исследования. Профессиональная мотивация определяется набором побуждений, входящих в мотивационную сферу, который обуславливает выбор определённой профессии.

В свою очередь мотивационной сферой профессиональной деятельности является иерархическая система мотивов, потребностей и других компонентов личности, которая выполняет следующие функции [12]: регуляция (функция, определяющая мотивы профессиональной деятельности); направление (функция, определяющая характер цели в профессиональной деятельности); побуждение (функция, вызывающая потребность к профессиональной деятельности). Также мотивационная сфера может иметь следующий характер [13]: доминантный (ориентирован на содержание и стабильно высокий уровень притязаний); ситуативный (ориентирован на зависимость деятельности от воздействия внешних факторов); конформистский (ориентирован на зависимость настроения специалиста от эмоционального окружения и комфорта).

Разные побуждения к труду между собой находятся в сложном соотношении. Так, одна потребность может выражаться в нескольких разных мотивах и наоборот. Сочетание разных мотивов может вызывать одну цель и наоборот. Соотношение всех видов побуждений между собой определяет общую характеристику мотивационной сферы [10]. Одной из основных составляющих мотивационной сферы является профессиональная адаптация, которая характеризуется уровнем приспособленности специалиста к новым условиям труда [14]. На легкость адаптации человека помимо мотивации влияют подготовленность к профессии и профессиональные способности.

Основой профессиональной мотивации является профессиональное призвание, которое базируется на склонностях к определённой квалификации, основанных на имеющейся информации о работе и способностях человека овладеть ею. С этим термином напрямую связаны профессиональные намерения, характеризующиеся осознанным отношением к определенному виду профессиональной деятельности. Также основополагающими понятиями профессиональной мотивации являются потребности и ценностные ориентации в профессиональной деятельности [10, 14].

Немаловажными понятиями, связанными с мотивацией, являются стимулы и мотивировки. Стимулами являются внешние факторы, которые в зависимости от психологических особенностей пользователя могут вызвать мотивы. Мотивировками являются указания человеку на причины его профессиональных действий [10]. В некоторых случаях они могут не совпадать с настоящими мотивами, так как выражают только осознанные человеком мотивы.

Мотивы подготавливают целенаправленность профессионального поведения. Для реализации мотивов человеку необходимо поставить и осуществить цели. В свою очередь цели в профессиональной деятельности являются установками на конечные результаты работы. Внутреннее саморазвитие человека основано на постановке и реализации целей. Профессиональные мотивы и цели реализуются в профессиональных планах.

Характер цели зависит от профессиональных притязаний человека, которые характеризуются стремлением достичь результата определенного уровня профессиональной деятельности на основе предыдущих результатов. Уровень притязаний определяется набором профессиональных самооценок [15].

Для эффективного труда необходимо наличие смысла профессиональной деятельности, который является основанием для оценки значимости профессиональной деятельности человеком и осмысление им предмета профессии. При наличии профессиональных интересов, которые чаще всего возникают на стадии выбора профессии, результаты трудов специалиста становятся более успешными и демонстрируют внешние выражения мотивационной сферы [16]. Если профессиональные интересы достаточно сильны, то под их влиянием складывается профессиональная направленность, определяемая всеми побуждениями в мотивационной сфере [11–13]. В случае, если трудовой процесс приносит чувство радости специалисту, то возникает удовлетворенность профессиональной деятельностью, которая определяется соотношением уровня притязаний, характером мотивов и реальным успехом.

Реально в жизни и профессиональной деятельности человек выступает как целостная личность, движимая одновременно многими, постоянно меняющимися побуждениями. Так, мотивационная сфера профессиональной деятельности постоянно видоизменяется на разных стадиях профессионализации [10]: на стадии выбора профессии складывается интерес к будущей работе, появляется стремление войти в определенную профессиональную общность; на стадии практического овладения профессией происходит корректировка профессиональных мотивов и целей, их упрочнение, стремление овладеть профессиональным мастерством и самореализоваться; на стадии расцвета профессиональной деятельности укрепляются мотивы индивидуального вклада в профессию, увеличивается влияние конструктивной мотивационной тенденции, ориентирующей человека на созидание и т.д.

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что на отдельных стадиях профессионализации происходят различные изменения структуры мотивационной сферы и перестройка приоритетов доминирующих побуждений, таким образом меняется и всё мотивационное ядро в целом.

Приведенные выше заключения из трудов исследователей эргономики и психологии позволили создать достаточно детализированное мотивационное ядро, на составляющие элементы которого косвенно влияет эффективность программного обеспечения (ПО) в случае рассмотрения групп сотрудников МЧС России, профессиональная деятельность которых по большей части связана с выполнением должностных обязанностей с помощью специализированных ИС.

Например, при оптимальных требованиях к специалисту и его глубокой заинтересованности в процессе выполнения работы может возникнуть «состояние потока» или «flow-эффект», который характеризуется полным включением специалиста в деятельность, когда все его психофизиологические ресурсы сконцентрированы на достижении цели с максимальным результатом работы [1, 10, 12]. В свою очередь требования к специалисту могут быть снижены при легкости освоения необходимого ПО. Заинтересованность сотрудника может повышаться при субъективной удовлетворенности от использования программных продуктов, а также легкости обучения инструментарием программ.

Как ранее было сказано, на внутреннюю мотивацию влияет количество принятой информации и уровень адаптации пользователя. В аспекте ГПИ это может найти отражение в визуальной составляющей, а именно в выполнении закона « $5 \pm 2$ » [1, 2]. Данный закон демонстрирует ограничение оперативной памяти человека и говорит о том, что блоки ГПИ должны содержать в себе определённое количество информации, превышение которой может привести к появлению ошибок. Уровень адаптации пользователей также зависит от ГПИ, например, скорость обучения и степень сохранения навыков оперирования ГПИ, напрямую влияющие на успех адаптации, достигаются путем проектирования интуитивно понятной логики взаимодействия с информационными объектами интерфейса. То же самое касается и профессиональной адаптации, успеха достижения цели, стимулов и т.д.

На основе общей когнитивной модели описания пользователей информационной системы разработаны частные модели пользователей, дополненные индивидуальными характеристиками, зависящими от целей, мотивов, потребностей и требований пользователей целевой аудитории: сотрудники Центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС), сотрудники органов надзорной деятельности (ГПН), операторы системы-112.

Перед началом выполнения должностных обязанностей данные специалисты проходят профессиональный психологический отбор – комплекс психодиагностических мероприятий, направленных на выявление психофизиологических и социально-психологических особенностей, оценку уровня развития профессионально важных качеств, определение степени пригодности кандидата к выполнению профессиональных обязанностей. Данное мероприятие позволяет спрогнозировать эффективность деятельности будущих сотрудников и избежать приёма на службу не соответствующих индивидуально-психологическим качествам кандидатов.

Профессиональный психологический отбор в некой степени является «метафорой» предлагаемой когнитивной модели описания пользователей. В обоих случаях анализируются группы специалистов схожих функциональных обязанностей, работающих в определённых условиях и окруженных воздействием конкретного спектра внешних факторов. Эти данные в случае профессионального психологического отбора позволяют прогнозировать успех выполнения поставленных задач, а в случае разработки ИС – снизить различного рода риски, связанные с эффективностью программного продукта.

Рассмотрим специфику работы каждой выделенной группы. Специалисты ЦУКС выполняют свои должностные обязанности в ЦУКС Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации [17]. Ежедневно специалисты ЦУКС используют

в своей работе порядка 60 различных ИС, с помощью которых проводят мониторинг территории страны и состояния объектов защиты, а также прогнозируют возникновение происшествий различного характера. В каждой такой ИС специалисты должны быстро ориентироваться, производить безошибочные расчёты и готовить предложения для руководства в максимально сжатые сроки. Большое количество используемого ПО свидетельствует о высокой когнитивной и визуальной нагрузке на специалистов, которые должны обладать высокими и всесторонними компетенциями в различных областях, как современных программных технологий, так и специфики других смежных по отдельным вопросам ведомств.

Как видно, количество задач и их разноплановость требуют постоянной концентрации внимания специалистов и мгновенного переключения между поступающими сигналами и распоряжениями. Специалисты находятся в «уязвимом» положении многозадачности. По проведённым опросам, в 80 % специалистами ЦУКС являются мужчины, преобладающий возраст 26–30 лет. Основными особенностями трудовых будней специалистов является:

- работа в круглосуточном режиме, находясь в постоянной готовности к реагированию на сообщения, связанные с разноплановыми происшествиями, включающими в себя тысячи сценариев развития событий;
- высокая нагрузка постоянного обширного информационного потока разрозненной информации в условиях дефицита времени;
- необходимость параллельного выполнения нескольких функций;
- нахождение под воздействием одновременно всех типов нагрузок (когнитивной, зрительной и моторной).

Внешние факторы, влияющие на работу специалистов:

- технические условия (особенности экранов мониторов, количество мониторов от двух до четырех, искусственное освещение, шумовые характеристики гарнитуры, микрофона, других специалистов);
- физические нагрузки (недостаток сна, политония, гипокинезия, монотония, гиподинамия, большая нагрузка на зрительную систему);
- особые условия работы (постоянное обновление разрозненной и разноплановой информации, внезапность, дефицит времени, недопустимость ошибок);
- участие в различных по масштабам и видам происшествиях.

Следующая группа специалистов МЧС России – операторы системы-112. В 85 % случаев специалистами являются женщины в возрасте от 21 до 35 лет, прошедшие квалифицированную подготовку. В функциональные обязанности специалистов входит:

- приём вызовов и обеспечение психологической поддержки;
- анализ поступающей информации; формирование статистики и отчётов по вызовам;
- регистрация всех входящих и исходящих звонков; отслеживание массовых обращений по одному событию с возможностью их привязки к ранее зарегистрированному происшествию;
- ведение баз данных о происшествиях и результатах реагирования.

Особенностями функционирования операторского персонала являются:

- работа в круглосуточном режиме, находясь в постоянной готовности к организации экстренного реагирования на сообщения;
- специфика работы специалистов отличается высокой нагрузкой постоянного информационного потока разрозненной информации в условиях дефицита времени на принятие решения;
- необходимость параллельно выполнять несколько функций под воздействием одновременно всех типов нагрузок (вести диалог с абонентами, искать информацию, соединять с другими службами, фиксировать, проверять на достоверность информацию, слушать), принимать решения в условиях информационной неопределённости);
- нахождение в состоянии невроза в результате одновременного несоответствия нескольких элементов понятийной структуры.

Внешние факторы, влияющие на работу операторов, аналогичны факторам, воздействующим на сотрудников ЦУКС. Ежедневно в центры системы-112 поступает от 100 до 1 000 обращений. В среднем каждый оператор принимает по одному звонку каждые 75 сек. На автоматизированном рабочем месте оператора установлена специализированная ИС системы-112, и обеспечена интеграция с геоинформационной подсистемой.

Третья группа включает в себя сотрудников ГПН МЧС России. Специалисты находятся в возрастной категории 23–45 лет, примерно поровну разделённые по гендерному признаку, с небольшим преобладанием мужского пола (примерно 55 % на 45 %). В своей работе специалисты надзорных органов используют различные специализированные ИС, позволяющие проводить расчёты по пожарному риску. Специфика работы специалистов определяется постоянной когнитивной нагрузкой регулярных внесений изменений в нормативные базы, требования к статистической и аналитической отчетности в работе органов ГПН. Большая часть времени и ресурсов уходит на корректное ведение отчётных и контрольных документов по различным направлениям надзорной деятельности.

Помимо работы в различных специализированных ИС сотрудники ГПН выполняют определённый ряд должностных обязанностей:

- пресекать нарушения требований в области пожарной безопасности;
- проводить мероприятия по контролю объектов защиты;
- посещать объекты организаций в целях проведения мероприятий по контролю;
- знакомить руководителей юридических лиц и индивидуальных предпринимателей с результатами мероприятий по контролю;
- проводить в ходе мероприятий по контролю разъяснительную работу по применению законодательства Российской Федерации.

Рассмотренный список должностных обязанностей демонстрирует дефицит времени у сотрудников ГПН на работу в ИС, что также является причиной необходимости совершенствования ПО и их ГПИ.

### Результаты исследования и их обсуждение

Таким образом, большинство специалистов ЦУКС – мужчины, а операторы системы-112 – женщины. Сотрудники ГПН примерно поровну разделены по гендерному признаку с небольшим преобладанием мужчин. Информация о преобладающем количестве мужчин или женщин (входит в модель пользователей) позволяет давать некоторые рекомендации по проектированию ГПИ, например:

- по данным исследований [2–3] женщины обладают значительно более широким периферийным зрением, чем мужчины, а также различают больше мелких деталей на тёмных поверхностях. Утомляемость глаз у мужчин гораздо выше, чем у женщин. Из этого следует, что интерфейсы, проектируемые для специалистов ЦУКС, должны создаваться с упором на снижение визуальной нагрузки и сосредоточением основных элементов управления и приоритетных сигналов в центральной части ИС. При работе сотрудников на нескольких мониторах одновременно все основные поступающие сигналы должны быть сконцентрированы на центральном дисплее. На периферийные мониторы необходимо выводить второстепенную информацию. Цветовая схема ГПИ должна быть выполнена в светлых тонах с чёткими разделителями элементов интерфейса.

- по способности переключения внимания мужчины значительно уступают женщинам [2–3]. Показатели психической устойчивости и степени вработываемости в среднем одинаковые с небольшим преобладанием у мужчин. Тем самым можно сделать вывод о том, что представителям мужского пола сложнее войти в «состояние потока», но легче его удержать. Таким образом, необходимо уделить особое внимание минимизации отвлекающих факторов интерфейсов всех групп специалистов и в особенности у операторов системы-112.

– известно, что у женщин более развиты способности к гуманитарным наукам, а у мужчин – к техническим. Из этого следует, что ГПИ, проектируемые для специалистов системы-112, должны быть в минимальной степени нагружены специфическими и техническими терминами, обозначающими элементы интерфейса.

Имея информацию о возрастных преобладаниях специалистов, представляется важным рассмотреть периодизацию «кризисных стадий». Данная информация позволяет делать выводы о необходимости концентрации внимания проектировщиков на определённые области эффективности ГПИ, например защита от ошибок. Для демонстрации влияния факторов кризисных стадий на успех выполнения поставленных задач рассмотрена периодизация психолога Т.В. Кудрявцева, состоящая из семи стадий [10]. Для целей настоящего исследования рассмотрены только четыре из них, покрывающие возрастной спектр сотрудников МЧС России (табл.).

Таблица. Кризисные стадии

Кризис	Факторы, обуславливающие кризис	Способы преодоления кризиса
Кризис профессиональных ожиданий (18–20 лет)	Трудности профессиональной адаптации. Освоение новой ведущей деятельности. Несовпадение профессиональных ожиданий и реальной действительности	Активизация профессиональных усилий. Корректировка мотивов труда. Увольнение, смена специальности и профессии
Кризис профессионального роста (23–25 лет)	Неудовлетворенность возможностями занимаемой должности и карьерой. Потребность в повышении квалификации	Повышение квалификации. Карьера. Смена места работы, вида деятельности
Кризис профессиональной карьеры (30–33 года)	Стабилизация профессиональной ситуации. Неудовлетворенность собой и своим профессиональным статусом	Переход на новую должность, работу. Освоение новой специальности и повышение квалификации. Уход в быт, социальная изоляция
Кризис социально-профессиональной самоактуализации (40–42 года)	Неудовлетворенность возможностями реализовать себя в профессии и социально-профессиональным статусом, ухудшение здоровья. Профессиональные деформации	Переход на новую должность или работу. Смена профессиональной позиции

Сопоставив таблицу с возрастными данными категорий сотрудников МЧС России, можно сделать следующие выводы:

– большая часть сотрудников ЦУКС находится в возрастной категории 26–30 лет (порядка 60 %), что демонстрирует нахождение их в стабильной стадии между кризисом профессионального роста и кризисом профессиональной карьеры;

– около половины операторов системы-112 находится в возрастной категории 21–25 лет (порядка 45 %), что демонстрирует нахождение их в стадии кризиса профессионального роста, который характеризуется внутренним диссонансом личности. Таким образом, целесообразно уделить особое внимание защите ИС от различного рода ошибок;

– порядка 30 % сотрудников ГПИ, так же как и операторов системы-112, находятся в стадии кризиса профессионального роста (21–25 лет), для них также характерно появление внутреннего диссонанса личности. Большая же часть (порядка 40 %) находится в безопасном промежутке между стадией кризиса профессионального роста и стадией кризиса профессиональной карьеры. Таким образом, в данных ИС также целесообразно уделить внимание защите их от различного рода ошибок.

Также данный анализ показал, что подавляющее число сотрудников рассмотренных категорий может находиться на границах стадий, что означает смену социальной ситуации развития, изменение содержания ведущей деятельности, освоение новой социальной роли, профессионального поведения и перестройку личности. Все эти изменения вызывают

психическое напряжение личности. Переход от одной стадии к другой порождает субъективные и объективные трудности, межличностные и внутриличностные конфликты.

В графическом виде разработанная когнитивная модель описания пользователей информационных систем имеет следующий вид (рис. 2).

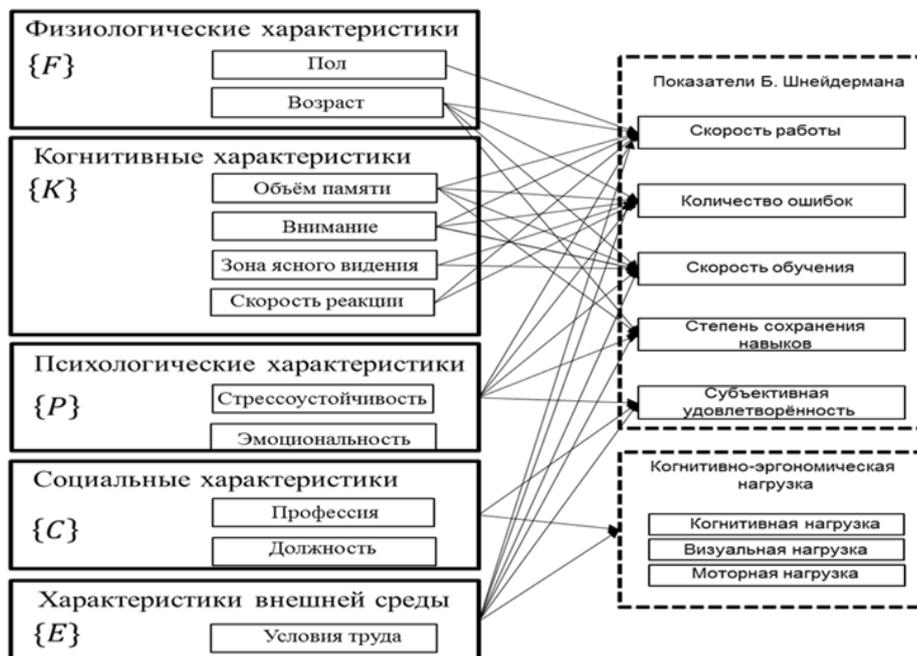


Рис. 2. Когнитивная модель описания пользователей ИС

В модели психофизиологические характеристики сотрудников связаны с группой целевых показателей эффективности. В состав данной группы входит пять показателей Б. Шнейдермана: скорость работы, количество ошибок, скорость обучения навыкам оперирования ГПИ, субъективная удовлетворенность и степень сохранения навыков работы с системой. А также группа когнитивно-эргономических нагрузок, состоящая из трех показателей: когнитивная, визуальная и моторная нагрузки.

В символьном виде модель имеет следующий вид:

$$M_{user} \equiv \langle \{F\}, \{K\}, \{P\}, \{C\}, \{E\} \rangle,$$

где  $\{F\}$  – множество физиологических характеристик пользователей;  $\{K\}$  – множество когнитивных характеристик пользователей;  $\{P\}$  – множество психологических характеристик пользователей;  $\{C\}$  – множество социальных характеристик пользователей;  $\{E\}$  – множество характеристик внешней среды.

### Заключение

Таким образом, в настоящей статье разработана когнитивная модель описания пользователей информационных систем, которая, в отличие от существующих моделей, расширена когнитивно-эргономическими характеристиками, а также целевыми показателями эффективности. На её основе разработаны частные модели пользователей наиболее компьютеризированных групп специалистов МЧС России, а именно: сотрудники ЦУКС, сотрудники ГПН, операторы системы-112.

Данные модели позволят составить список требований к будущим ИС и их ГПИ, что сократит как временные затраты на проектирование только необходимого функционала систем, так, соответственно, и финансовые, сократив объём работ. Из ИС уйдёт избыточность и перенасыщенность информацией, а у пользователей повысятся оперативные показатели работы и вероятность вхождения в «потокное состояние», что положительно скажется на их эмоциональном состоянии.

### Список источников

1. Анастаси А. Психологическое тестирование. СПб.: Питер, 2007. 688 с.
2. Ашкен Э.М., Вострых А.В., Николаев Д.В. Координация спецтранспорта МЧС России посредством визуализированной информационной технологии // Транспорт России: проблемы и перспективы: Междунар. науч.-практ. конф. 2019. С. 188–191.
3. Вострых А.В. Сравнительный анализ методов оценки человеко-машинных интерфейсов // Актуальные проблемы инфо-телекоммуникаций в науке и образовании. 2019. № 2. С. 179–184.
4. Вострых А.В. Модели описания элементов информационных систем МЧС России, ориентированных на человеко-машинное взаимодействие // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2021. № 2. С. 170–176.
5. Головач В.В. Дизайн пользовательского интерфейса. СПб.: Usethics, 2008. 97 с.
6. Джеф Р. Интерфейс. Новые направления в проектировании компьютерных систем. СПб.: Символ, 2007. 257 с.
7. Зеличенко А.И., Шмелев А.Г. К вопросу о классификации мотивационных факторов трудовой деятельности и профессионального выбора // Вестник МГУ. 1987. № 4. С. 49–59.
8. Кабаченко Т.С. Психология в управлении человеческими ресурсами. СПб.: Питер, 2003. 400 с.
9. Кирхлер Э., Родлер К. Внешняя и внутренняя мотивация // Мотивация в организациях. 2003. С. 15–20.
10. Кирхлер Э., Хельцл Э. Дизайн работ в организации. Харьков: Гуманитарный центр, 2003. 212 с.
11. Когаловский М.Р. Перспективные технологии информационных систем. М.: ДМК Пресс: Компания АйТи, 2003. 288 с.
12. Корольков А.П. Подготовка персонала в рамках функционирования системы-112: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГПС МЧС, 2015. 120 с.
13. Купер А. Почему высокие технологии сводят нас с ума, и как восстановить душевное равновесие. СПб.: Символ-Плюс, 2004. 336 с.
14. Купер А., Рейман Р., Кронин Д. Основы проектирования взаимодействия. СПб.: Символ, 2010. 688 с.
15. Манухина С.Ю. Психология труда: хрестоматия: учеб.-метод. комплекс. М.: ЕАОИ, 2009. 320 с.
16. Маркова А.К. Мотивационно-смысло-целевая сфера профессионализма. Профессиональная адаптация // Психология профессионализма. 1996. С. 67–82.
17. Талмач М.С. Методические сценарии учебных занятий по психологической подготовке диспетчеров ЕДДС: метод. рекомендации. М., 2013. 224 с.

### References

1. Anastazi A. Psihologicheskoe testirovanie. SPb.: Piter, 2007. 688 s.
2. Ashken E.M., Vostryh A.V., Nikolaev D.V. Koordinaciya spectransporta MCHS Rossii posredstvom vizualizirovannoj informacionnoj tekhnologii // Transport Rossii: problemy i perspektivy: Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 2019. S. 188–191.
3. Vostryh A.V. Sravnitel'nyj analiz metodov ocenki cheloveko-mashinnyh interfejsov // Aktual'nye problemy info-telekommunikacij v nauke i obrazovanii. 2019. № 2. S. 179–184.
4. Vostryh A.V. Modeli opisaniya elementov informacionnyh sistem MCHS Rossii, orientirovannyh na cheloveko-mashinnoe vzaimodejstvie // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2021. № 2. S. 170–176.
5. Golovach V.V. Dizajn pol'zovatel'skogo interfejsa. SPb.: Usethics, 2008. 97 s.
6. Dzhef R. Interfejs. Novye napravleniya v proektirovanii komp'yuternyh sistem. SPb.: Simvol, 2007. 257 s.
7. Zelichenko A.I., SHmelev A.G. K voprosu o klassifikacii motivacionnyh faktorov trudovoj deyatel'nosti i professional'nogo vybora // Vestnik MGU. 1987. № 4. S. 49–59.
8. Kabachenko T.S. Psihologiya v upravlenii chelovecheskimi resursami. SPb.: Piter, 2003. 400 s.

9. Kirhler E., Rodler K. Vneshnyaya i vnutrennyaya motivaciya // Motivaciya v organizacijah. 2003. S. 15–20.
10. Kirhler E., Hel'cl E. Dizajn rabot v organizacii. Har'kov: Gumanitarnyj centr, 2003. 212 s.
11. Kogalovskij M.R. Perspektivnye tekhnologii informacionnyh sistem. M.: DMK Press: Kompaniya AjTi, 2003. 288 s.
12. Korol'kov A.P. Podgotovka personala v ramkah funkcionirovaniya sistemy-112: ucheb.-metod. posobie. SPb.: GPS MCHS, 2015. 120 s.
13. Kuper A. Pochemu vysokie tekhnologii svodyat nas s uma, i kak vosstanovit' dushevnoe ravnovesie. SPb.: Simvol-Plyus, 2004. 336 s.
14. Kuper A., Rejman R., Kronin D. Osnovy proektirovaniya vzaimodejstviya. SPb.: Simvol, 2010. 688 s.
15. Manuhina S.Yu. Psihologiya truda: hrestomatiya: ucheb.-metod. kompleks. M.: EAOI, 2009. 320 s.
16. Markova A.K. Motivacionno-smyslo-celevaya sfera professionalizma. Professional'naya adaptaciya // Psihologiya professionalizma. 1996. S. 67–82.
17. Talmach M.S. Metodicheskie scenarii uchebnyh zanyatij po psihologicheskoj podgotovke dispetcherov EDDS: metod. rekomendacii. M., 2013. 224 s.

**Информация о статье:**

Поступила в редакцию: 25.05.2022

Принята к публикации: 27.05.2022

**The information about article:**

Article was received by the editorial office: 25.05.2022

Accepted for publication: 27.05.2022

*Информация об авторах:*

**Алексей Владимирович Вострых**, адъюнкт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: a.vostrykh@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8261-0712>

*Information about the authors:*

**Aleksei V. Vostrykh**, graduate student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: a.vostrykh@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8261-0712>

УДК 614.8.01

## ОРГАНИЗАЦИЯ ОПОВЕЩЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕАГИРОВАНИИ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

✉ Андрей Владимирович Иванов;

Владислав Романович Новиков.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ [andrei-ivanov84@mail.ru](mailto:andrei-ivanov84@mail.ru)

*Аннотация.* Работы по ликвидации различных чрезвычайных ситуаций всегда связаны с особым риском не только для населения, но и для сотрудников, устраняющих их последствия, также выполнение этих работ требует больших материальных затрат. Минимизация последствий от чрезвычайных ситуаций достигается, в том числе правильным их прогнозированием и своевременным оповещением должностных лиц об их возникновении. В работе проведен анализ организации оповещения и взаимодействия органов управления, сил и средств функциональной и территориальной подсистем Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Архангельской области при ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в рамках проведения межведомственных опытно-исследовательских учений. По результатам учений выявлен ряд проблемных вопросов, оказывающих существенное влияние на выполнение спасательных работ, даны предложения по их устранению.

*Ключевые слова:* опытно-исследовательские учения, оповещение, информационный обмен, комиссия по чрезвычайным ситуациям

**Для цитирования:** Иванов А.В., Новиков В.Р. Организация оповещения и информационного взаимодействия при реагировании на чрезвычайные ситуации в Архангельской области // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 58–68.

## THE PRINCIPLE OF OPTIMIZATION AS THE WAY OF SIMULATION THE COMPLEX OBJECTS

✉ Andrey V. Ivanov;

Vladislav R. Novikov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ [andrei-ivanov84@mail.ru](mailto:andrei-ivanov84@mail.ru)

*Abstract.* Work on the elimination of various emergency situations is always associated with a special risk not only for the population, but also for employees who eliminate their consequences, and the performance of these works requires large material costs. Minimizing the consequences of emergency situations is achieved, among other things, by correctly predicting them and timely notifying officials of their occurrence. The paper analyzes the organization of notification and interaction of management bodies, forces and means of functional and territorial subsystems of the Unified State system for the prevention and liquidation of emergencies of the Arkhangelsk region in the liquidation of natural and man-made emergencies within the framework of interdepartmental experimental research exercises. According to the results of the exercises, a number of problematic issues were identified that have a significant impact on the performance of rescue operations, and proposals were made to eliminate them.

*Keywords:* experimental research exercises, notification, information exchange, commission on emergency situations

**For citation:** Ivanov A.V., Novikov V.R. Organization of notification and information interaction in response to emergencies in the Arkhangelsk region // Prirodnye i tekhnogennyye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2022. № 2 (42). P. 58–68.

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022

## Введение

В соответствии с Поручением Президента Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № Пр-1494 «По результатам проверки исполнения положений законодательства об обращении с отходами производства и потребления, отнесенными к III классу опасности» [1], с 7 по 8 сентября 2021 г. на территории Архангельской области проведены межведомственные опытно-исследовательские учения [2, 3] по выполнению мероприятий по защите территорий, входящих в Арктическую зону Российской Федерации, от чрезвычайных ситуаций (ЧС).

В рамках вводной по учениям в оперативную дежурную смену Центра управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Архангельской обл. (ЦУКС) поступила информация о разгерметизации технологического трубопровода на территории ООО «РН-Морской терминал Архангельск» (объект учений) и разливе нефтепродуктов в акваторию морского порта.

ЦУКС организован сбор и обработка информации, направлены силы и средства к месту ЧС, произведен обмен информацией и координация действий всех задействованных служб и организаций, а также разработаны модели развития ЧС (рис. 1, 2).

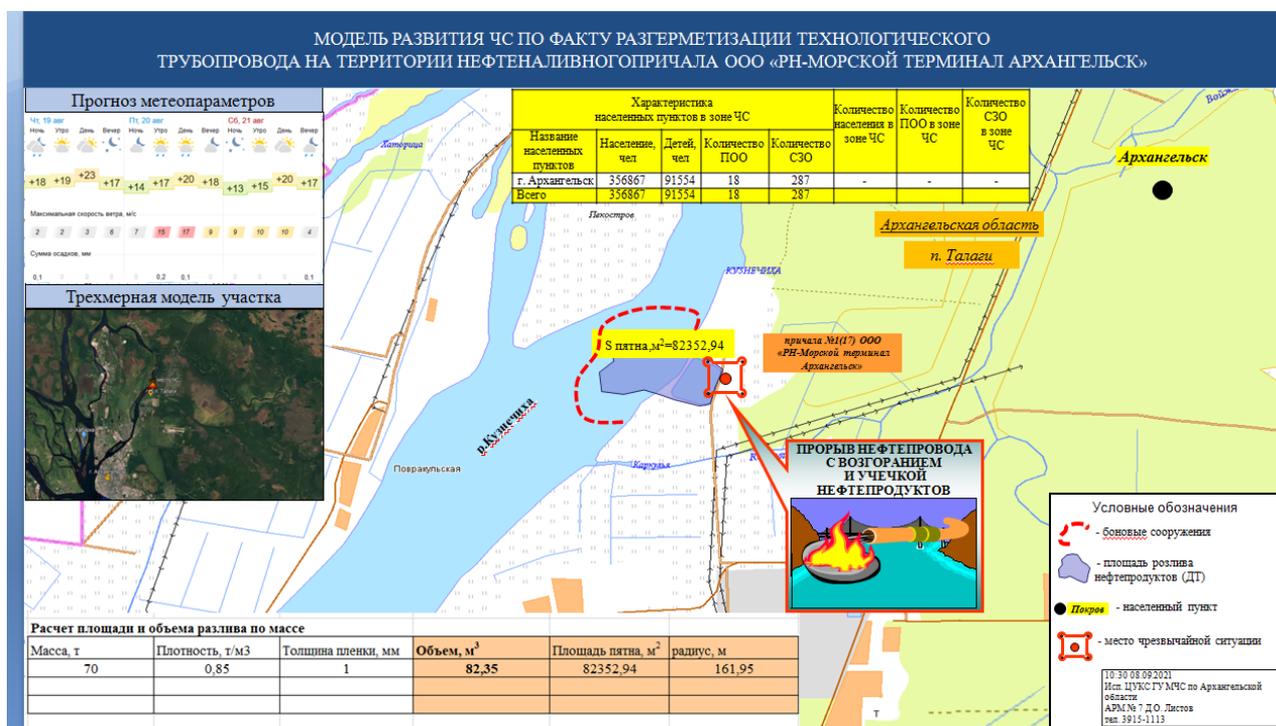


Рис. 1. Модель развития ЧС при разгерметизации технологического трубопровода на территории нефтеналивного причала ООО «РН-Морской терминал Архангельск»

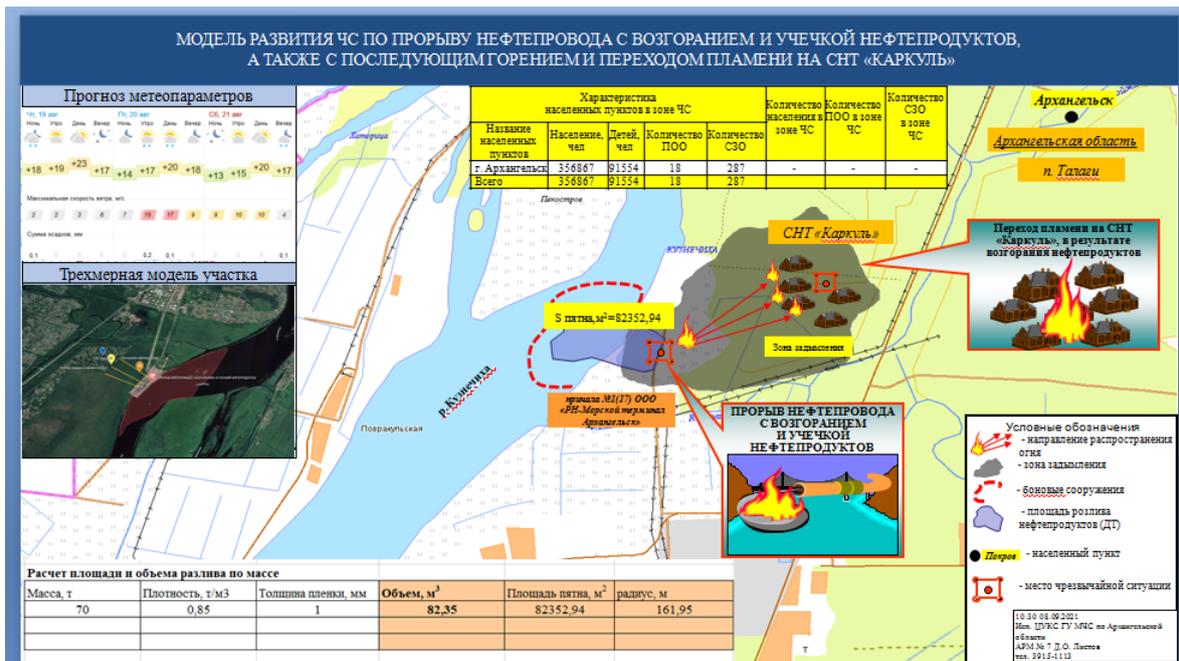


Рис. 2. Модель развития ЧС при возгорании и утечке нефтепродуктов на территории нефтеналивного причала ООО «РН-Морской терминал Архангельск»

Данные модели показывают, что площадь загрязнения акватории составит 82 353 м<sup>2</sup>, и возможен переход пожара на садовое товарищество «Каркуль» [4].

### Организация оповещения при ЧС на территории Архангельской области

Для своевременного оповещения и реагирования на ЧС на объекте учений разработана схема оповещения о разливе нефтепродуктов (схема), показанная на рис. 3.

#### Схема оповещения при разливе нефтепродуктов

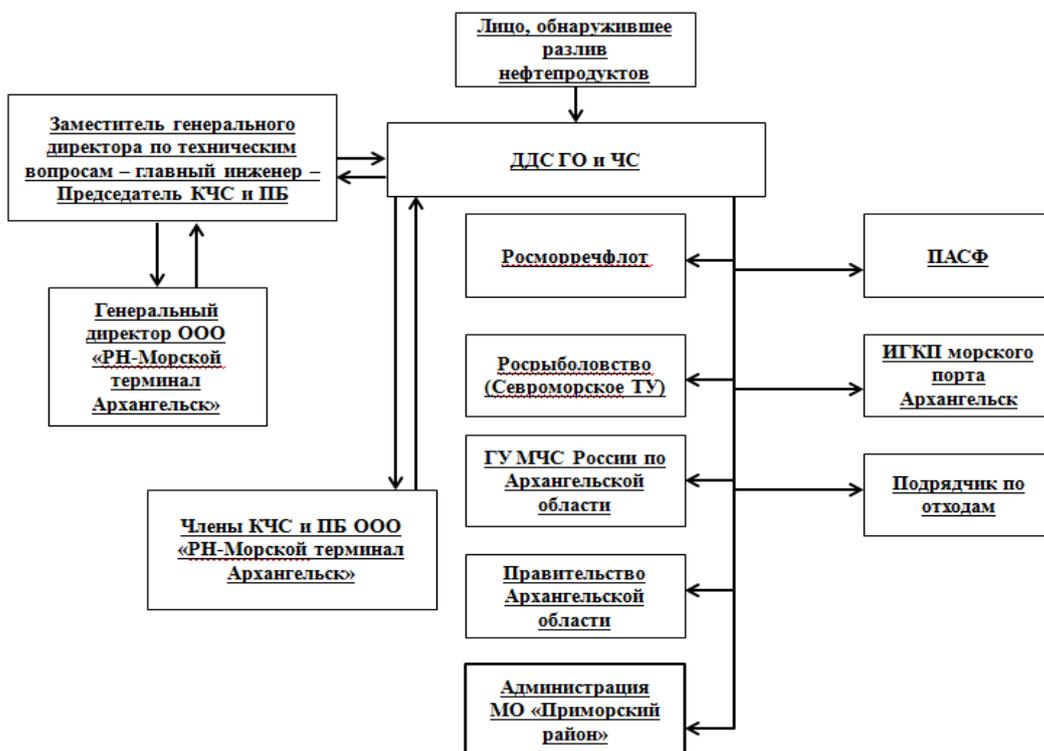


Рис. 3. Схема оповещения при разливе нефтепродуктов

Оповещение и обмен информацией в дежурно-диспетчерской службе (ДДС) объекта учений согласно схемы проводит один диспетчер, используя одноканальную телефонную и радиосвязь, последовательность оповещения не определена.

В ходе исследования был проведен замер скорости прохождения информации о возникновении ЧС. Сотрудниками четырех дежурных смен ДДС до всех заинтересованных лиц, предусмотренных схемой, была доведена данная информация. Среднее время оповещения составило 20 мин. (табл.), что при возникновении реальной ЧС недопустимо. На увеличение времени оповещения в большей степени повлиял человеческий фактор [5].

Таблица. Временные показатели доведения сигналов

Время обнаружения разлива нефтепродукта, «Ч»	1 дежурная смена	2 дежурная смена	3 дежурная смена	4 дежурная смена	Среднее время
1	2	3	4	5	6
Время поступления сигнала в ДДС объекта	«Ч» + 3 мин.	«Ч» + 3 мин.	«Ч» + 3 мин.	«Ч» + 3 мин.	«Ч» + 3 мин.
Время поступления сигнала заместителю генерального директора	«Ч» + 9 мин.	«Ч» + 10 мин.	«Ч» + 8 мин.	«Ч» + 10 мин.	«Ч» + 9 мин.
Время поступления сигнала генеральному директору	«Ч» + 16 мин.	«Ч» + 16 мин.	«Ч» + 16 мин.	«Ч» + 15 мин.	«Ч» + 16 мин.
Время поступления сигнала в Росморречфлот	«Ч» + 17 мин.	«Ч» + 14 мин.	«Ч» + 14 мин.	«Ч» + 16 мин.	«Ч» + 15 мин.
Время поступления сигнала в Росприроднадзор	«Ч» + 15 мин.	«Ч» + 15 мин.	«Ч» + 16 мин.	«Ч» + 9 мин.	«Ч» + 14 мин.
Время поступления сигнала в Росрыболовство	«Ч» + 18 мин.	«Ч» + 20 мин.	«Ч» + 18 мин.	«Ч» + 19 мин.	«Ч» + 19 мин.
Время поступления сигнала в ЦУКС	«Ч» + 14 мин.	«Ч» + 13 мин.	«Ч» + 13 мин.	«Ч» + 14 мин.	«Ч» + 13,5 мин.
Время поступления сигнала в Правительство Архангельской области	«Ч» + 20 мин.	«Ч» + 19 мин.	«Ч» + 19 мин.	«Ч» + 20 мин.	«Ч» + 19,5 мин.
Время поступления сигнала в единую ДДС Приморского района	«Ч» + 19 мин.	«Ч» + 17 мин.	«Ч» + 18 мин.	«Ч» + 17 мин.	«Ч» + 18 мин.

1	2	3	4	5	6
Время поступления сигнала в ПАСФ*	«Ч» + 13 мин.	«Ч» + 14 мин.	«Ч» + 12 мин.	«Ч» + 13 мин.	«Ч» + 13 мин.
Время поступления сигнала в ИГПК* морского порта	«Ч» + 12 мин.	«Ч» + 15 мин.	«Ч» + 13 мин.	«Ч» + 14 мин.	«Ч» + 13,5 мин.
Время поступления сигнала в МСПЦ* Архангельск	«Ч» + 17 мин.	«Ч» + 15 мин.	«Ч» + 16 мин.	«Ч» + 18 мин.	«Ч» + 16,5 мин.
Время поступления сигнала подрядчику по отходам	«Ч» + 11 мин.	«Ч» + 13 мин.	«Ч» + 11 мин.	«Ч» + 12 мин.	«Ч» + 12 мин.
Время поступления сигнала членам объектовой КЧС и ПБ*	«Ч» + 10 мин.	«Ч» + 11 мин.	«Ч» + 12 мин.	«Ч» + 13 мин.	«Ч» + 11,5 мин.

\*ПАСФ – профессиональное аварийно-спасательное формирование;

\*ИГПК – инспекция государственного портового контроля;

\*МСПЦ – морской спасательный подцентр Архангельск;

\*КЧС и ПБ – Комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности.

Время поступления сигнала в ДДС объекта принимается постоянной и составляет 3 мин.

### **Организация межведомственного информационного взаимодействия Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС Архангельской области при возникновении ЧС**

Информационный обмен в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС) на территории Архангельской обл. осуществляется на основании нормативных документов[6–8].

Главным управлением МЧС России по Архангельской обл. (ГУ) на основе данных Северного межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды проводятся расчёты и оценки рисков возникновения ЧС природного и техногенного характера. На территории Архангельской обл. определены риски возникновения 23 различных ЧС в зависимости от места их возникновения и времени года, что показано на рис. 4–7.

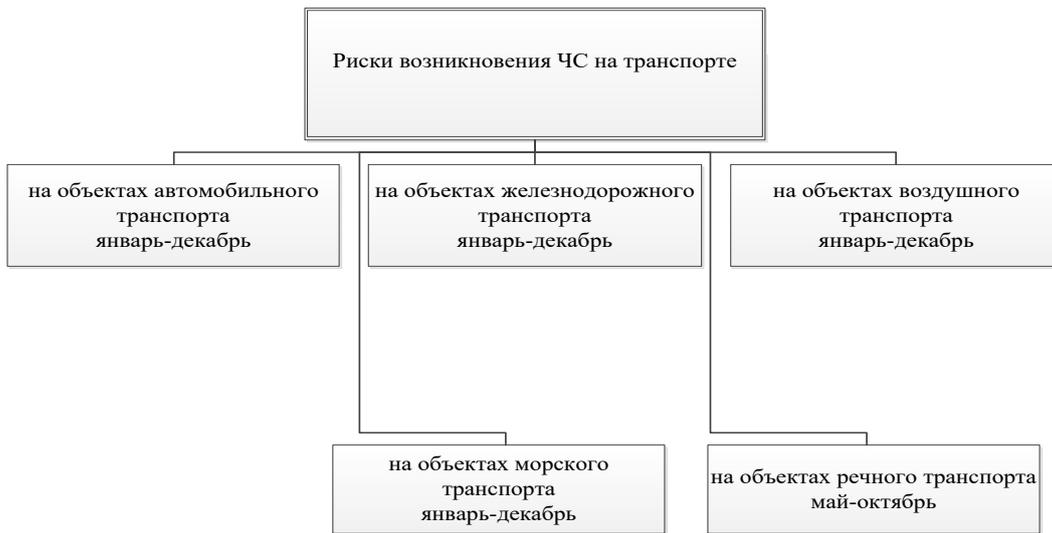


Рис. 4. Риски возникновения ЧС на транспорте

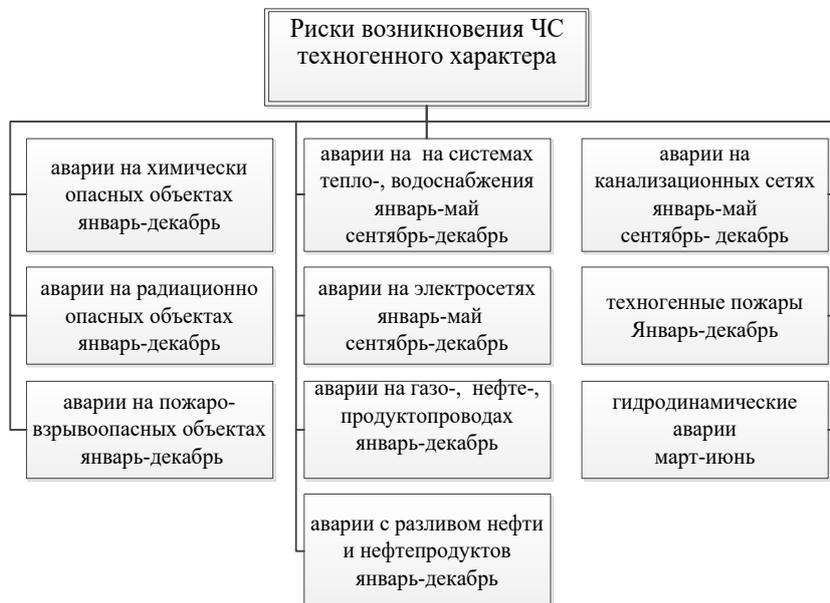


Рис. 5. Риски возникновения ЧС техногенного характера

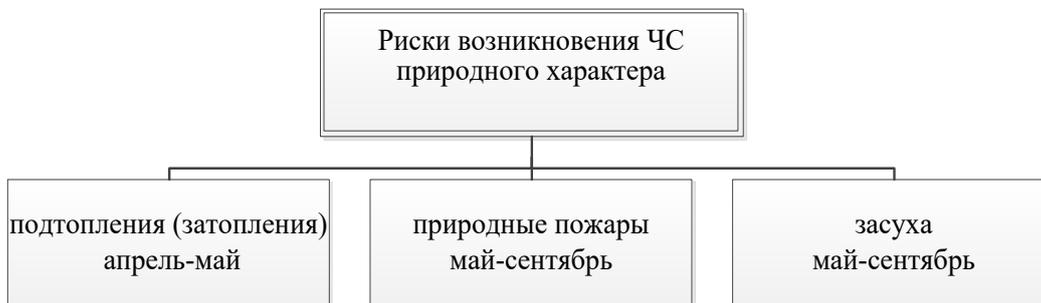


Рис. 6. Риски возникновения ЧС природного характера

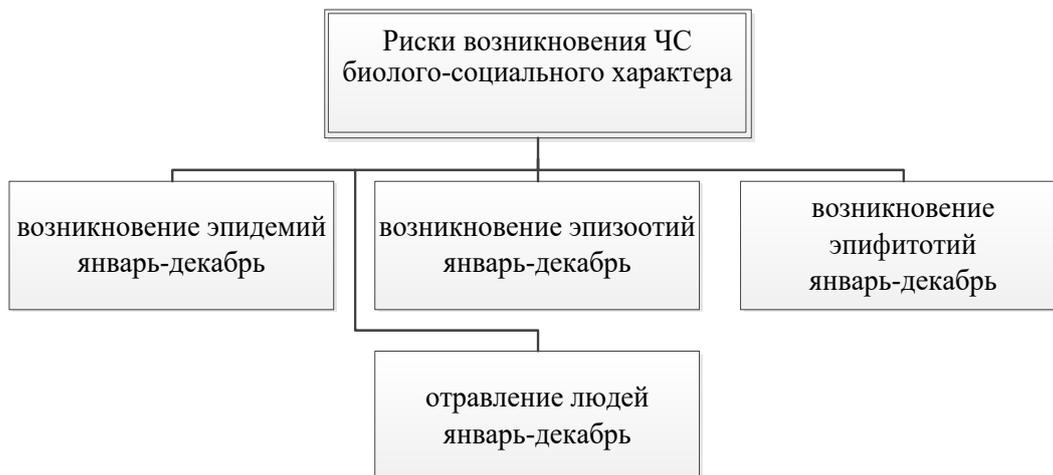


Рис. 7. Риски возникновения ЧС биолого-социального характера

Данные риски отражаются в оперативных прогнозах возможного возникновения ЧС (происшествий), которые доводятся до всех подсистем РСЧС и органов власти Архангельской обл. [9].

На основании прогнозов должностными лицами принимаются решения о приведении в готовность сил и средств функциональных и территориальных подсистем РСЧС Архангельской обл. [10].

В целях обеспечения межведомственного взаимодействия ГУ заключено 44 соглашения о двустороннем взаимодействии по вопросам предупреждения и ликвидации ЧС с соответствующими территориальными органами федеральных органов исполнительной власти.

С 2015 г. на территории Архангельской обл. развивается комплексная система обеспечения безопасности жизнедеятельности – аппаратно-программный комплекс «Безопасный город» (АПК «Безопасный город»), позволяющая экстренным и оперативным службам согласованно реагировать на риски техногенного и природного характера.

Базой для АПК «Безопасный город» являются единые ДДС муниципальных образований [11].

Результаты проведенного исследования, а также положительный опыт эксплуатации АПК «Безопасный город» в муниципальных образованиях Архангельской обл. показали целесообразность внедрения данного комплекса на объекте учений и его интеграцию с комплексом муниципального уровня Приморского района Архангельской обл.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [7] на объекте учений создано объектовое звено РСЧС. Руководство и координацию действий сил и средств, привлекаемых для ликвидации разливов нефтепродуктов, осуществляет КЧС и ПБ объекта учений (КЧС объекта) [12]. При необходимости в состав КЧС объекта временно включаются уполномоченные представители судовладельца, профессиональных аварийно-спасательных формирований и взаимодействующих организаций, осуществляющих определенные функции (рис. 8).

## Функциональные обязанности уполномоченных представителей КЧС и ПБ

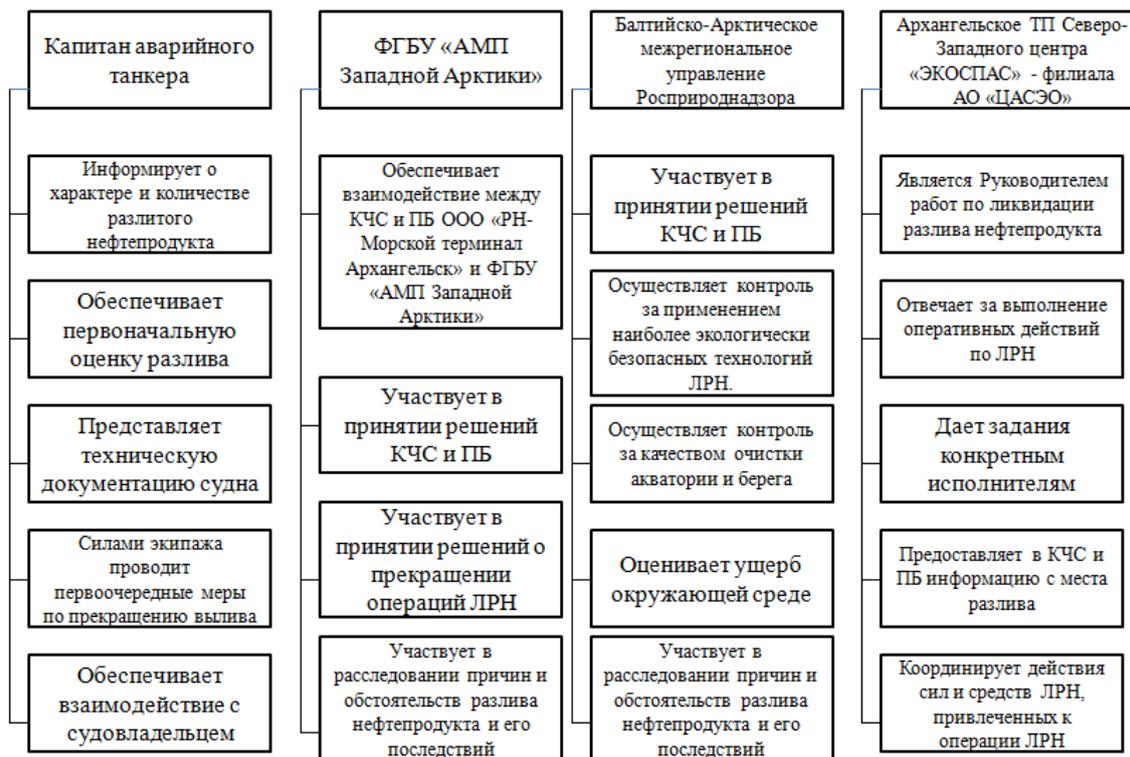


Рис. 8. Функциональные обязанности уполномоченных представителей при объектовой КЧС и ПБ

В соответствии с постановлением Правительства Архангельской обл. от 16 июня 2015 г. № 226-пп «Положение об Архангельской территориальной подсистеме единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [13] постоянно действующим органом управления областной подсистемы РСЧС на региональном уровне является ГУ.

Как показывает практика, для выработки скоординированных решений требуется создание межведомственного оперативного штаба по предупреждению и ликвидации ЧС из числа представителей функциональных подсистем РСЧС. Межведомственный оперативный штаб должен стать вспомогательным органом КЧС и ПБ Архангельской обл. [14, 15].

Для организации его деятельности ГУ разработан проект Положения о межведомственном оперативном штабе Архангельской обл. по предупреждению и ликвидации ЧС.

### Выводы

Проведенные межведомственные опытно-исследовательские учения выявили ряд проблемных вопросов организации оповещения должностных лиц о возникающих ЧС на объекте учений и межведомственного информационного взаимодействия в рамках РСЧС Архангельской обл., а именно:

1. Недостаточный штат оперативных дежурных ДДС объекта учений, влияющий на время оповещения.
2. Технические средства информирования и оповещения на объекте учений требуют обновления.
3. Не определен алгоритм действий КЧС объекта по привлечению дополнительных сил и средств РСЧС для ликвидации разливов нефти в объемах, превышающих указанные в плане ликвидации разлива нефтепродуктов.

Для решения выявленных проблемных вопросов авторами предлагается:

1. Определить последовательность доведения сигнала о ЧС (происшествиях) оперативными дежурными ДДС объекта учений с приоритетным оповещением ЦУКС. Внести соответствующие изменения в нормативные документы объекта учений по ликвидации максимальных расчетных разливов нефти и нефтепродуктов.
2. Внедрить на объекте учений автоматизированные системы оповещения вышестоящих органов управления.
3. Рассмотреть на региональном уровне внедрение АПК «Безопасный город» на объекте и его интеграцию с комплексом муниципального уровня Приморского района Архангельской обл.
4. Определить общедоступную платформу (программу) для организации оперативной видеоконференцсвязи с возможностью одновременного подключения нескольких абонентов – должностных лиц, привлекаемых к работе объектовой КЧС и ПБ.
5. Рассмотреть проект Положения о межведомственном оперативном штабе Архангельской обл. по предупреждению и ликвидации ЧС и рекомендовать его для практического опробования (применения).
6. Внести изменения в алгоритм действий КЧС объекта, обратив особое внимание на необходимость обращения по привлечению дополнительных сил и средств РСЧС в КЧС и ПБ Архангельской обл. и ГУ (через ЦУКС).

#### **Список источников**

1. По результатам проверки исполнения положений законодательства об обращении с отходами производства и потребления, отнесенными к III классу опасности: поручение Президента Российской Федерации от 16 сент. 2020 г. № Пр-1494. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Соловьева Е.Э., Твердохлебов Н.В. Особенности подготовки должностных лиц и специалистов в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций // *Civil Security Technology*. 2017. № 1 (51). Vol. 14. С. 90–94.
3. Онов В.А., Панкратова М.В., Остудин Н.В. Информационные аспекты в системе антикризисного управления МЧС России // *Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России»*. 2021. № 2. С. 116–124.
4. Концепция создания Национального центра управления в кризисных ситуациях. М.: МЧС России, 2005. С. 35.
5. Татарников С.А. Экспериментальные исследования влияния человеческого фактора на задержку начала оповещения людей о пожаре на примере средней школы г. Минска // *Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь*. 2005. № 2. С. 70–80.
6. О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: постановление Правительства Рос. Федерации от 24 марта 1997 г. № 334. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: постановление Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2003 г. № 794. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Положение о порядке сбора и обмена в Архангельской области информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций межмуниципального и регионального характера: постановление Правительства Архангельской обл. от 15 июня 2010 г. № 175-пп. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Лабинский А.Ю. Информационные технологии как средство поддержки принятия решений // *Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России»*. 2020. № 2. С. 24–31.

10. Лабинский А.Ю., Черных А.К., Тиамийу О.А. Принятие решений при ликвидации последствий стихийных бедствий // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2021. № 1. С. 109–116.

11. Антошин В.А., Третьякова Е.С. Практическая реализация государственной политики в сфере обеспечения безопасности в рамках построения и развития систем аппаратно-програмного комплекса «Безопасный город» на территории Свердловской области // Науч.-информ. журн. «Вопросы управления». 2018. № 6. С. 27–38.

12. Кузьмин А.И. Правовые основы режима чрезвычайной ситуации // Науч. журн. «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты». 2011. № 3. С. 17–22.

13. Положение об Архангельской территориальной подсистеме единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: постановление Правительства Архангельской обл. от 16 июня 2015 г. № 226-пп. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

14. Ляшенко Е.Н. Модель координации взаимодействия органов управления при ликвидации крупномасштабных чрезвычайных ситуаций // Науч. журн. «Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта». 2018. № 2. С. 33–41.

15. Бучакова М.А., Косоротов А.П. Координация деятельности органов управления государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Науч. журн. «Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». 2016. № 1. С. 64–68.

## References

1. Po rezultatam proverki ispolneniya polozhenij zakonodatel'stva ob obrashchenii s othodami proizvodstva i potrebleniya, otnesennymi k III klassu opasnosti: poruchenie Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 16 sent. 2020 g. № Pr-1494. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

2. Solov'eva E.E., Tverdohlebov N.V. Osobennosti podgotovki dolzhnostnyh lic i specialistov v oblasti grazhdanskoj oborony i zashchity ot chrezvychajnyh situacij // Civil Security Technology. 2017. № 1 (51). Vol. 14. С. 90–94.

3. Onov V.A., Pankratova M.V., Ostudin N.V. Informacionnye aspekty v sisteme antikrizisnogo upravleniya MCHS Rossii // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2021. № 2. S. 116–124.

4. Koncepciya sozdaniya Nacional'nogo centra upravleniya v krizisnyh situacijah. M.: MCHS Rossii, 2005. С. 35.

5. Tatarnikov S.A. Eksperimental'nye issledovaniya vliyaniya chelovecheskogo faktora na zaderzhku nachala opoveshcheniya lyudej o pozhare na primere srednej shkoly g. Minska // Vestnik Komandno-inzhenernogo instituta MCHS Respubliki Belarus'. 2005. № 2. S. 70–80.

6. O poryadke sbora i obmena v Rossijskoj Federacii informaciej v oblasti zashchity naseleniya i territorij ot chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tekhnogennogo haraktera: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 24 marta 1997 g. № 334. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

7. O edinoj gosudarstvennoj sisteme preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 30 dek. 2003 g. № 794. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

8. Polozhenie o poryadke sbora i obmena v Arhangel'skoj oblasti informaciej v oblasti zashchity naseleniya i territorij ot chrezvychajnyh situacij mezhmunicipal'nogo i regional'nogo haraktera: postanovlenie Pravitel'stva Arhangel'skoj obl. ot 15 iyunya 2010 g. № 175-pp. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

9. Labinskij A.Yu. Informacionnye tekhnologii kak sredstvo podderzhki prinyatiya reshenij // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 2. S. 24–31.

10. Labinskij A.Yu., Chernyh A.K., Tiamiju O.A. Prinyatie reshenij pri likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2021. № 1. S. 109–116.

11. Antoshin V.A., Tret'yakova E.S. Prakticheskaya realizaciya gosudarstvennoj politiki v sfere obespecheniya bezopasnosti v ramkah postroeniya i razvitiya sistem apparatno-programmogo kompleksa «Bezopasnyj gorod» na territorii Sverdlovskoj oblasti // Nauch.-inform. zhurn. «Voprosy upravleniya». 2018. № 6. S. 27–38.

12. Kuz'min A.I. Pravovye osnovy rezhima chrezvychajnoj situacii // Nauch. zhurn. «Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity». 2011. № 3. S. 17–22.

13. Polozhenie ob Arhangel'skoj territorial'noj podsisteme edinoj gosudarstvennoj sistemy preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij: postanovlenie Pravitel'stva Arhangel'skoj obl. ot 16 iyunya 2015 g. № 226-pp. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

14. Lyashenko E.N. Model' koordinacii vzaimodejstviya organov upravleniya pri likvidacii krupnomasshtabnyh chrezvychajnyh situacij // Nauch. zhurn. «Nauka i progress transporta. Vestnik Dnepropetrovskogo nacional'nogo universiteta zheleznodorozhnogo transporta». 2018. № 2. S. 33–41.

15. Buchakova M.A., Kosorotov A.P. Koordinaciya deyatel'nosti organov upravleniya gosudarstvennoj sistemy preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij // Nauch. zhurn. «Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij». 2016. № 1. S. 64–68.

#### **Информация о статье:**

Поступила в редакцию: 06.04.2022

Принята к публикации: 28.04.2022

#### **The information about article:**

Article was received by the editorial office: 06.04.2022

Accepted for publication: 28.04.2022

#### *Информация об авторах:*

**Андрей Владимирович Иванов**, преподаватель кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: andrei-ivanov84@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7886-2039>

**Владислав Романович Новиков**, старший преподаватель кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: novikovvr@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1103-8763>

#### *Information about the authors:*

**Andrey V. Ivanov**, lecturer of the department of fire, rescue equipment and automotive industry of Saint-Petersburg university of the State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: andrei-ivanov84@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7886-2039>

**Vladislav R. Novikov**, senior lecturer of the department of fire, rescue equipment and automotive industry of Saint-Petersburg university of the State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: novikovvr@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1103-8763>

## **ПРЕЗЕНТАЦИЯ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЦИРКУЛЯЦИИ KANBAN НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ (ПРИМЕР: ИРАНСКАЯ КОМПАНИЯ KHODRO)**

✉ **Мейсам Каримипур.**

**Исламский университет Азад, Тегеран, Иран.**

**Сейед Джавад Мортазави Амири.**

**Исламский университет Азад, филиал в Чалусе.**

✉ ***mkaramipour@srbiau.ac.ir***

*Аннотация.* Kanban – это важная стратегия в цепочке поставок. Целями Kanban является сокращение количества отходов и затрат, а также повышение эффективности в промышленных компаниях. Kanban – это один из методов гибкой разработки, в котором основное внимание уделяется визуализации процесса разработки. Однако существование Kanban не было широко и серьезно внедрено в производственных компаниях Ирана. Цель этого проекта – представить инновационную модель для оптимизации системы циркуляции Kanban в производственных компаниях, на заводах и в бизнес-среде. Сначала, после обзора литературы, была изучена оптимизация Kanban в бизнес-среде Ирана, в местных компаниях и на заводах. Статистическое объединение общества академических и промышленных экспертов насчитывает около 20 человек. Инструментом сбора данных были полуорганизованные интервью с использованием метода целенаправленной выборки. В этом исследовании менеджеры и эксперты были отобраны целенаправленно. Результаты показали, что менеджеры и эксперты согласны с использованием инновационных и новых методов в цепочке поставок и будут поддерживать план по мере необходимости. Кроме того, это исследование показало, что управление запасами, продавцами и поставщиками, улучшение качества, контроль и ответственность старшего менеджера являются одними из факторов, которые приведут к успешной оптимизации процесса Kanban в компании Iran Khodro. Предполагаемая инновационная модель в значительной степени приведет к повышению эффективности цепочки поставок на заводах и в компаниях. Кроме того, предлагаемая модель поможет компаниям организованно поддерживать стабильность. Наконец, были предложены некоторые подходы и предложения для будущей работы.

*Ключевые слова:* Kanban, оптимизация, сборка, бережливое производство, генетический алгоритм

**Для цитирования:** Meysam Karamipour, Seyed Javad Mortazavi Amiri. Презентация инновационной модели системы циркуляции Kanban на промышленных предприятиях (пример: Иранская компания Khodro) // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 69–76.

## **PRESENTING AN INNOVATIVE MODEL FOR KANBAN CIRCULATION SYSTEM IN INDUSTRIAL FACTORIES (CASE STUDY: IRAN KHODRO COMPANY)**

✉ **Meysam Karamipour.**

**Islamic Azad university, Tehran, Iran.**

**Seyed Javad Mortazavi Amiri.**

**Islamic Azad university, Chalous branch.**

✉ ***mkaramipour@srbiau.ac.ir***

*Abstract.* Kanban is an important strategy in the supply chain. The objectives of Kanban are to decrease the number of wastes and costs and increase efficiency in industrial companies. Kanban is one of the agile development methods that the attention is on the visualization of the development process. However, the existence of Kanban has not implemented extensively and seriously in production companies in Iran. The aim of this project is to present an innovative model for optimizing the Kanban circulation system in production companies, factories and business environments. At first, after the literature review, the Kanban optimization in business environments in Iran and local companies and factories has been

studied. The statistical society of the academic and industrial experts' society is about 20 people. The data gathering tool was the semi-organized interviews with the purposeful sampling method. In this research, the managers and experts were selected purposefully. The results showed that the managers and experts agree with the utilization of innovative and novel methods in the supply chain and will support the plan as required. Also, this research showed that the stock, seller and supplier management, quality improvement and control and obligation of the senior manager are among the factors that will result in the prosperous optimization of the Kanban process in Iran Khodro Company. The intended innovative model will largely result in the performance improvement of the supply chain in factories and companies. Also, the proposed model will help companies stability in an organized manner. Finally, some approaches and proposals were suggested for future work.

*Keywords:* kanban, optimization, assembly, lean production, genetic algorithm

**For citation:** Meysam Karamipour, Seyed Javad Mortazavi Amiri. Presenting an innovative model for Kanban circulation system in industrial factories (case study: Iran Khodro company) // *Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects)*. 2022. № 2 (42). P. 69–76.

## Introduction

The suppliers, producers, distributors and customers form the members of a supply chain. The performance of a supply chain is dependent on the integrated efficiency and by considering the relationships between the members of the supply chain, besides the efficiency of each member. The utilization of a lean production approach in the supply chain, besides the improvement of members' efficiency, will result in the improvement of integrity between the chain members. According to the lean production approach, any activity that does not have any added values is waste and should be eliminated. The inventories in the construction and transportation systems are among the most important wastes. By eliminating or decreasing these wastes the implementation cost or the total cost would be decreased. Finally, it will result in performance and efficiency improvement of the supply chain. Identification, design and implementation of inventory systems in the supply chain have great importance. The inventory system should be capable of management or control of various types of inventories in all the chain and at the same time, should result in the decrease of costs especially in transportation cost of the chain [1]. Usually, there is an information flow system in each factory that includes some information in the format of some forms, which is used as the permission for delivery and transfer of the goods between warehouses or various production workshops. Some of them include the goods ordered, production plan and purchase order. For example, if the assembly unit needs some pieces, the application form from the warehouse will be filled and signed by the authorities. Usually, these forms are prepared in a few prints and after completion of permitted signatures and receiving the goods from the warehouse, the part that is responsible for this would be sent to various units of the factory-like Warehouse, production (assembly), accounting unit etc. This needs many office works that are common in factories and are considered as a daily work of them. In modern and advanced companies like Toyota, Japan, the information flow, the sending method, Kanban performs delivery of materials and goods. Kanban is a Japanese word, means the «card», and is a paper sheet or plastic card that is positioned in a clear plastic cover. On this card, there is some information about the material, piece or previous process that is used during the next processes and will be beneficial. Also, it is possible that Kanban to include information about the work order or transportation. In fact, these cards have replaced the abovementioned cards [2]. In the present era, one of the main problems in production factories is the extra stock in the warehouses and in the production lines. This extra stock results in the stagnation of capital, the pieces to become destructed or defective due to long-term storage, extra costs due to stocking [3]. The Iran Khodro Company, like any other large production companies, deals with this problem and is trying to find a method to decrease the stock level, time and increase the efficiency and economize the activities. To economize and optimize the activities in Iran Khodro Company, there is a need to pay attention to new approaches for optimizing the activities.

Various systems have been presented to solve this problem. One of them is the on-time production. The most important technique for the on-time system is the Kanban system. The correct implementation of Kanban will result in a decrease of the stock, and as a result, decreases the waste of time and expenses and also increases efficiency. Its final achievement is the increase in production. Nowadays, in competition between the units and industrial factories, there is an increasing implication on the production process. The factories should pursue competitive advantages in their production process management for successful competition in global markets. On the other hand, production is faced with great challenges, especially about the waste of time and costs. To obtain the competitive advantages and confront the mentioned challenges, the production companies, on one hand, are trying to obtain fast delivery to the customer, meeting the agreed due dates and on the other hand, trying to keep the stocks and costs as low as possible and increase the efficiency. Therefore, to meet the mentioned objectives, selecting a suitable system plays an important role to reach these goals. For this purpose, in this paper, an innovative model is designed to optimize the Kanban circulation system in industrial factories (case study: Iran Khodro Company) and in the end, some applications based on this innovative model are described.

### Literature Review

Since Monden described the use of Kanban in the Toyota production system in 1983, various researches have been performed about this system [4]. For example, Altiok & Ranjan studied [5] a multi-position tensile production system with the aim of managing its stock. Gupta and Altorki [5] developed a systematic method for measuring the amount of Kanbans in an on-time system. Their algorithm minimizes the workflow in time of probable processes and variable requests. Mascolo et al. [6] presented an analytical model for a multi-position production system that is controlled by Kanban. Nori & Sarkar [7] determined the number of Kanbans and the delivery policy between two workstations. In their model, the target function was the sum of costs of the number of Kanbans, shortage cost and maintenance cost. Berkley studied most of the paper about the production control by Kanbans and categorizing them based on his system. He, also, presented 24 parameters for the performance of Kanban. Miyazaki and others [8] specified two formulas for the calculation of the average stock by Kanban in an on-time production system. Nori & Sarkar [7] studied the delivery policy and Kanban between two workstations. In this model, the total cost was described as a function of the number of Kanbans. Parija, B. Sarker [9] developed the analysis of supply chain and order systems using the Kanban. Ettl & Schwen [10] presented a high-performance innovative method for designing the Kanban system. In their method, the analytical method was used for modeling the Kanban and the genetic algorithm was used to evaluate the Kanban system. Philipoom and others [11] presented a method for simultaneous determination of capacity connected to Kanban, number of Kanbans and the production sequence in Kanban workshop systems. The model criterion was to minimize the costs and solving the model would be performed using the branch and bound method. Baradarn (2018) [12] in his research paper, studied the determination of the optimum number of Kanbans in the Kanban transportation system with the approach of multi-purposed mathematical planning and simulation. In this paper, based on the vehicle supply chain studies, the objectives and limitations of the problem in the Kanban system are determined. A model based on the multi-purpose integer mathematical planning with the non-linear target function was developed for determining the number of Kanbans and with the aim of decreasing the existing stock and transportation. The applicability and effectiveness of the mathematical model results were studied using the development of a simulated model. The results showed that one of the optimum results could reduce the stock costs for about 44 percent related to the existing condition. While it results in an increase in transportation costs by about 11 percent. Azadeh and others, (2010) [13] studied the development of a simulation model for evaluation of the extended Kanban system with dynamic Kanban numbers adjustment policy. In this paper, a novel method was presented for dynamic Kanban numbers adjustment I each step and according to the amount of backlog at the final station. The advantage of the proposed method is the simplicity of regulating the method parameters. For determining

the number of Kanbans and evaluating the proposed method in the extended Kanban system, a simulated model is presented. The effect of dynamic change in the number of Kanbans on the production average, half made stock average, the average production time of a product and the efficiency rate of the machinery have been investigated. The simulation model was used to determine the unequal assignment of the Kanbans to various production steps. The simulation results show that utilizing the proposed policy will lead to an increase in production rate and a decrease of backlog compared to existing methods. Azadeh and others (2010) [13] presented a model to determine the Kanban volume in the multi-step supply chain using the genetic algorithm simulation. According to the random behavior of the supply chain, they used the simulation and innovative model of optimization of the genetic algorithm. Also, they presented the innovative optimization algorithm and simulation model for improving the assembly lines' performance increase based on the on-time approach. Chaharsooghi and Sajedi Nezahd (2010) [14] presented a model for decreasing the costs of the multi-level supply chain like stocks maintenance, safety stocks maintenance and extra stock costs. In this model, besides the decrease in costs, the number and size of the Kanban will be determined in case the request is random. Rabbani and others (2009) [15], based on the development of Wang and Serker (2006) [16] model, investigated the transportation Kanban problem in the multi-steps supply chain and used the dimensional hyper-heuristic algorithms to determine the number of Kanbans, the group size, the order point and the amount of the final product in the supply chain. Kageshima & Inoie (2014) [17] used the taboo search and simulation approach for optimizing the transportation Kanban parameters (the number of transportation and production Kanban, the amount of production and safety stock) with the aim of minimizing the average costs (stocks maintenance and lost sell costs). Pedrielli and others (2015) [18] used the optimization – simulation approach for determination of production Kanban parameters. Their target functions are minimizing the costs of stocks, wait time, lost customer, shortage and maximizing the output. Wilson Florim and others (2019) [19]. In an article on the subject «Analysis of lot-sizing methods suitability for different manufacturing application scenarios oriented to MRP and JIT / Kanban environments». They conducted research and analysis. the results showed that lot-sizing methods and discusses benefits and risks associated to its use in application scenarios marked by a considerable variation in demand or peaks in seasonality. Junge and others (2019) [20] in an article on the subject «Digital transformation technologies as an enabler for sustainable logistics and supply chain processes – an exploratory framework». They did research and the results showed that the DTT auto identification, additive manufacturing, and cloud technology lead to improvements concerning transparency efficiency, optimizing distribution distances and logistics resources in networks. The framework presents an avenue for assessing the impact scope and potentials of implementing DTT. Weflen (2022) [21] in an article on the subject». An influence diagram approach to automating lead time estimation in Agile Kanban project management. «They did research and the results showed that conducted to better understand how each factor influences lead times. This system can assist Kanban teams' stakeholder communication and reduce estimation workload through a more holistic model of lead times. Lerche (2022) [22] n an article on the subject». Application of Takt and Kanban to Modular Wind Turbine Construction». They did research and the results showed that. The application of mixed methods ensured data input originating from practical experience provided by field experts both within and outside the case-study organizations, theoretical knowledge from academics, and state-of-the-art literature allowed the development of a model that embeds Kanban, Takt, and PDCA to the context of modular offshore wind turbine tower construction. After its implementation, a 10 % increase in labor productivity was recorded. Furthermore, through the stable productivity measures in a time of crisis, the model revealed its robustness during COVID-19. The contributions to the body of knowledge are the developed model combining Takt, Kanban, and PDCA, and the visual management interface. The model was implemented together with the visual management interface to achieve a flexible planning framework that can respond to challenges with delivery times and productivity and withstand major disruptions, such as the COVID-19 pandemic.

## Various types of Kanbans and the Kanban system advantages

Generally, there are two types of Kanbans used in production [Arab and others, 2013]) [23]. The production Kanban that imparts the type and amount of product to the workstations or the members of the supply chain and the transportation Kanban that has the role of displacement permit for a specified amount of a specific good between different sections. The transportation Kanban defines the transportation time of the pieces between various stations of a production line or between the members of the supply chain (Hasan and others, 2018) [24]. Besides specifying the piece and amount, the transportation Kanban specifies that where is the piece from and where is it going. The utilization of the Kanban in production is usually a function of single Kanban and double Kanban. In the single Kanban system, which is usually in the format of transportation, with the amount of the pieces that are permitted to displace, pieces are produced in that station and replace the transported pieces. In the double Kanban system, the amount of the good that receives permission for production is not equal to the amount of the goods transported from the station. When the Kanban system is designed properly will be effective and guarantees the objectives of lean production. This system should also be designed based on the limitations and existing conditions in each industry so it could have the expected efficiency (Junior & Filho, 2010) [25].

The Kanbans are different based on their use:

1. Production Kanban: includes the signals and specifications of the required product information. Its movement range is within a station or a limited area.
2. Transportation Kanban: includes the signals and specifications of the required transportation of the pieces. Its movement range is within some stations or extensive areas.

One of the most important advantages of the Kanban system is putting limits on the increase in goods stocks. From the other advantages, the following could be mentioned: the decrease of need to the warehouse stock, production flow improvement and preventing extra production, presenting helpful and fast information, improvement in the response to the changes in the request [26].

## Methodology

Since this study has been extensively studied abroad, therefore, we performed this research as a case study with a semi-organized interview using the targeted sampling of academic and industrial experts. This was performed considering the previous studies and Kanban optimization in business environments in Iran and local companies and factories. Also, since, the researcher is looking for the utilization of the results in short-times and in practice (organization), so, the present study is practical in terms of the goal. The statistical society of the research was the academic and industrial experts with a number of 20 persons. The data-gathering tool was the semi-structures interviews with the targeted sampling method. In this research, the managers and experts are selected in a targeted manner as the responders and the related interview was performed in the related offices. This organization is a vehicle production company and also, the assembler of different types of vehicles in international markets. The analysis shows that the managers and experts agree with the utilization of innovative and novel methods in the supply chain and will support the plan as required. This study shows that the stock, seller and supplier management, quality improvement and control and obligation of the senior manager are among the factors that result in the successful optimization of the Kanban process in this organization. Therefore, as a result, based on this interview, it could be concluded that the factors that prevent the Kanban implementation in the Iran Khodro Company are the management of the ineffective stock, the lack of participant, the lack of quality improvement and quality control and disaffiliation of employees and managers and also, the lack of obligation of the senior manager. The innovative model was proposed by collecting and gathering the data related to Kanban optimization via observations and organized interviews.

Figure shows the innovative model of the vehicles Kanban flow based on the observations in the Iran Khodro Company.

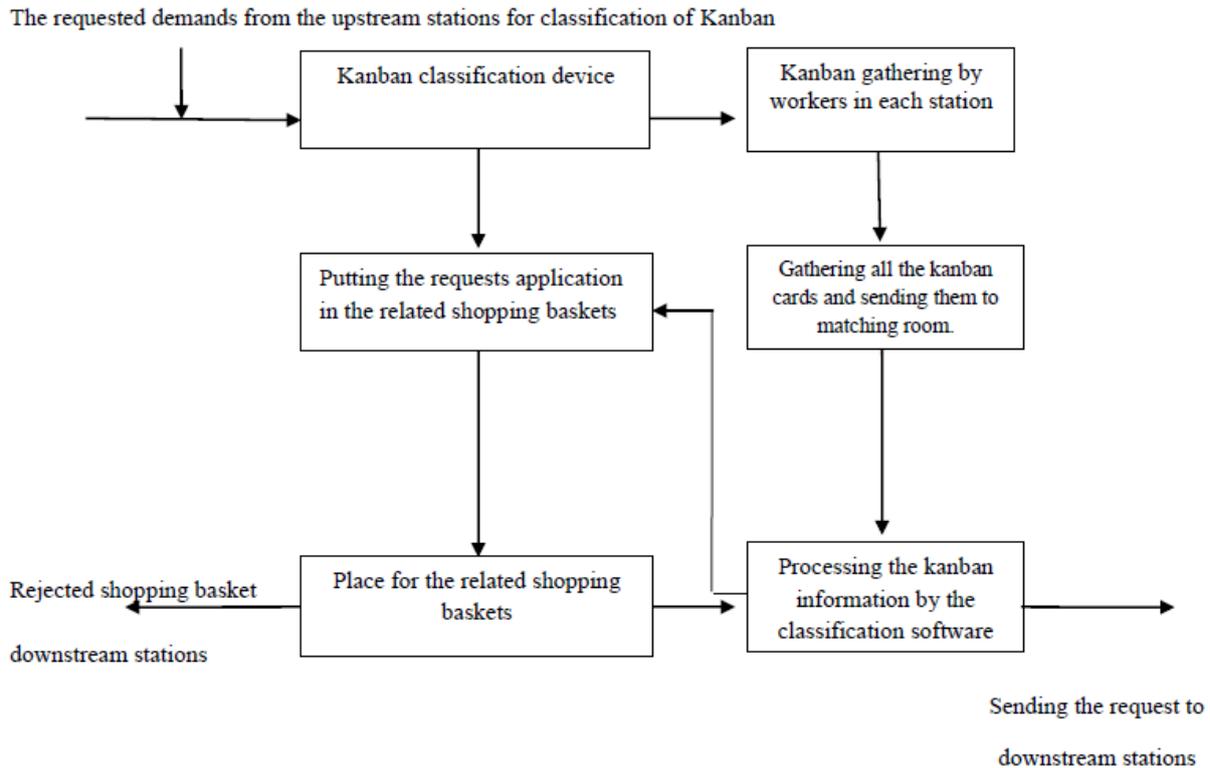


Fig. Proposed innovative model of the research

### Conclusions and suggestions

Since there are various references about the Kanban system, but due to mismatch of them by the existing conditions in the country, the productive organizations have always faced various problems in the implementation system. In this paper, an innovative model has been presented for the optimization of the Kanban circulation system in factories (case study: Iran Khodro Company). The results show that this innovative model can properly be used in small and large companies and result in a decrease in various types of waste in the supply chain by transferring proper information. Also, the results showed that the utilization of the innovative model in the meantime of the production process can increase the production rate decrease the backlog demand. The proposed innovative model in the production line increases the stock and decreases the average stock. It also results in an increase in efficiency and economization of the activities. Therefore, the researchers can develop their model for Kanban systems with a higher amount of pieces between the manufacturer and supplier or by considering the probable conditions. It is hoped that the utilization of the model of this research can help the prosperity of the research projects and industrial development and would be used generally in the factories, production companies, project-based organizations, and industries with high-tech technologies as a guild line. The following items could be stated as the other advantages of utilization of this innovative model:

1. The decrease in the number of wastes and transportation costs.
2. The decrease of wastes due to incorrect stocking and decrease of rejected parts.
3. The decrease of the discharge time and the number of faulty pieces.
4. The increase in the quality and performance and also the uniform distribution of transportation during day and night.
5. Logistics improvement and optimized utilization of pallets and a decrease in the number of pallets currently engaged.
6. The optimized use of the space, facilitating traffic and production.

Also, the items that can prevent the implementation of this model are ineffective stock management, lack of participant, lack of quality and quality control improvement, disaffiliation of employees and lack of obligation of a senior manager.

In the end, according to the studied items in this paper, the following items will be proposed for further research:

1. Proposing a model for determining the amount of Kanbans in the production systems.
2. Presenting a model for rejected orders and also better services.
3. Presenting a model for Kanban development using RFID technology.
4. Simulation of the Kanban process using the simulation software like ARENA, AnyLogic etc.

## References

1. Gupta S.M., AlTurki Y.A.Y. An algorithm to dynamically adjust the number of kanbans in stochastic processing times and variable demand environment // *Production Planning and Control*. 1997. № 8 (2). P. 133–141.
2. Monden Y. *The Toyota Production System*. Norcross, GA.: Industrial Engineering and Management Press, 1983.
3. Sarkar B.R., Balan C.V. Operations planning for Kanbans between two adjacent workstations // *XIX International Conference on Computers and Industrial Engineering*. Miami, FL.: Elsevier Science Ltd, 1996.
4. Brown J., Harn J., Shionan J. P: production management systems (with an integrated approach) / Translated by Ghazanfar Mahdi, Saghiri Soroush. 2<sup>nd</sup> Ed, Iran: University of Science and Technology Press, 2002.
5. Altiok T., Ranjan R. Multi-stage, pull-type production/inventory systems // *IIE Transactions*. 1995. № 27 (2). P. 190–200.
6. Mascolo M.D., Frein Y., Dallery Y. An analytical method for performance evaluation of kanban controlled production systems // *Operations Research*. 1996. № 44 (1). P. 50–64.
7. Nori V.S., Sarkar B.R. Cyclic scheduling for a multi-product, single-facility production system operating under a just-in-time delivery policy // *Journal of the Operational Research Society*. 1996. № 47 (3). P. 930–935.
8. Miyazaki S., Ohta H., Nishiyama N. The optimal operation planning of Kanban to minimize the total operation cost // *International Journal of Production Research*. 1988. № 26. P. 1605–1611.
9. Parija G.R., Sarker B.R. Operations planning in a supply chain system with fixed-interval deliveries of finished goods to multiple customers // *IIE Transactions*. 1999. № 31. P. 1075–1082.
10. Ettl M., Schwen M. *A Design Methodology for Kanban controlled production lines using Queuing Networks and Genetic Algorithms*. IMMD VII. Germany: University of Erlangen Nuremberg, 1997.
11. Philipoom P.R., Ressel P., Talor B.W. Simultaneously Determining the Number of Kanbans, Container Sizes and the final. Assembly Sequence of products in a just in time shop // *International journal of production Research*. 1996. Vol. 34. № 1. P. 51–89.
12. Baradaran V. Multi-Objective Optimization and Simulation Model To Design The Withdrawal Kanban Systems // *Production and Operations Management*. 2018. № 9 (1). P. 181–203.
13. Azadeh A., Layegh J., Pourankooch P. Optimal Model for Supply Chain Controlled by kanban under JIT Philosophy by Integration of computer Simulation and Genetic Algorithm // *Basic and Applied Sciences*. 2010. № 4 (3). P. 370–378.
14. Chaharsooghi S.K., Sajedinejad A. Determination of the Number of Kanbans and Batch Sizes in a JIT Supply Chain System // *Transaction E: Industrial Engineering*. 2010. № 17 (2). P. 143–149.
15. Rabbani M., Layegh J., Mohammad Ebrahim R. Determination of number of kanbans in a supply chain system via Memetic algorithm // *Advances in Engineering Software*. 2009. № 40. P. 431–437.

16. Wang S., Sarker B.R. Optimal models for a multi-stage supply chain system controlled by kanban under just-in-time philosophy // *European Journal of Operational Research*. 2006. № 172. P. 179–200.
17. Kageshima R., Inoie A. Simulation-based Optimization Approach for an Extended-kanban Control System // *International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*, Las Vegas, USA, 2014. P. 315–316.
18. Pedrielli G., Alfieri A., Matta A. Integrated simulation–optimisation of pull control systems // *International Journal of Production Research*. 2015. № 53 (14). P. 4317–4336.
19. Analysis of lot-sizing methods' suitability for different manufacturing application scenarios oriented to MRP and JIT / Kanban environments / W. Florim [et. al.], 2019.
20. Junge A.L. Digital transformation technologies as an enabler for sustainable logistics and supply chain processes—an exploratory framework // *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. 2019. № 16 (3). P. 462–472.
21. Weflen E., MacKenzie C.A., Rivero I.V. An influence diagram approach to automating lead time estimation in Agile Kanban project management // *Expert Systems with Applications*. 2022. № 187. P. 115866.
22. Lerche J., Enevoldsen P., Seppänen O. Application of Takt and Kanban to Modular Wind Turbine Construction // *Journal of Construction Engineering and Management*. 2022. № 148 (2). P. 05021015.
23. Arab R., Tavakoliu M., Reza and Forghani M. Solving a New Mathematical Model for Scheduling in Distribution Networks by Multi-Objective Particle Swarm Optimization // *Production and Operations Management*, Isfahan. 2013. 4<sup>th</sup> period (7). № 2. P. 95–112.
24. Hasan N.E., Nahavandi N., Sajedi N.A. A Simulation Model for dynamically adjusting the number of Kanbans in Generalized Kanban Systems, *Modeling in Engineering*. 2018. № 16 (52). P. 311–330.
25. Junior M.L., Filho M.G. Review Variations of the kanban system: Literature review and classification // *International Journal Production Economics*. 2010. № 125. P. 13–21.
26. Wang, S., Sarker B.R. Optimal models for a multi-stage supply chain system controlled by kanban under just-in-time philosophy // *European Journal of Operational Research*. 2006. № 172. P. 179–200.

**Информация о статье:**

Поступила в редакцию: 10.06.2022

Принята к публикации: 15.06.2022

**The information about article:**

Article was received by the editorial office: 10.06.2022

Accepted for publication: 15.06.2022

*Информация об авторах:*

**Мейсам Каримипур**, научно-исследовательское отделение клуба молодых исследователей и элиты Исламского университета Азад (Тегеран, Иран, конец шоссе Шахида Саттари, Университетская площадь, бульвар Шохата Хесарак), e-mail: mkaramipour@srbiau.ac.ir

**Сейед Джавад Мортазави Амири**, доцент кафедры математики и статистики Факультета фундаментальных наук Исламского Университета Азад, филиал в Чалусе (Чалус, ул. Шахривар, 17, перед мечетью Имама Хосейна (АС), центральный офис Исламского университета Азад), e-mail: jmortazavi.amiri@iauc.ac.ir

*Information about the authors:*

**Meysam Karamipour**, science and research branch of young researchers and elites club of Islamic Azad University (Tehran, Iran, end of Shahid Sattari highway, University square, Shohada Hesarak Boulevard), e-mail: mkaramipour@srbiau.ac.ir

**Seyed Javad Mortazavi Amiri**, Assistant Professor of Mathematics and Statistics Faculty of Basic Sciences of Islamic Azad University, Chalous Branch (Chalous, Shahrivar st., 17, in front of Imam Hossein (AS) Mosque, central office of Islamic Azad university), e-mail: jmortazavi.amiri@iauc.ac.ir

---

---

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

---

---

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников. Наряду с подготовкой пожарных специалистов, учебному заведению вменялось в обязанность заниматься обобщением и систематизацией пожарно-технических знаний, оформлением их в отдельные учебные дисциплины. Именно здесь были созданы первые отечественные учебники, по которым обучались все пожарные специалисты страны.

В последующем учебное заведение преобразовывалось и меняло свое название.

25 апреля 2022 г. в соответствии с Указом Президента Российской Федерации В.В. Путина Санкт-Петербургскому университету ГПС МЧС России присвоено почётное наименование «имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева».

Учебным заведением за вековую историю подготовлено несколько десятков тысяч специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспредельная преданность профессии пожарного и верность присяге. Свидетельство тому – целый ряд сотрудников и выпускников вуза, награжденных высшими наградами страны, среди них: кавалеры Георгиевского креста, четыре Героя Советского Союза и Герой России. Далеко не случаен тот факт, что среди руководящего состава пожарной охраны страны всегда было много выпускников учебного заведения.

Сегодня федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в российское и мировое научно-образовательное пространство. Учебный процесс осуществляется по 891 дисциплине на 27 кафедрах. Университет осуществляет подготовку по разным формам обучения: очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий по программам среднего, высшего образования, а также подготовку специалистов высшей квалификации, переподготовку и повышение квалификации специалистов МЧС России.

Начальник университета – генерал-лейтенант внутренней службы кандидат технических наук, доцент Гавкалюк Богдан Васильевич.

Подготовка реализуется по 21 образовательной программе высшего образования, что является наибольшим количеством реализуемых программ среди образовательных организаций высшего образования МЧС России, и 83 программам дополнительного профессионального образования и профессионального обучения.

По программам специалитета в университете можно пройти обучение по таким направлениям подготовки, как: «Пожарная безопасность», «Горное дело», «Психология служебной деятельности», «Экономическая безопасность», «Правовое обеспечение национальной безопасности», «Судебная экспертиза». По программам бакалавриата – «Техносферная безопасность», «Системный анализ и управление», «Психология», «Управление персоналом», «Государственное и муниципальное управление», «Юриспруденция». По программам магистратуры – «Техносферная безопасность», «Системный анализ и управление», «Государственное и муниципальное управление», «Юриспруденция».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса.

Укомплектованность научно-педагогическим составом, имеющим учёные степени и звания, составляет более 70 %, что позволяет университету занимать лидирующие позиции среди учебных заведений Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают: 55 докторов наук, 268 кандидатов наук, 46 профессоров, 150 доцентов.

В составе университета:

- 28 кафедр;
- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт нравственно-патриотического и эстетического развития;
- Институт профессиональной подготовки;
- Институт развития;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета (ДВПСА);
- пять факультетов: факультет инженерно-технический, факультет экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации, факультет пожарной безопасности (подразделение ДВПСА), факультет дополнительного профессионального образования (подразделение ДВПСА).

Институт безопасности жизнедеятельности осуществляет образовательную деятельность по программам высшего образования по договорам об оказании платных образовательных услуг.

Приоритетным направлением в работе Института заочного и дистанционного обучения является подготовка кадров начальствующего состава для замещения соответствующих должностей в подразделениях МЧС России. Нарастающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Институт развития реализует дополнительные профессиональные программы по повышению квалификации и профессиональной переподготовке в рамках выполнения государственного заказа МЧС России для совершенствования и развития системы кадрового обеспечения, а также на договорной основе.

Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности осуществляет реализацию государственной научно-технической политики, изучение и решение научно-технических проблем, информационного и методического обеспечения в области пожарной безопасности. Основные направления деятельности научно-исследовательского института: организационное и научно-методическое руководство судебно-экспертными учреждениями федеральной противопожарной службы МЧС России; сертификация продукции в области пожарной безопасности; проведение испытаний и разработка научно-технической продукции в области пожарной безопасности; проведение расчетов пожарного риска и расчетов динамики пожара с использованием компьютерных программ.

Институт активно участвует в разработке новых и совершенствовании существующих инструментальных методов и технических средств исследования и экспертизы пожаров, производстве судебных пожарно-технических экспертиз и исследованиях в области экспертизы пожаров, выполнении поисковых научно-исследовательских работ прикладного характера, выполнении поисковых научно-исследовательских работ по обеспечению безопасности в Арктическом регионе и проведении сертификационных испытаний, апробировании методик по стандартам ISO, EN и резолюциям ИМО.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Вытегра, Горячий Ключ (Краснодарский край), Мурманск, Петрозаводск, Пятигорск, Севастополь, Стрежевой, Сыктывкар, Тюмень, Уфа; представительства университета за рубежом: г. Алма-Ата (Республика Казахстан), г. Баку (Азербайджанская Республика), г. Ниш (Сербия).

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. открыт Кадетский пожарно-спасательный корпус. Он осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учетом дополнительных образовательных программ. Основные особенности деятельности корпуса – интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадет, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на поприще государственной гражданской, военной, правоохранительной и муниципальной службы.

Общее количество обучающихся в университете по всем специальностям, направлениям подготовки, среднему общему образованию составляет более 7 000 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1 100 специалистов.

В университете действует два диссертационных совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим и экономическим наукам.

Университет издает 7 научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных мероприятий, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс (ISSN). Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень рецензируемых научных журналов, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Ежегодно университет проводит научно-практические конференции различного уровня: Всероссийскую научно-практическую конференцию «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международную научно-практическую конференцию «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций».

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами и организациями. Традиционно большим интересом пользуется выставочная экспозиция университета на Международном салоне средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность», Петербургском международном экономическом форуме, Международном форуме «Арктика: настоящее и будущее».

Международная деятельность вуза направлена на всестороннюю интеграцию университета в международное образовательное пространство. Университет, осуществляя образовательную деятельность, обладает широкой локализацией на территории Российской Федерации, государств-участников Содружества Независимых Государств и других стран.

Большой интерес к обучению в университете проявляется со стороны иностранных граждан. В университете обучаются иностранные курсанты из числа сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС Кыргызской Республики и Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан. Только в период с 2016 по 2021 г. в университете прошли обучение по программам дополнительного профессионального образования 712 иностранных граждан, завершили обучение по программам высшего образования 468 иностранных граждан.

В соответствии с двусторонними соглашениями университет осуществляет обучение по программам повышения квалификации. Регулярно проходят обучение в университете специалисты Российско-сербского гуманитарного центра, Российско-армянского центра гуманитарного реагирования, Международной организации гражданской обороны.

В университете имеются возможности для повышения уровня знания английского языка. Организовано обучение по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников.

В университете большое внимание уделяется спорту. Команды, состоящие из преподавателей, курсантов и слушателей, – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в России, так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

Деятельность команды университета по пожарно-спасательному спорту (ПСС) включает в себя участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведении тренировок по ПСС.

В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по 18 видам спорта. В составе сборных команд университета – чемпионы и призеры мировых первенств и международных турниров.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете Институте нравственно-патриотического и эстетического развития. Творческий коллектив университета принимает активное участие в ведомственных, городских и университетских мероприятиях, направленных на эстетическое и патриотическое воспитание молодежи, а также занимает призовые места в конкурсах, проводимых на уровне университета, города и МЧС России. На каждом курсе организована работа по созданию и развитию творческих объединений по различным направлениям: студия вокала, студия танцев, клуб веселых и находчивых. Для курсантов и студентов действует студия ораторского искусства, команда технического обеспечения, духовой оркестр.

К 75-летию со Дня Победы в Великой Отечественной войне и 30-летию МЧС России на территории учебного заведения был открыт музей истории Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, в котором обучающиеся, сотрудники, гости университета могут познакомиться со всеми этапами становления учебного заведения – от курсов пожарных техников до высшего учебного заведения.

В федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов МЧС России.



---

---

# АВТОРАМ ЖУРНАЛА «ПРАВО. БЕЗОПАСНОСТЬ. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ»

---

---

К публикации принимаются оригинальные исследовательские и обзорные аналитические статьи, отвечающие профилю журнала, представляющие результаты завершеного научного исследования, выполненного на актуальную тему, обладающие научной новизной, имеющие практическое значение и теоретическое обоснование, оформленные в соответствии с требованиями.

Статья не должна быть ранее опубликованной и не поданной для рассмотрения в другие журналы. Все статьи проходят проверку в системе «Антиплагиат».

Статьи **обучающихся магистратуры, курсантов и студентов** принимаются **только в соавторстве с научным руководителем**.

**1. Материалы** для публикации представляются в редакцию журнала лично или на электронную почту: pravobchs@igps.ru. Материал должен сопровождаться:

а) статья аспиранта (адъюнкта) или соискателя *отзывом научного руководителя*.

б) *электронной версией* статьи, представленной в формате редактора Microsoft Word (версия не ниже 2003). Название файла должно быть следующим:

Автор1, Автор2 – Первые три слова названия статьи.doc, например: **Иванов – Анализ существующей практики.doc**;

в) *плата* с адъюнктов и аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов с целью их экспертной оценки. Статьи рецензируются в обязательном порядке членами редакционной коллегии журнала. Основная цель рецензирования – предоставить редакции аргументированную информацию для принятия решения об опубликовании материала.

**2. Статьи**, включая рисунки и подписи к ним, список литературы, должны иметь **объем от 8 до 15** страниц. По согласованию с руководством журнала статьи могут быть приняты и большего объема.

**3.** Оригинальность статей должна быть **не менее 70 %**.

**4. Текст статьи должен быть обязательно структурирован по разделам:**

#### **Введение**

В разделе «Введение» проводится анализ состояния исследуемой проблемы по публикациям отечественных и зарубежных источников, на основании которого обосновывается актуальность исследования, формулируются цель и задачи исследования.

#### **Методы исследования**

В разделе описываются применяемые в работе методы исследования, приводятся сведения об объектах исследования, измерительном оборудовании, описываются условия экспериментов и т.д. Возможно указание ссылок на работы с более подробным изложением методов, однако приводимого описания должно быть достаточно для понимания хода исследования.

При использовании стандартных (или известных) методов и процедур лучше сделать ссылки на соответствующие источники, не забывая описать модификации стандартных методов, если таковые имелись. Если же используется собственный новый метод, описание которого нигде ранее не было опубликовано, важно привести все необходимые детали. Если ранее описание метода было опубликовано в известном журнале, можно ограничиться ссылкой.

Допускается и иное название раздела, обусловленное спецификой исследования и подготовленной на его основе статьи, например «Материалы и методы исследования», «Модели и методы исследования», «Теоретические основы и методы расчета».

## **Результаты исследования и их обсуждение**

В разделе в логической последовательности излагаются результаты исследования, которые подтверждаются таблицами, графиками, рисунками. Здесь же проводится анализ и интерпретация полученных результатов, описываются выявленные закономерности, подтверждается достоверность результатов, проводится сопоставление собственных результатов с данными других исследователей.

### **Заключение**

В разделе излагаются основные выводы, подводятся итог проделанной работы, обосновывается научная новизна полученных результатов, приводятся научно обоснованные рекомендации по их использованию, определяются основные направления дальнейших исследований в данной области.

Заключение содержит главные идеи основного текста статьи, но не должно повторять формулировок, приведенных в предыдущих разделах.

Список литературы должен содержать **не менее 10 источников** (из которых **не менее 30 % зарубежных**).

Для **ОБЗОРНЫХ аналитических статей** допускается иная структура статьи:

1. Введение.
2. Аналитическая часть.
3. Заключение.

В разделе «Аналитическая часть» должен быть представлен критический анализ и критическое обобщение актуальной исследовательской проблемы по отечественным и зарубежным научным источникам (**не менее 25 источников**, из которых **не менее 50 % зарубежных**) с оценкой их научной новизны и оригинальности. Результаты критического анализа и обобщения должны быть подтверждены сравнительными таблицами, графиками, рисунками. В статье также должны быть отражены дискуссионные (проблематичные) вопросы.

Допускается разбиение разделов «Методы исследования», «Результаты исследования и их обсуждение», «Аналитическая часть» на несколько логически связанных подразделов.

### **5. Оформление текста:**

- а) текст материала для публикации должен быть тщательно отредактирован автором;
- б) текст на одной стороне листа формата А4 набирается на компьютере (шрифт Times New Roman 14, **интервал 1,5**, без переносов, в одну колонку, **все поля по 2 см**, нумерация страниц внизу посередине);
- в) на первой странице авторского материала должны быть напечатаны: УДК (универсальная десятичная классификация), **на русском и английском языках** название (прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчеркивания); ФИО авторов полностью (**не более трех**); место работы (название учреждения), электронный адрес авторов (без слова e-mail), аннотация, ключевые слова.

*Требования к аннотации.* Аннотация должна быть краткой, информативной, содержать цель работы, методы исследования, основные положения и результаты исследования (излагаются основные результаты теоретических и/или экспериментальных исследований, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности), выводы с обоснованием научной новизны результатов. Аннотация может включать и другую информацию, уместную с точки зрения авторов, например, рекомендации по применению полученных результатов. Примерный объем аннотации **100–250 слов**.

### **6. Оформление формул в тексте:**

- а) формулы должны быть набраны на компьютере в редакторе формул Microsoft Word (Equation), размер шрифта эквивалентен 14 (Times New Roman);
- б) в формулах рекомендуется использовать буквы латинского и греческого алфавитов (курсивом);
- в) формулы печатаются по центру, номер – у правого поля страницы (нумеровать следует только формулы, упоминаемые в тексте).

## 7. Оформление рисунков и таблиц:

- а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;
- б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);
- в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;
- г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;
- д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

## 8. Оформление библиографии (списка литературы):

Список литературы должен содержать **не менее 10 источников**, для *обзорных* аналитических статей **не менее 25 источников**.

При этом количество ссылок на статьи из иностранных научных журналов и другие иностранные источники должно быть не менее 30 % от общего количества ссылок, для обзорных аналитических статей не менее 50 % .

В списке литературы должно быть не более 30 % источников, автором либо соавтором которых является автор статьи.

### *Правила оформления списка литературы:*

- а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;
  - б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.
- Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

### *Примеры оформления списка источников:*

#### **Список источников**

1. Кропачева А.В. О некоторых вопросах процедуры введения режима чрезвычайного положения в Российской Федерации // Вестник Университета им. О.Е. Кутафина (МГЮА). 2016. № 5. С. 196–201.
2. Малько А.В. Стимулы и ограничения в праве: теоретико-информационный аспект. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1994. 59 с.
3. Права человека: учеб. / отв. ред. Е.А. Лукашева. 3-е изд., перераб. М.: Норма: ИНФРА-М, 2015. С. 20.
4. Старостин С.А. Управление органами внутренних дел при чрезвычайных ситуациях (правовые и организационные аспекты): автореф. дис. ... д-ра юрид. наук. М.: Акад. управления МВД России, 2000. 33 с.
5. О внесении изменений в статьи 3.5 и 13.15 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях: Федер. закон от 5 апр. 2021 г. № 58-ФЗ. URL: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru) (дата обращения: 19.11.2021).
6. О пожарной безопасности: Федер. закон от 21 дек. 1994 г. № 69-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1994. № 35. Ст. 3649.
7. Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах: постановление Правительства Рос. Федерации от 7 окт. 2020 г. № 1614. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Об утверждении Правил тушения лесных пожаров: приказ Мин. природных ресурсов и экологии Рос. Федерации от 8 июля 2014 г. № 313 // Рос. газ. 2014. 15 авг. № 184(6456).
9. Семейкин С.А. Чрезвычайное положение: понятие и проблемы его совершенствования // Чрезвычайное законодательство и борьбы с терроризмом: сб. науч. статей. М.: Акад. управления МВД России, 2003. С. 48–49.
10. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 дек. 1993 г.) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru) (дата обращения: 04.07.2021).

## 9. Оформление раздела «Информация об авторах»

Сведения об авторах прилагаются в конце статьи и включают: Ф.И.О. (полностью), должность, место работы с указанием адреса и его почтового индекса; номер телефона; ученую степень, ученое звание, почетное звание; адрес электронной почты; ORCID для каждого автора (<https://orcid.org/>).

*Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.*

Вниманию авторов: материалы, оформленные без соблюдения настоящих требований, будут возвращаться на доработку.

Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное анонимное рецензирование.

## ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 614.8

### МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ПОЖАРА

Сергей Петрович Иванов✉.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉[spi78@mail.ru](mailto:spi78@mail.ru)

*Аннотация.* 100–250 слов

*Ключевые слова:* 3–10 слов

**Для цитирования:** Иванов С.П. Метод оценки эффективности огнезащиты стальных конструкций на объектах нефтегазового комплекса в условиях открытого пожара // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 1–2. (ОФОРМЛЯЕТСЯ РЕДАКЦИЕЙ)

### METHOD FOR ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF FIRE PROTECTION OF STEEL STRUCTURES ON OBJECTS OF OIL AND GAS COMPLEX IN CONDITIONS OF OPEN FIRE

Sergey P. Ivanov✉. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia,  
Saint-Petersburg, Russia

✉[spi78@mail.ru](mailto:spi78@mail.ru)

*Abstract.*

*Keywords:*

**For citation:** Ivanov S.P. Method for estimation of the efficiency of fire protection of steel structures on objects of oil and gas complex in conditions of open fire // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2022. №. 2 (42). P. 1–2.

## **Введение**

Текст, текст, текст

## **Методы исследования**

Текст, текст, текст

## **Результаты исследования и их обсуждение**

Текст, текст, текст

## **Заключение**

Текст, текст, текст

**Список источников** (не менее 10 источников)

## **References**

### **Информация о статье:**

Статья поступила в редакцию: 10.01.2022

Принята к публикации: 11.02.2022

### **The information about article:**

The article was submitted to the editorial office: 10.01.2022

Accepted for publication: 11.02.2022

### *Информация об авторах:*

**Сергей Петрович Иванов** – заместитель начальника научно-исследовательского института Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, e-mail: spi78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4651-8513>

### *Information about the authors:*

**Sergey P. Ivanov** – deputy head of the Research institute of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149), candidate of technical sciences, e-mail: spi78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4651-8513>



**МЧС РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ  
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ  
ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ  
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ИМЕНИ ГЕРОЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГЕНЕРАЛА АРМИИ Е.Н. ЗИНИЧЕВА»**

Научно-аналитический журнал

**Природные и техногенные риски  
(физико-математические и прикладные аспекты)**

**№ 2 (42)–2022**

Выпускающий редактор  
А.В. Домничева

---

Подписано в печать 28.06.2022. Формат 60×84<sub>1/8</sub>  
Усл.-печ. 10,75 л. Тираж 1000 экз. Зак. № 82

---

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России  
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149