



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
**АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ:
ТЕОРИЯ. ИННОВАЦИИ. ПРАКТИКА**
ПОСВЯЩЕННАЯ 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОБРАЗОВАНИЯ ВУЗА

4 СЕКЦИЯ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

19 ОКТЯБРЯ 2023

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России



Академия
Государственной противопожарной службы МЧС России:
Теория. Инновации. Практика

Материалы научно-практической конференции с международным участием,
посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России

19 октября 2023 года

В 5 частях

Часть IV

Секция 4. «Цифровые технологии в деятельности
Государственной противопожарной службы»

Москва
2023

УДК 378
ББК 74.48
А38

С о с т а в и т е л и:

М. В. Алешков, Е. Н. Косьянова, В. Д. Федяев, К. П. Щетнев,
О. С. Тарасевич, С. П. Фурс, Е. А. Игольникова, М. А. Шурыгин,
Д. А. Бережной, Н. В. Лопухова, Е. Н. Титкова, А. В. Бондаренко,
Е. В. Ермакова, Е. А. Смирникова, О. В. Эльтемерова

А38 **Академия** Государственной противопожарной службы МЧС России : Теория. Инновации. Практика : материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России : в 5 ч. Ч. IV. Секция 4. «Цифровые технологии в деятельности Государственной противопожарной службы» / Сост. М. В. Алешков, Е. Н. Косьянова, В. Д. Федяев [и др.]. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2023. – 114 с.

ISBN 978-5-9229-0290-8

В настоящий сборник вошли статьи участников научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России: Теория. Инновации. Практика», проводившейся Академией Государственной противопожарной службы МЧС России 19 октября 2023 года. Конференция была организована при ведущем участии центра организации научных исследований и научной информации при поддержке руководства Академии.

Материалы предназначены для профессорско-преподавательского состава, сотрудников и учащихся образовательных учреждений России, всех, кто интересуется проблемами современной науки, пожарно-технического знания и образования.

Издатели сборника сохранили авторский стиль изложения материалов. Ответственность за точность и правомерность приведенных в статьях фактов и выводов, статистических данных, цитат и других сведений несут авторы.

Издано в авторской редакции

ISBN 978-5-9229-0290-8

УДК 378
ББК 74.48

ГРНТИ 43.01
УДК 614.8
ББК 68.9

**Валерий Александрович АКИМОВ¹, Максим Владимирович БЕДИЛО²,
Екатерина Олеговна ИВАНОВА³, Андрей Викторович МИШУРНЫЙ⁴,
Ирина Юрьевна ОЛТЯН⁵**

¹ ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия (akimov@vniigochs.ru, SPIN 8120-3446, ID: 150166)

² ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия (mbedilo@vniigochs.ru, SPIN 5524-2038, ID: 1124374)

³ ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия (fleurdelys-ket@yandex.ru, SPIN 5483-4886, ID: 622262)

⁴ Государственная корпорация Ростех, АО "Объединенная приборостроительная корпорация", Москва, Россия (andrey.mishurnyi@mail.ru, SPIN 2799-6308, ID: 1173186)

⁵ ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия (irenaoltyan@mail.ru, SPIN 3476-5213, ID: 617261)

Требования к организации и тушению лесных пожаров с использованием прогнозной аналитической модели

Аннотация. В статье рассмотрены требования к организации и тушению ландшафтных (природных) пожаров на контролируемых территориях с использованием прогнозной аналитической модели для прогнозирования лесных пожаров в составе аппаратно-программного комплекса «Безопасный город», в качестве математической основы моделирования которой используются байесовские классификаторы.

Ключевые слова: безопасный город, прогнозная аналитическая модель, метод Байеса, лесной пожар, прогнозирование лесных пожаров, вероятностная оценка угроз

**Valery AKIMOV¹, Maxim BEDILO², Ekaterina IVANOVA³, Andrey MISHURNY⁴,
Irina OLTYAN⁵**

¹ Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia

² Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia

³ Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia

⁴ Rostec State Corporation, JSC «United Instrument-Making Corporation», Moscow, Russia

⁵ Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia

Requirements for organizing and extinguishing forest fires using a predictive analytical model

Annotation. The article considers the requirements for organizing and extinguishing landscape (natural) fires in controlled areas using a predictive analytical model for predicting forest fires as part of the Safe City hardware and software complex, which uses Bayesian classifiers as the mathematical basis for modeling.

Key words: safe city, predictive analytical model, Bayes method, forest fire, forest fire forecasting, probabilistic hazard assessment

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2022 г. № 138-пнст утвержден и введен в действие предварительный национальный стандарт (ПНСТ), устанавливающий общие требования к организации и тушению ландшафтных (природных) пожаров - ПНСТ 774 – 2022 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ. Общие требования.

Согласно данному стандарту «прогнозная аналитическая модель для прогнозирования лесных пожаров (ПАМ-ЛП) предназначена для автоматизации деятельности должностных лиц единой дежурно-диспетчерской службы при прогнозировании верховых и низовых лесных пожаров (ЛП) на контролируемой территории (КТ)».

Прогнозирование ЛП с использованием ПАМ-ЛП осуществляется с целью повышения эффективности принимаемых управленческих решений по предупреждению и ликвидации последствий данной угрозы, следовательно, основной задачей ПАМ-ЛП является своевременное выявление угрозы возникновения ЛП и их перехода на объекты защиты в целях разработки и реализации мер по обеспечению безопасности населения и персонала данных объектов.

Основным этапом процесса разработки и применения ПАМ-ЛП является ее обучение, включающее следующие мероприятия [1]:

- 1) сбор статистики за последние пять лет о верховых и низовых ЛП, о растительности и пожароопасном состоянии наблюдаемой территории (НТ);
- 2) обработка собранных данных для формирования обучающего множества ПАМ-ЛП;
- 3) сборка обработанных данных краткосрочной и среднесрочной моделей ПАМ-ЛП в обучающие примеры;
- 4) обработка обучающих примеров с применением байесовского классификатора.

Сбор статистики за последние пять лет о верховых и низовых лесных пожарах, о растительности и пожароопасном состоянии наблюдаемой территории

Основными входными данными для формирования базового обучающего множества ПАМ-ЛП в отношении НТ являются следующие группы параметров [2]: характеристики ЛП; параметры метеорологической обстановки; параметры пожарной опасности по условиям погоды; характеристики лесных участков; характеристики ландшафта территории.

К характеристикам ЛП относятся следующие наборы данных: для модели краткосрочного прогнозирования (МКП) - входные данные, характеризующие основные параметры ЛП; для модели среднесрочного прогнозирования (МСП) - входные данные, характеризующие распределение ЛП за наблюдаемый период времени.

Входными данными, характеризующими основные параметры ЛП, служат: дата и время наблюдения ЛП; вид ЛП (верховой, низовой); площадь низового ЛП на дату и время наблюдения; координаты точки регистрации очага ЛП по состоянию за 3 ч до даты и времени наблюдения ЛП; площадь ЛП по состоянию за 3 ч до даты и времени наблюдения ЛП (для низового ЛП); скорость распространения фронта низового (верхового) ЛП по состоянию за 3 ч до даты и времени наблюдения ЛП.

Входными данными, характеризующими распределение ЛП на НТ за наблюдаемый период времени, являются: дата наблюдения наличия или отсутствия низовых и и/или верховых ЛП; общее количество зарегистрированных низовых ЛП за период 10 суток до даты наблюдения; общее количество зарегистрированных верховых ЛП за период 10 суток до даты наблюдения.

К параметрам метеорологической обстановки относятся следующие наборы данных: входные данные, характеризующие метеорологическую обстановку в стандартный срок наблюдения в течение суток; входные данные, характеризующие метеорологическую обстановку за сутки.

Входными данными, характеризующими метеорологическую обстановку в стандартный срок наблюдения в течение суток на НТ, являются: дата и время наблюдения метеопараметров; наименование (идентификационный номер) метеостанции; географические координаты расположения метеостанции; температура воздуха; атмосферное давление; относительная влажность воздуха; направление ветра; скорость ветра; количество осадков за сутки; температура точки росы.

Входными данными, характеризующими метеорологическую обстановку за сутки, являются: дата и время наблюдения метеопараметров; наименование (идентификационный номер) метеостанции; географические координаты расположения метеостанции; преобладающая температура воздуха ночью; преобладающая температура воздуха днем; максимальная температура воздуха ночью; максимальная температура воздуха днем; количество осадков.

К параметрам пожарной опасности по условиям погоды относятся: дата наблюдения; наименование (идентификационный номер) метеостанции; географические координаты расположения метеостанции; комплексный показатель пожарной опасности по методике Нестерова; класс пожарной опасности по методике Нестерова (I, II, III, IV, V); комплексный показатель пожарной опасности по методике ПВ-1 (на основе влажности напочвенного покрова); класс пожарной опасности по методике ПВ-1 (I, II, III, IV, V).

Данными, характеризующими лесные участки, служат: координаты полигона лесного участка (лесничества, квартала, таксационного выдела); доля территории, покрытая лесом; класс природной пожарной опасности (I, II, III, IV, V); доля темнохвойных; доля сосняков; доля лиственничников; доля мягколиственных; доля кустарников; средняя высота древостоя; тип леса (теневыносливые, светолюбивые); степень сомкнутости полога (густые, редкие); средний возраст насаждений (молодые, спелые и перестойные); статус регистрации наличия в составе лесогорючих материалов (ЛГМ) лишайников; статус регистрации наличия в составе ЛГМ мха; статус регистрации наличия в составе ЛГМ хвои; статус регистрации наличия в составе ЛГМ листьев; статус регистрации наличия в составе ЛГМ сухих злаков; статус регистрации наличия в составе ЛГМ кустарников; статус регистрации наличия в составе ЛГМ отходов лесозаготовок.

Данные, характеризующие ландшафт территории, следует подготавливать по каждому лесному участку, в которых произошли наблюдаемые ЛП.

Обработка собранных данных для формирования обучающего множества ПАМ-ЛП

Обработка заключается в свертывании собранных входных данных в расчетные параметры с применением моделей или формул, группировке входных данных с использованием справочников ПАМ-ЛП, а также в подготовке параметров (ответов) гипотез [3 - 5].

Входные данные, характеризующие основные параметры ЛП и распределение ЛП за наблюдаемый период времени, не включаются в состав обучающего множества.

В составе обучающего множества, к входным данным, характеризующим метеорологическую обстановку в стандартный срок наблюдения в течение суток, подлежащим преобразованию, относятся: температура воздуха; атмосферное давление; относительная влажность воздуха; направление ветра; скорость ветра; количество выпавших осадков за сутки; температура точки росы.

В составе обучающего множества, к входным данным, характеризующим метеорологическую обстановку за сутки, подлежащим преобразованию, относятся: преобладающая температура воздуха ночью; преобладающая температура воздуха днем; максимальная температура воздуха ночью; максимальная температура воздуха днем; количество осадков.

В составе параметров пожарной опасности по условиям погоды преобразованию подлежит комплексный показатель пожарной опасности по методике Нестерова.

В составе обучающего множества, к параметрам, характеризующим лесные участки, подлежащим преобразованию, относятся: доля территории, покрытая лесом; доля темнохвойных; доля сосняков; доля лиственничников; доля мягколиственных; доля кустарников.

Основным преобразованным параметром, полученным в ходе обработки характеристик ландшафта местности НТ с использованием глобальной цифровой модели рельефа SRTM, является уклон местности в очаге низового ЛП.

Обработка всех указанных параметров для формирования обучающего множества ПАМ-ЛП осуществляется методом их статистической группировки согласно справочникам, приведенным в приложении А ПНСТ 774 – 2022.

Сборка обработанных данных краткосрочной и среднесрочной моделей ПАМ-ЛП в обучающие примеры

Необходимые наборы данных и параметры, входящие в состав каждого обучающего примера для МКП и МСП, предназначенные для обработки байесовским классификатором, приведены в таблицах 1 и 2 ПНСТ 774 – 2022, соответственно.

Обработка обучающих примеров с применением байесовского классификатора

На этапе предварительного обучения моделей ПАМ-ЛП должны быть подготовлены наборы данных, необходимые для сборки соответствующих обучающих множеств, в объеме, обеспечивающем функциональные возможности ПАМ-ЛП. В процессе опытной эксплуатации данные обучающие множества подлежат актуализации и наращиванию на базе достоверных данных для обеспечения качества прогнозов.

Общее описание байесовского подхода к прогнозированию чрезвычайных ситуаций представлено в [6, 7].

Заключение

Таким образом, в данной статье кратко рассмотрены требования к организации и тушению ландшафтных (природных) пожаров на контролируемых территориях с использованием прогнозной аналитической модели для прогнозирования лесных пожаров в составе аппаратно-программного комплекса «Безопасный город», в качестве математической основы моделирования которой используются байесовские классификаторы.

Список источников

1. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка "Безопасный город" / В. А. Акимов, А. В. Мишурный, О. В. Якимюк [и др.]. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2022. – 315 с. – ISBN 978-5-93970-278-2. – EDN MGXNYI.

2. Акимов, В. А. АПК «Безопасный город»: исходные данные для прогнозирования лесных пожаров и наводнений / В. А. Акимов, Е. О. Иванова, А.В. Мишурный // Гражданская защита. – 2022. – № 6(562). – С. 41-45.

3. Акимов, В. А. Крупные природные пожары как источники чрезвычайных ситуаций природного характера / В. А. Акимов, М. В. Бедило, Е. О. Иванова // Технологии гражданской безопасности. – 2022. – Т. 19, № 2(72). – С. 11-13. – DOI 10.54234/CST.19968493.2022.19.2.72.2.11. – EDN PGJCMG.

4. Акимов, В. А. Классические и постнеклассические методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера / В. А. Акимов, М. В. Бедило // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в Год 90-

летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти ч., Москва, 01 марта 2023 года. Том Часть I. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 20-27. – EDN YAVGTG.

5. Акимов, В. А. Научное прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера / В. А. Акимов, Е. О. Иванова // Россия в XXI веке в условиях глобальных вызовов: проблемы управления рисками и обеспечения безопасности социально-экономических и социально-политических систем и природно-техногенных комплексов : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 26–27 апреля 2022 года / Российская академия наук, Международный независимый эколого-политологический университет, Государственный университет управления. Том Выпуск 1. – Москва: Государственный университет управления, 2022. – С. 114-119. – EDN FFDBHY.

6. Акимов, В. А. Приложения общей теории безопасности к исследованию чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера / В. А. Акимов // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18, № 5. – С. 13-28. – DOI 10.54234/CST.19968493.2021.18.5.2.13. – EDN LRYKFU.

7. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ и обеспечение защищенности от чрезвычайных ситуаций / В. А. Акимов, А. А. Антюхов, Е. В. Арефьева [и др.]; Совет Безопасности Российской Федерации, Российская академия наук, МЧС России, Ростехнадзор, Российский научный фонд, ГК «Ростех», ГК «Росатом», ПАО «НК «Роснефть», ОАО «РЖД», ПАО «Транснефть», ПАО «Газпром». – Москва: МГОФ «Знание», 2021. – 500 с. – ISBN 978-5-87633-199-1. – EDN FXJPZ.

ГСНТИ 20.01.07

УДК 004.9

ББК 30у

**Юлия Ивановна АРАБЧИКОВА¹, Владислав Валерьевич СУВОРКИН²,
Максим Сергеевич КОРОЛЕВ³**

¹ Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», Рязань, Россия (yu.arabchikova@yandex.ru, SPIN: 7477-7276, ID: 739015)

² Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», Рязань, Россия (v.suvorkin2017@gmail.com)

³ Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», Рязань, Россия (vip.korolev.04@mail.ru)

Информационные технологии в обеспечении мероприятий по пожаротушению

Аннотация. В современном мире информационные технологии (ИТ) играют важную роль в обеспечении пожарной безопасности. В статье рассмотрены основные направления использования ИТ-технологий, включая: раннее обнаружение и предотвращение пожаров, вопросы оповещения населения, обучение правилам поведения в чрезвычайных ситуациях и улучшение координации реагирования на них. Помимо этого, приведены примеры интеграции информационных технологий с другими системами безопасности.

Ключевые слова: информационные технологии, пожаротушение, развитие технологий, виртуальная и дополненная реальность.

Yuliya I. ARADCHIKOVA¹, Vladislav V. SUVORKIN², Maksim S. KOROLEV³

¹ Ryazan Institute (Branch) of the Moscow Polytechnic University, Ryazan, Russia

² Ryazan Institute (Branch) of the Moscow Polytechnic University, Ryazan, Russia

³ Ryazan Institute (Branch) of the Moscow Polytechnic University, Ryazan, Russia

Information technologies in the provision of firefighting measures

Abstract. In the modern world, information technology (IT) plays an important role in ensuring fire safety. The article discusses the main directions of using IT technologies, including: early detection and prevention of fires, issues of public notification, training in the rules of behavior in emergency situations and improving the coordination of response to them. In addition, examples of integration of information technologies with other security systems are given.

Key words: information technology, firefighting, technology development, virtual and augmented reality.

В современном быстро развивающемся технологическом мире информационные технологии (ИТ) стали неотъемлемой частью почти каждой отрасли, включая важнейшую область человеческой деятельности - тушение пожаров. Традиционно пожаротушение полагалось на смелых и опытных людей, вооруженных шлангами и оборудованием для тушения пожаров, но информационные технологии меняют способы предотвращения, реагирования и управления пожарными чрезвычайными ситуациями. В этой статье исследуется ключевая роль информационных технологий в совершенствовании деятельности по тушению пожаров: от предотвращения и раннего обнаружения пожаров до улучшения координации при реагировании на чрезвычайные ситуации.

Предотвращение пожаров является фундаментальным аспектом пожарной безопасности, а информационные технологии играют решающую роль в минимизации пожарных рисков. Вот несколько способов, которыми информационные технологии помогают в этом начинании:

1. Оценка пожарного риска: передовое программное обеспечение и анализ данных используются для оценки пожарных рисков в различных средах. Эти инструменты анализируют такие факторы, как строительные материалы, электрические системы и исторические данные, для выявления потенциальных опасностей.

2. Удаленный мониторинг: устройства IoT (Интернета вещей), такие как детекторы дыма и пожарная сигнализация, соединяются между собой через ИТ-системы. Эти устройства могут отправлять оповещения в режиме реального времени как владельцам недвижимости, так и пожарным службам, что позволяет быстро реагировать на потенциальные пожары.

3. Предиктивная аналитика: алгоритмы машинного обучения анализируют закономерности данных, чтобы предсказать, где могут возникнуть пожары. Выявив области высокого риска, власти могут сосредоточить свои ресурсы на профилактических действиях.

Когда возникает пожарная чрезвычайная ситуация, способность быстро координировать ресурсы и информацию имеет первостепенное значение. Информационные технологии помогают в этом важном аспекте деятельности по тушению пожара:

1. Компьютерная диспетчеризация (CAD): системы CAD используются службами экстренной помощи для приема и определения приоритетности входящих вызовов, отправки соответствующих групп реагирования и отслеживания их перемещений в режиме реального времени. Эта технология обеспечивает более эффективное распределение ресурсов во время чрезвычайных ситуаций.

2. Географические информационные системы (ГИС): технология ГИС используется для картирования и визуализации пожаров. Это помогает службам реагирования определять пострадавшие районы, планировать маршруты эвакуации и принимать обоснованные решения относительно дальнейшего плана действий.

3. Системы связи: надежная связь жизненно важна во время операций по тушению пожара. ИТ-системы предоставляют службам быстрого реагирования безопасные и эффективные каналы связи, гарантируя, что они могут эффективно координировать свои действия и при необходимости запрашивать дополнительную поддержку.

Информационные технологии также привели к значительному развитию противопожарного оборудования, сделав его более безопасным и эффективным для пожарных:

1. Защитное снаряжение: информационные технологии сыграли решающую роль в разработке современных защитных средств, таких как термостойкие костюмы, шлемы со встроенными системами связи и тепловизионные камеры. Эти инновации повышают безопасность и эффективность пожарных.

2. Средства пожаротушения: современные средства пожаротушения, в том числе гидравлические спасательные инструменты и беспилотные летательные аппараты (дроны), оснащены датчиками и возможностью дистанционного управления. Эти технологии позволяют службам реагирования получать доступ к опасным зонам более безопасно и эффективно.

Информационные технологии произвели революцию в обучении и подготовке пожарных:

1. Виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR): пожарные теперь могут проходить реалистичные сценарии обучения в виртуальных средах с использованием технологий VR и AR. Эти симуляции помогают им подготовиться к различным чрезвычайным ситуациям, не подвергая их реальной опасности.

2. Обучение на основе данных: пожарные службы используют анализ данных для оценки эффективности своих команд во время учений. Эта информация помогает определить области, требующие улучшения, и соответствующим образом адаптировать программы обучения.

Информационные технологии стали незаменимым инструментом в обеспечении мероприятий по тушению пожаров: от предотвращения и раннего обнаружения пожаров до координации реагирования на чрезвычайные ситуации, усовершенствования оборудования и обучения. Используя информационные технологии, пожарные и экстренные службы могут повысить свою эффективность, сократить время реагирования и, в конечном итоге, спасти жизни. Поскольку технологии продолжают развиваться, вполне вероятно, что информационные технологии будут играть еще более важную роль в будущем пожаротушения, еще больше повышая безопасность и эффективность в этой критически важной области.

Список источников

1. Панкова, М. А., Черемисин А.В. Роль и место информационных технологий в области обеспечения пожарной безопасности при чрезвычайных ситуациях социального, природного и техногенного характера // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – №2.

2. Шкода, А. А., Солопова В.А. Цифровизация в области противопожарной защиты // Молодой ученый. – 2023. – № 20.

3. Башаричев, А. В. Применение новых информационных технологий в решении задач управления тушением пожаров и проведением спасательных работ в зданиях повышенной этажности // Мировая наука. – 2023. – № 3.

ГСНТИ 81.92.01

УДК 614.849

ББК 68.923

Владимир Анатольевич АРИСТАРХОВ¹, Алексей Петрович САТИН²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aristarkhovva@yandex.ru, SPIN 8003-4053, ID: 1050976)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (a.satin@academygps.ru, SPIN 7829-5597, ID: 735192)

Современные подходы к подготовке специалистов в области материально-технического обеспечения при освоении профессиональных компетенций

Аннотация. В статье рассмотрена проблема подготовки руководящих кадров в области материально-технического обеспечения в современных условиях. Для обеспечения освоения специальных профессиональных компетенций предложено использовать визуальный язык представления алгоритмов ДРАКОН. Разработана блок-схема формирования исходных данных, необходимых для проведения лабораторных и практических работ, позволяющих слушателям освоить профессиональную компетенцию по управлению системой материально-технического обеспечения и обрести навыки работы с разрешенными к использованию информационными технологиями.

Ключевые слова: материально-техническое обеспечение, транспортные средства, пожарные автомобили, управление, парк, алгоритм, учёт

Vladimir A. ARISTARKHOV¹, Aleksey P. SATIN²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Modern approaches to the training of specialists in the field material and technical support in the development of professional competencies

Abstract. The article considers the problem of training senior personnel in the field of material and technical support in modern conditions. To ensure the development of special professional competencies, it is proposed to use a visual language for representing DRAGON algorithms. A flowchart has been developed for the formation of initial data necessary for laboratory and practical work, allowing students to master professional competence in managing the system material and technical support and acquire skills in working with information technologies allowed for use.

Key words: material and technical support, vehicles, fire trucks, management, park, algorithm, accounting

Успешная подготовка профессиональных управленческих кадров для органов управления МЧС России различного уровня требует изучения вопросов, связанных с материально-техническим обеспечением. При этом, как показывает практика, именно недостаточное знание структуры и задач материально-технического обеспечения, приводят к различным негативным ситуациям, вплоть до привлечения руководителей, принимающих те или иные управленческие решения, к уголовной ответственности. Для обеспечения требуемого уровня профессиональной компетентности выпускников к решению организационно-управленческих задач, например связанных с переоснащением пожарно-спасательных подразделений [1], при изучении учебной дисциплины «Материально-техническое обеспечение» в рамках выполнения контрольной работы, практических и лабораторных занятий разрабатываются управленческие решения, непосредственно связанные с деятельностью территориального органа. Так, в соответствии с учебно-методическим пособием [2], обучающиеся проводят анализ парка транспортных средств, готовят решения по распоряжению транспортными средствами, обосновывают предложения по организации эксплуатации транспортных средств территориального органа. При этом для исключения заимствования отчетных материалов, имеется необходимость формирования набора исходных данных, описывающих парк транспортных средств территориального органа, индивидуально для каждого обучающегося.

Для решения данной задачи в настоящее время применяется специальная форма, основанная на использовании табличного редактора Excel. Внешний вид формы представлен на рисунке 1.

Формировать задание												
Исходные данные для выполнения контрольной работы по дисциплине "Материально-техническое обеспечение"												
Введите номер ФИО и номер группы: Николаев Вадим Александрович 7777ГмЗ												
Наименование ГУ: ГУ по Кемеровской области												
Процент обеспеченности финансированием: 70%												
№ п/п	Вид подразделения	Вид техники (плавсредств)	Тип техники (плавсредства)	Марка и модель техники (плавсредства) строго по ПТС	Марка шасси (судна)	Модель шасси (судна)	Год выпуска	Приведенный пробег с начала эксплуатации, км (для плавсредств - наработка с начала эксплуатации, м/ч)	Категория по техническому состоянию	Штатная/сверхштатная	Наличие цветографической схемы по ГОСТ Р 50574-2019	Наличие специальных световых и звуковых сигналов
1	ФПС	аварийно-спасательные машины	аварийно-спасательные машины на колесном шасси легкого и среднего типа (пм 1,0-6,0 т)	УАЗ-396259	УАЗ	УАЗ-396259	2003	56260	V	ШТАТН	рис. А 6	имеются
2	ТЕРРОРГАНЫ	аварийно-спасательные машины	аварийно-спасательные машины на колесном шасси легкого и среднего типа (пм 1,0-6,0 т)	АВТОСПЕКТР МОВИСОМ АСМ	ФОРД	Транзит	2016	8997	II	ШТАТН	рис. А 30	имеются
3	ФПС	автомобильная	легковые автомобили	ВАЗ-21213	ВАЗ	ВАЗ-21213	1997	595557	IV	ШТАТН	отсутствует	нет
4	ТЕРРОРГАНЫ	автомобильная техника	специальные транспортные средства ГИМС (ОНД)	УАЗ 315195	УАЗ	315195	2009	72055	II	ШТАТН	отсутствует	нет

Рисунок 1 – Внешний вид специальной формы для формирования исходных данных

При помощи предлагаемого шаблона выполняется алгоритм формирования набора неповторяющихся исходных данных, описывающих парк транспортных средств в количестве 250 единиц. Данные о каждом транспортном средстве выбираются произвольным образом из базы данных, содержащей порядка 30,0 тыс. записей. Дополнительно произвольным образом осуществляется выбор территориального органа, а также процент финансирования подразделения.

Вместе с тем, при апробации методики обучения на кафедре пожарной и аварийно-спасательной техники и анализа выполненных слушателями работ в 2022-23 учебном году, были выявлены следующие недостатки специальной формы:

- постоянное значение общего количества транспортных средств – 250 единиц;
- постоянное значение количества транспортных средств в группах в зависимости от вида транспортного средства;
- отсутствие динамического изменения года выпуска (последнее значение года выпуска транспортного средства соответствует году создания специальной формы).

Для совершенствования образовательного процесса разработан новый алгоритм формирования исходных данных парка транспортных средств территориального органа.

Для наглядности представления данных и возможности быстрой практической реализации описания алгоритма, а также развития логического мышления у обучающихся, использовался визуальный язык представления алгоритмов ДРАКОН [3]. Язык ДРАКОН успешно применяется различными авторами, в том числе для решения задачи оценки готовности транспортных средств [4]. Программное средство Дракон-про доступно для операционных систем Windows и Linux¹, что повышает привлекательность программного обеспечения в условиях происходящего перехода подразделений МЧС России на операционную систему Astra Linux.

Блок-схема алгоритма формирования модели парка приведена на рисунках 2-4.

С началом работы пользователю, в качестве которого выступает преподаватель, ведущий дисциплину, предлагается выбрать один из трех вариантов действий: «Формирование данных», «Просмотр заданий» и «Выход из программы».

¹ Информационный ресурс <https://drakonpro.ru/ru/dragon>

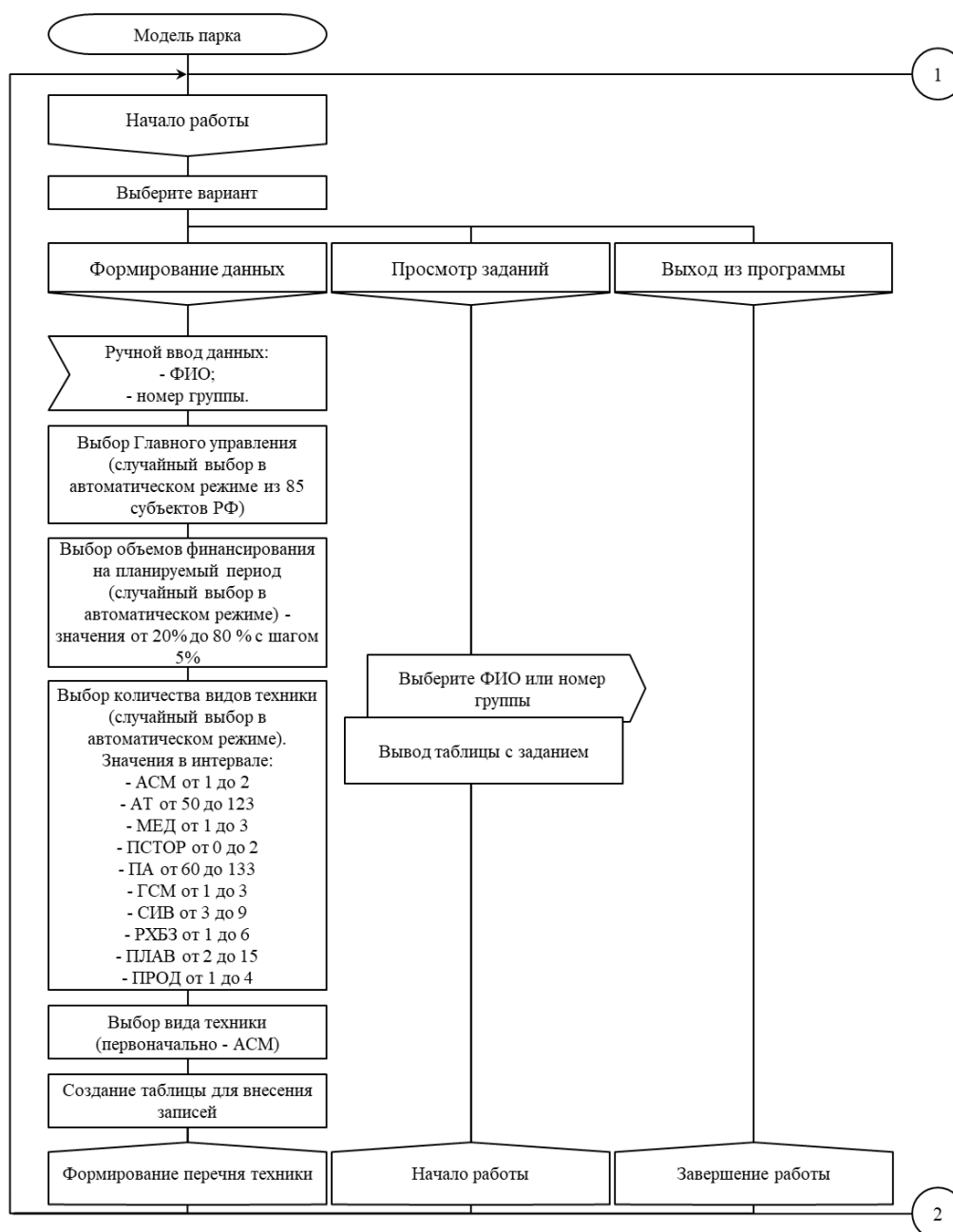


Рисунок 2 – Ветка «Начало работы» блок-схемы алгоритма формирования модели парка

Вариант «Выход из программы» предусматривает непосредственный переход к ветке «Завершение работы» и конец алгоритма.

Вариант «Просмотр заданий» позволяет по ФИО или номеру группы осуществлять просмотр ранее выданных заданий.

Вариант «Формирование данных» предназначен для перехода к формированию исходных данных. На первом шаге осуществляется ручной ввод информации об обучающемся – вводится фамилия, имя, отчество обучающегося и номер учебной группы.

Далее в автоматическом режиме случайным образом осуществляется выбор территориального органа.

На последующем шаге в автоматическом режиме случайным образом осуществляется определение процентного отношения объемов финансирования на планируемый период в интервале значений от 20% до 80 % от потребности с шагом 5%.

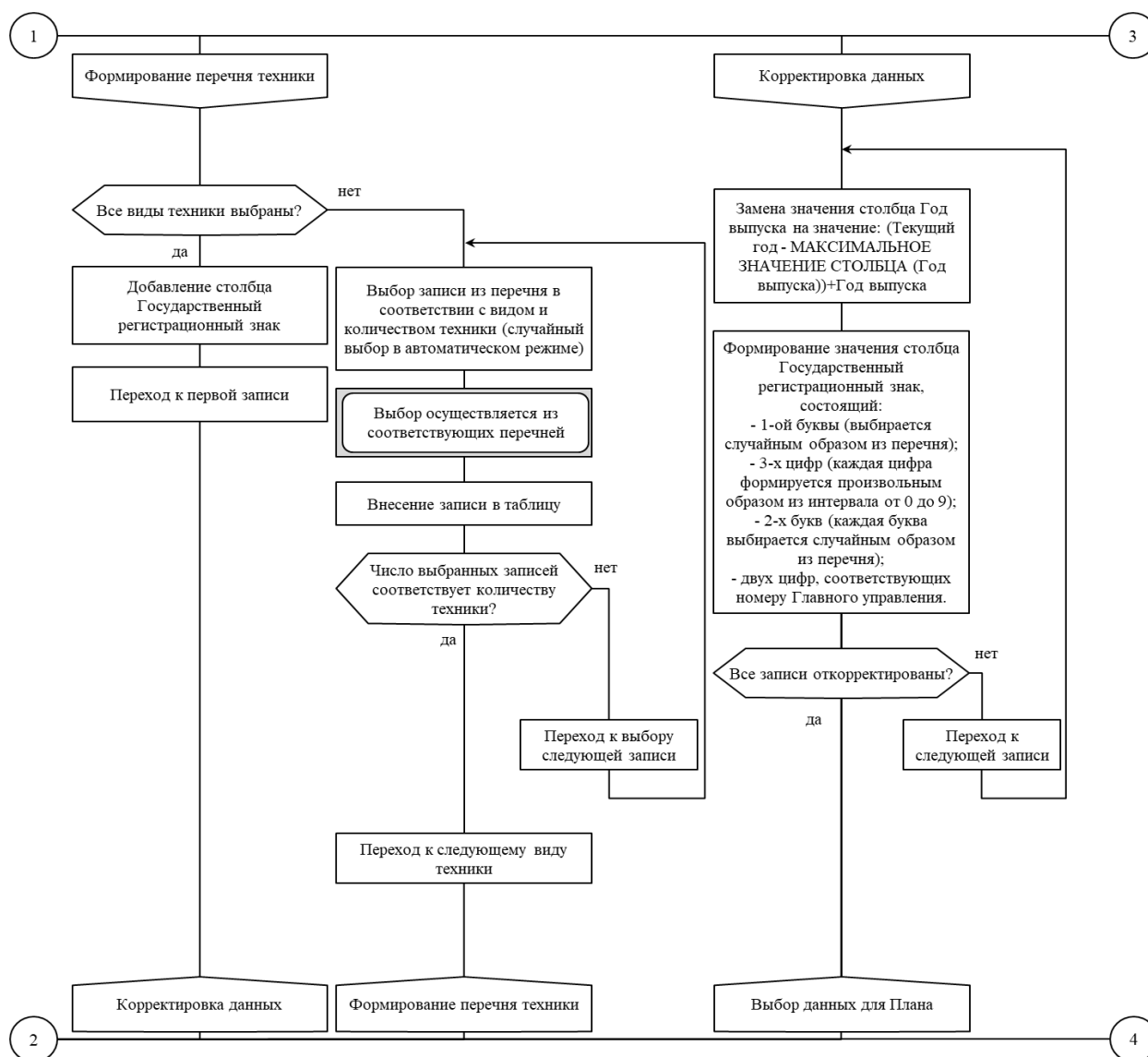


Рисунок 3 – Ветки «Формирование перечня техники» и «Корректировка данных» блок-схемы алгоритма формирования модели парка

Следующий шаг предусматривает определение количества видов техники. Выбор целых чисел осуществляется в автоматическом режиме случайным образом из следующих интервалов: аварийно-спасательные машины (АСМ) - от 1 до 2, автомобильная техника (АТ) - от 50 до 123, медицинская техника (МЕД) - от 1 до 3, подвижные средства технического обслуживания и ремонта (ПСТОР) - от 0 до 2, пожарные автомобили (ПА) - от 60 до 133, технические средства службы горючего (ГСМ) - от 1 до 3, средства инженерного вооружения (СИВ) - от 3 до 9, средства радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ) - от 1 до 6, плавсредства (ПЛАВ) - от 2 до 15, техника продовольственного обеспечения (ПРОД) - от 1 до 4.

Ветка «Формирование перечня техники» содержит два цикла в ходе выполнения которых из заранее сформированных перечней в автоматическом режиме случайным образом выбираются образцы техники. Количество образцов по видам соответствует ранее выбранному количеству. После выбора всех видов техники в таблицу добавляется столбец «Государственный регистрационный знак» и происходит переход к ветке «Корректировка данных».

Ветка «Корректировка данных» предусматривает корректировку года выпуска и формирование столбца «Государственный регистрационный знак». Корректировка основана на замене текущего значения столбца «Год выпуска» на новое значение, которое рассчитывается как сумма текущего значения столбца «Год выпуска» и разницы между значением текущего года и максимального значения столбца «Год выпуска».

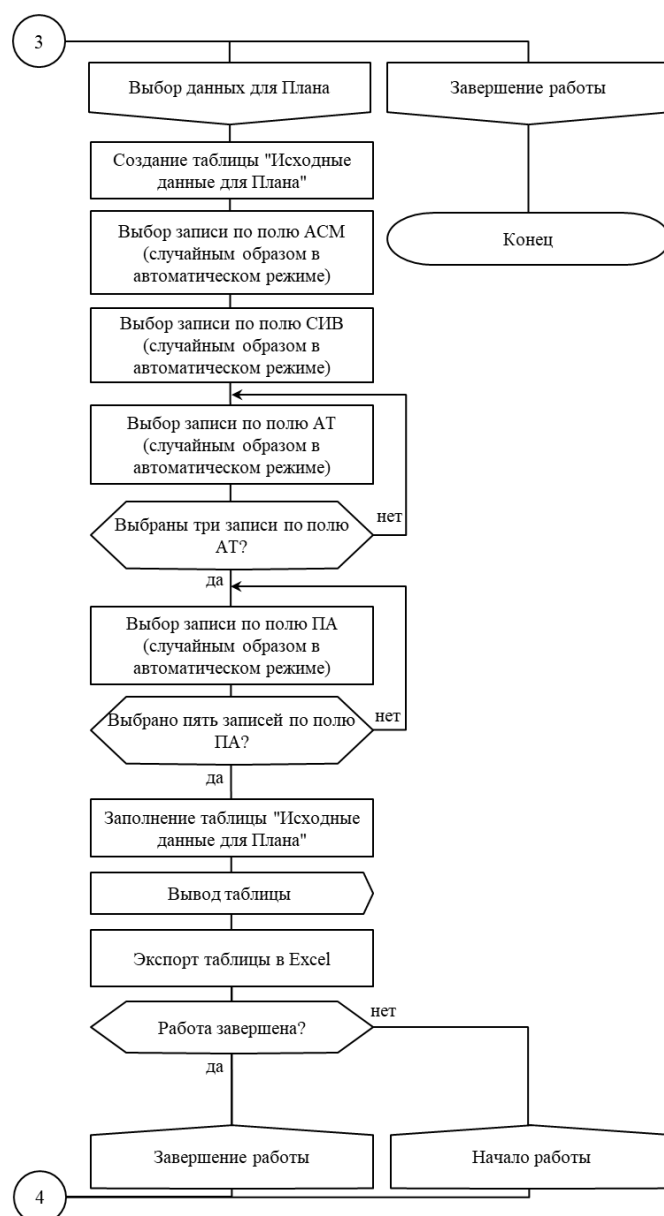


Рисунок 4 – Ветки «Выбор данных для Плана» и «Завершение работы» блок-схемы алгоритма формирования модели парка

На следующем этапе формируется восьмизначное буквенно-цифровое значение столбца «Государственный регистрационный знак», состоящее из:

- 1-ой буквы (выбирается случайным образом из перечня, находится на первой позиции);
- 3-х цифр (каждая цифра формируется произвольным образом из интервала от 0 до 9, находятся на второй, третьей и четвертой позициях);
- 2-х букв (каждая буква выбирается случайным образом из перечня, находятся на пятой и шестой позициях);
- 2-х цифр, соответствующих номеру Главного управления (находятся на седьмой и восьмой позициях).

После завершения корректировки всех записей происходит переход к ветке «Выбор данных для Плана», которая позволяет в автоматическом режиме случайным образом отобрать 10 единиц транспортных средств для составления проекта годового плана эксплуатации и ремонта вооружения, автомобильной, пожарной и специальной техники.

Ветка «Выбор данных для Плана» содержит действия по выбору из сформированного на предыдущих шагах перечня транспортных средств, в том числе два цикла, необходимых

для отбора нескольких образцов одного вида. Завершается ветка переходом к ветке «Завершение работы» или ветке «Начало работы».

Разработанный алгоритм позволяет устранить выявленные недостатки специальной формы и обеспечить независимый выбор образцов для формирования проекта годового плана эксплуатации и ремонта вооружения, автомобильной, пожарной и специальной техники.

Практическая реализация алгоритма позволит существенно сократить трудозатраты на подготовку и выдачу обучающимся исходных данных необходимых для освоения соответствующих специальных управленческих компетенций.

Предложенный алгоритм формирования исходных данных о количественном и качественном составе парка транспортных средств может выступать основанием при формировании методики проведения лабораторных и практических работ, позволяет следовать основным направлениям стратегии развития информационного общества в нашей стране [5], глубже погрузиться в проблему, развивать навыки логического мышления и обеспечить формирование профессиональных компетенций у выпускников магистратуры Академии

Список источников

1. Аристархов, В. А. Перспективы переоснащения пожарно-спасательных подразделений пожарными автомобилями / В. А. Аристархов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2022. – № 2. – С. 116-122. – DOI 10.25257/FE.2022.2.116-122. – EDN EWOLIS.

2. Концепция организации эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники в территориальном органе (учреждении) МЧС России: учебно-методическое пособие / Двоенко О.В., Аристархов В.А., Роевко В.В. [и др.] ; под общей ред. Двоенко О.В. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2022. – 48 с.

3. Паронджанов В.Д. Алгоритмы и жизнеритмы на языке ДРАКОН. Разработка алгоритмов. Безошибочные алгоритмы. — М., 2019. — 374 с. — с ил.

4. Сорокоумов, В. П. Оценка технической готовности мобильных средств пожаротушения к применению по назначению / В. П. Сорокоумов // Технологии техносферной безопасности. – 2022. – № 2(96). – С. 53-68. – DOI 10.25257/TTS.2022.2.96.53-68. – EDN ZCXATX.

5. Фастович, Г.Г. Стратегия развития информационного общества в России: понятие и принципы / Г.Г.Фастович // Право и государство: теория и практика. 2020. №6 (186). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strategiya-razvitiya-informatsionnogo-obschestva-v-rossii-ponyatie-i-printsipy> (дата обращения: 03.09.2023).

ГСНТИ 49.01.81

УДК 004.7

ББК 32.88-5-07

Кирилл Александрович БАТЕНКОВ

МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Россия (pustur@yandex.ru, SPIN 8570-6327, ID 496093)

Сквозные параметры ошибок и нормы для международных цифровых каналов и трактов

Аннотация. В работе на основе рекомендации Международного союза электросвязи показаны сквозные параметры ошибок и нормы для международных цифровых трактов, а также для международных цифровых каналов. Нормы качества распределяются по уровням параметров ошибок, наблюдаемым на национальных и международных частях эталонных

каналов и трактов. Приведены нормы на параметры ошибок для эталонных каналов и трактов максимальной протяженностью 27 500 км.

Ключевые слова: параметры ошибок; цифровой канал; цифровой тракт; коэффициент ошибок

Kirill A. BATENKOV

MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia (pustur@yandex.ru, SPIN 8570-6327, ID 496093)

End-to-end error parameters and norms for international digital channels and paths

Annotation. Based on the recommendation of the International Telecommunication Union, the paper shows end-to-end error parameters and norms for international digital paths, as well as for international digital channels. The quality standards are distributed according to the levels of error parameters observed on the national and international parts of the reference channels and paths. The norms for error parameters for reference channels and paths with a maximum length of 27,500 km are given.

Key words: error parameters; digital channel; digital path; error coefficient

Рекомендация ITU-T G.826¹ определяет сквозные параметры ошибок и нормы для международных цифровых трактов, а также для международных цифровых каналов. Нормы на параметры ошибок не зависят от физической сети, формирующей канал или сетевой тракт.

Нормы качества распределяются по уровням параметров ошибок, наблюдаемым на национальных и международных частях эталонных каналов и трактов (рис. 1). В рекомендации ITU-T G.826 граница между национальной и международной частями определяется как граница между международным шлюзом, который обычно соответствует кросс-коммутатору, мультиплексору более высокого уровня или коммутатору (N-ISDN (narrowband integrated services digital network – узкополосная цифровая сеть с интегрированным обслуживанием) или B-ISDN (broadband ISDN – широкополосная ISDN)). Международный шлюз всегда является наземным оборудованием, физически находящимся в оконечной (или промежуточной) стране. Между международными шлюзами могут использоваться тракты более высокого порядка, соответствующие международной части соединения [1, 2].

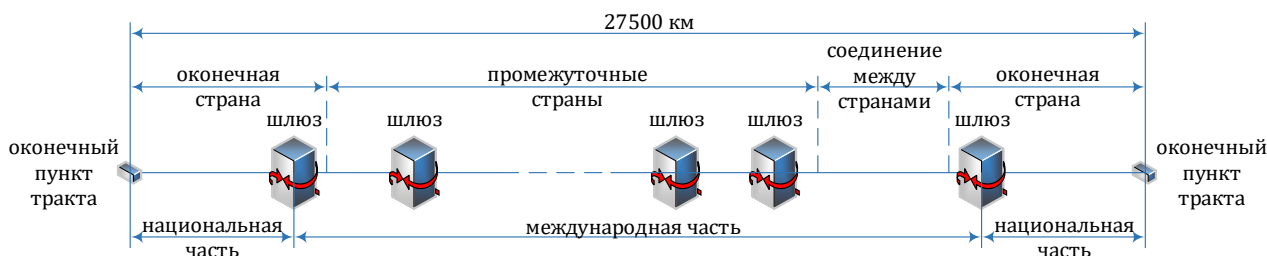


Рисунок 1 – Эталонное соединение согласно рекомендации ITU-T G.826]

В таблице 1 приведены нормы на параметры ошибок для эталонных каналов и трактов максимальной протяженностью 27 500 км согласно рекомендации ITU-T G.826. Каждое

¹ Rec. G.826. End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections. – 2002–12. – Geneva : ITU-T, 2002. – 34 p.

направление канала или тракта должно одновременно удовлетворять нормам [3]. Канал или тракт не соответствует нормам, если какой-нибудь параметр превышает требуемое значение за период измерений (рекомендуется использовать интервал в один месяц).

Таблица 1 – Долговременные нормы на показатели ошибок для международного соединения протяженностью 27 500 км согласно рекомендации ITU-T G.826

скорость канала или тракта, Мбит/с	размер блока, кбит	ESR, r'_e	SESR, r'_s	BBER, r'_m
0,064–1,5 (2)	–	0,04	0,002	–
1,5–5	0,8–5	0,04	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$
5–15	2–8	0,05	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$
15–55	4–20	0,075	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$
55–160	6–20	0,16	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$
260–3 500	15–30	–	0,002	10^{-4}

Существует ряд регламентированных размеров блоков, приведенный в таблице 2. Сетевой тракт E1 – первичный тракт европейской иерархии, T1, T2, T3 – первичный, вторичный, третичный тракты североамериканской иерархии [4, 5]. Виртуальные контейнеры VC-11, VC-12, VC-2 соответствуют трактам низких порядков, VC-3, VC-4 – высоких порядков. Виртуальные контейнеры VC-2-nc образуются посредством смежного объединения (конкатенации) $n = 1, 2, \dots, 7$ виртуальных контейнеров VC-2, а VC-4-nc – $n = 1, 2, \dots, 64$ виртуальных контейнеров VC-4¹.

Таблица 2 – Размер блоков трактов PDH и SDH согласно рекомендации ITU-T G.826

скорость, Мбит/с	тип тракта	интенсивность, блок/с	размер блока, кбит	EDC
1,544	T1	333	4,632	CRC-6
2,048	E1	1 000	2,048	CRC-4
6,312	T2	2 000	3,156	CRC-5
44,736	T3	9 398	4,76	контроль четности
1,664	VC-11	2 000	0,832	BIP-2
2,24	VC-12	2 000	1,12	BIP-2
6,848	VC-2	2 000	3,424	BIP-2
48,96	VC-3	8 000	6,12	BIP-8
150,336	VC-4	8 000	18,792	BIP-8
$6,848n$	n VC-2	$2\,000n$	3,424	n BIP-2
34,24	VC-2-5c	2 000	17,12	BIP-2
601,344	VC-4-4c	8 000	75,168	BIP-8

Список источников

1. Vasseur J.-P., Pickavet M., Demeester P. Network Recovery. Protection and Restoration of Optical, SONET-SDH, IP, and MPLS. – San Francisco, CA : Elsevier, 2004. – 542 p.
2. Сергеева Т.П. Тетёкин Н.Н. Методы повышения надежности в сетях SDN // Т-Comm, #6, 2014. С. 53-55.
3. Батенков К. А. Анализ и синтез структур сетей связи методом перебора состояний // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2022. Т. 18. № 3. С. 300-315. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu10.2022.301>.

¹ Rec. G.707/ Y.1321. Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH). – 2007–01. – Geneva : ITU-T, 2008. – 196 p.

4. Винокуров В. М. Цифровые системы передачи : учеб. пособие / В. М. Винокуров ; Федеральное агентство по образованию, Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, Ин-т доп. образования, факультет повышения квалификации. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – 160 с.

5. Батенков А.А., Батенков К.А., Фокин А.Б. Анализ вероятности связности телекоммуникационной сети на основе инверсий ее состояний // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2022. № 59. С. 91–98. doi: 10.17223/19988605/59/10.

ГСНТИ 82.33.13

УДК 351:614.8

ББК 67.401.213

**Антон Алексеевич КИШКУРНО¹, Владимир Владимирович ДИДУХ²,
Илья Сергеевич КОРОЛЕВ³**

¹ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (Kishkurnoaa@57.mchs.gov.ru)

²ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (V.Diduh@mchs.gov.ru)

³ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Korolev@mchs.gov.ru)

Поддержка управления оперативной дежурной смены центра управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по субъекту РФ в современных условиях

Аннотация. В статье рассмотрена модель поддержки управления центра управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) ГУ МЧС России по субъекту РФ. Ввиду обработки большого количества информации, работы с базами данных, информационными системами необходимо постоянно совершенствовать методы работы. Одним из таких инструментов является автоматизация функций по обработке поступающей информации, что в свою очередь позволяет сократить время на реагирование в случае кризисной ситуации.

Ключевые слова: поддержка управления, автоматизация, функциональная модель, пожарная безопасность

Anton A. KISHKURNO¹, Vladimir V. DIDUKH², Ilya S. KOROLEV³

¹State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

²State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Support of the management of the operational duty shift of the control center in crisis situations of the Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the subject of the Russian Federation in modern conditions

Abstract. The article considers the management support model of the crisis management center of EMERCOM of Russia. Due to the processing of a large amount of information, working with databases, information systems, it is necessary to constantly improve working methods. One of these tools is the automation of functions for processing incoming information, which in turn reduces the response time in case of a crisis situation.

Key words: management support, automation, functional model, fire safety

В современном мире одной из ключевых задач является обеспечение безопасности населения и территорий от различного рода угроз, пожаров и чрезвычайных ситуаций (ЧС). В связи с этим, особую актуальность приобретает создание эффективных механизмов управления и координации деятельности различных служб и ведомств в случае возникновения кризисных ситуаций. Одним из таких механизмов является ЦУКС [1].

Для обеспечения эффективного управления ЦУКС Главного управления МЧС России необходимо учитывать следующие аспекты:

- организация работы центра: структура, функции, взаимодействие с другими подразделениями и службами;
- использование современных информационных технологий для сбора, обработки и анализа данных о кризисных ситуациях [2-4];
- обучение и повышение квалификации сотрудников центра, а также разработка новых методов и подходов к управлению кризисными ситуациями;
- оценка эффективности работы центра и его подразделений, а также определение направлений для улучшения.

Модель управления ЦУКС может быть представлена как совокупность различных элементов, таких как:

1. Организационная структура: ЦУКС обычно имеет иерархическую структуру, которая включает в себя оперативный отдел, аналитический отдел, координационный отдел и другие подразделения. Такая структура позволяет эффективно распределять обязанности и ответственность между сотрудниками, а также обеспечивает быстрое и эффективное принятие решений.

2. Информационная система: ЦУКС должен иметь доступ к широкому спектру информации, включая данные о ЧС, прогнозы погоды, информацию о ресурсах и т.д. Для этого используются специализированные информационные системы, которые обеспечивают сбор, хранение и обработку данных [2-4].

3. Планирование и прогнозирование: ЦУКС разрабатывает планы реагирования на различные типы ЧС, а также прогнозирует возможные последствия и определяет необходимые ресурсы. Это позволяет заранее подготовиться к возможным катастрофам и уменьшить их последствия.

4. Обучение и тренировка: ЦУКС проводит обучение своих сотрудников и других специалистов, участвующих в ликвидации ЧС. Это включает в себя как теоретические занятия, так и практические тренировки, которые помогают улучшить навыки и знания сотрудников.

Таким образом, модель управления ЦУКС Главного управления МЧС России по Орловской области должна быть гибкой, адаптивной и учитывать современные условия и требования.

С позиции системного подхода, работа системы должна обеспечивать выполнение ее задач без перехода в опасное или критическое состояние.

Представим функциональную модель работы автоматизированного рабочего места оперативной дежурной смены (АРМ ОДС) №6 в условиях повседневной деятельности в нотации IDEF0.

Модель IDEF0 всегда начинается с представления системы как единого целого – одного функционального блока с интерфейсными дугами. Диаграмма приведена на рисунке 1.

Диаграмма состоит из одной работы, которая называется «Автоматическая обработка информации о пожаре». Взаимодействие системы с элементами других систем описывается в виде стрелок, которые представляют собой направление потоков необходимой для функционирования системы управления. Стрелки типа «Вход»: «Информация о пожаре», «Служебная информация» определяют направление потоков данных входящей информации. Стрелка типа «Выход»: «Вывод отчетов» и «Вывод таблиц» определяют направление потоков данных исходящей информации. Стрелка «Диспетчер ЦППС» является стрелкой

типа «Механизм» и показывает под чьим контролем проходит процесс «Автоматическая обработка информации о пожаре». Стрелка «Должностные инструкции, нормативная документация» является стрелкой типа «Управления» и показывает правила процедуры.

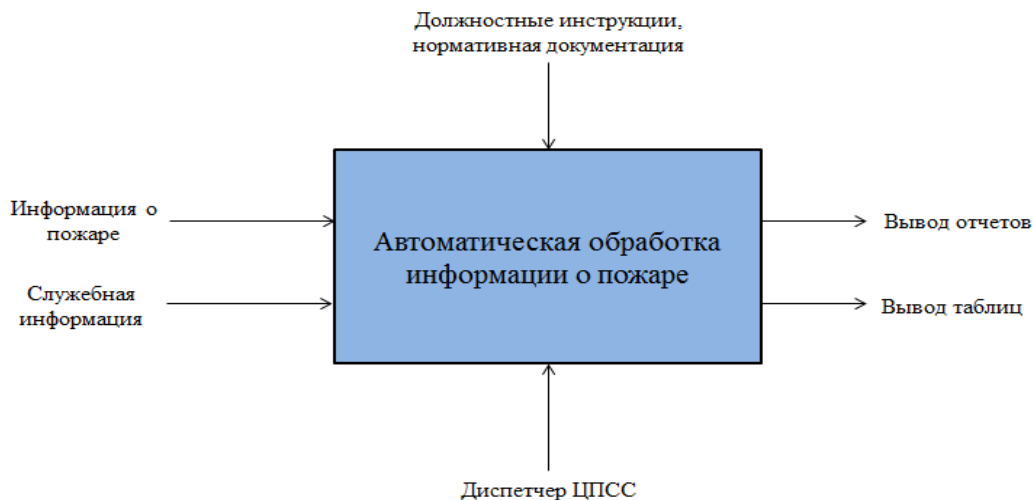


Рисунок 1 - Контекстная диаграмма системы

В процессе проектирования, функциональный блок, который в контекстной диаграмме отображает систему как единое целое, подвергается детализации на другой диаграмме. Получившаяся диаграмма содержит функциональные блоки, отображающие главные подфункции функционального блока контекстной диаграммы и называется дочерней по отношению к нему. Диаграмма декомпозиции представлена на рисунке 2.

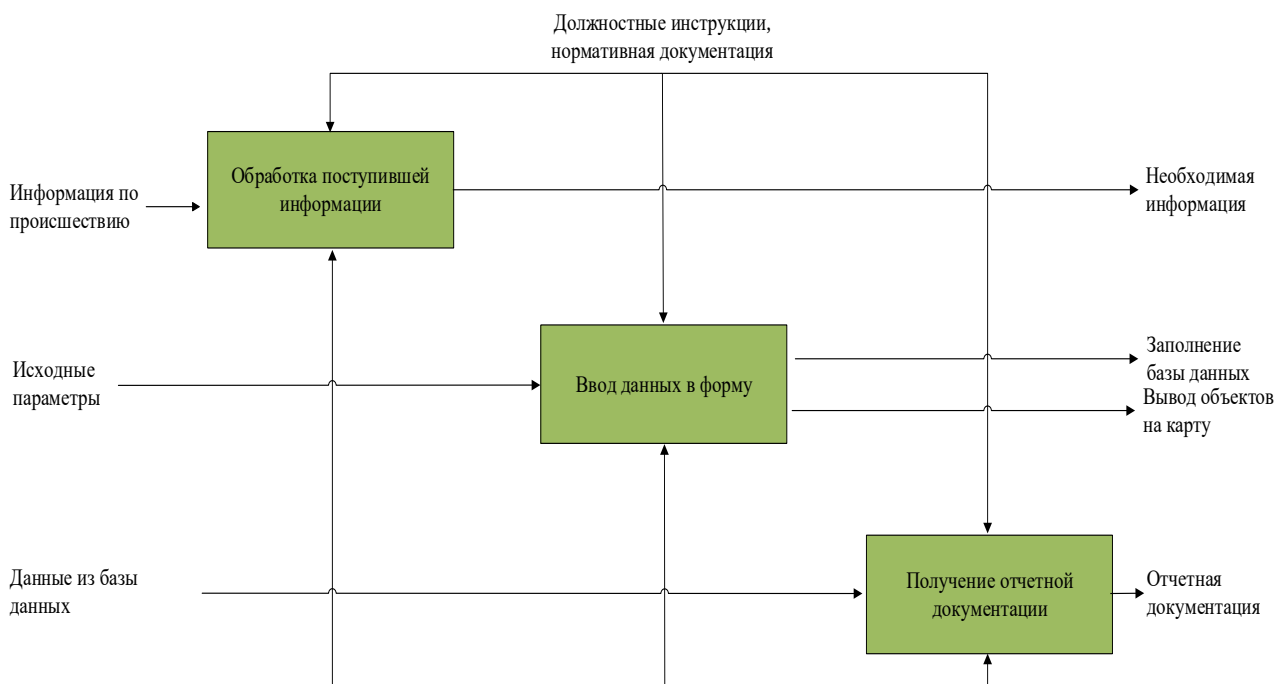


Рисунок 2 - Диаграмма декомпозиции системы

Каждая из подфункций дочерней диаграммы может быть далее детализирована путем аналогичной декомпозиции соответствующего ей функционального блока. Важно отметить, что в каждом случае декомпозиции функционального блока все интерфейсные дуги, входящие в данный блок, или исходящие из него фиксируются на дочерней диаграмме. Этим достигается структурная целостность модели IDEF0.

Использованием диаграммы DFD может дополнить то, что уже отражено в модели IDEF0, поскольку они описывают потоки данных, позволяя проследить, каким образом происходит обмен информацией как внутри системы между бизнес-функциями, так и системы в целом с внешней информационной средой.

С помощью DFD-диаграмм требования к проектируемой информационной системе разбиваются на функциональные компоненты (процессы).

Главная цель DFD диаграммы - продемонстрировать, как процесс преобразует свои входные данные в выходные. DFD диаграмма представлена на рисунке 3.

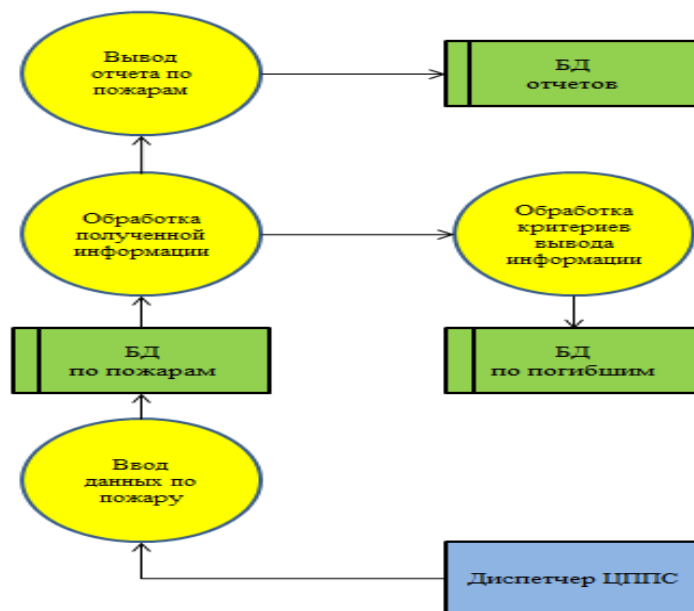


Рисунок 3 - DFD диаграмма

Блок-схема позволяет наглядно изобразить графическое построение алгоритма или процесса, которое показывает систематическую последовательность этапов выполнения работы и то, какие группы вовлечены в процесс.

Отдельные этапы изображаются при помощи различных геометрических фигур – блоков, а связи между этапами (последовательность выполнения этапов) указываются при помощи стрелок.

Блок-схемы используют для того чтобы:

- документировать и описывать текущий процесс;
- разрабатывать модификации к текущему процессу или исследовать то, где могут возникнуть проблемы;
- разрабатывать совершенно новый процесс.

Блок-схема работы АРМ ОДС №6 до внедрения процесса автоматизации представлена на рисунке 4.

Первый блок - это прием информации о пожаре от диспетчера ЦППС. Далее АРМ ОДС №6 обрабатывает информацию, заполняя документ «Приложение к оперативной сводке Орловской области по пожарной обстановке на 24.00 (нск.) текущей даты», а также, при необходимости, уточняет подробности пожара. Если информация достаточная, то АРМ ОДС №6 корректирует таблицу 1 «Общие показатели оперативной обстановки с пожарами». Если пожар последний за текущие сутки, АРМ ОДС №6 заполняет формы 1/ПОЖ, 2/ПОЖ, 3/ПОЖ, ДПО, 2/ЛАНД (ИНФ-П, РЕАГ) и отправляет отчеты в ЦУКС Главного управления МЧС России по г. Москве.

Таким образом, автоматизация части блок-схемы работы специалиста АРМ ОДС №6 позволит сократить время выполнения задачи и уменьшение трудозатраты должностных лиц ЦУКС Главного управления МЧС России по Орловской области, а так же уменьшит вероятность ошибки в подсчётах при формировании отчета об общих сведениях по пожарной обстановке.

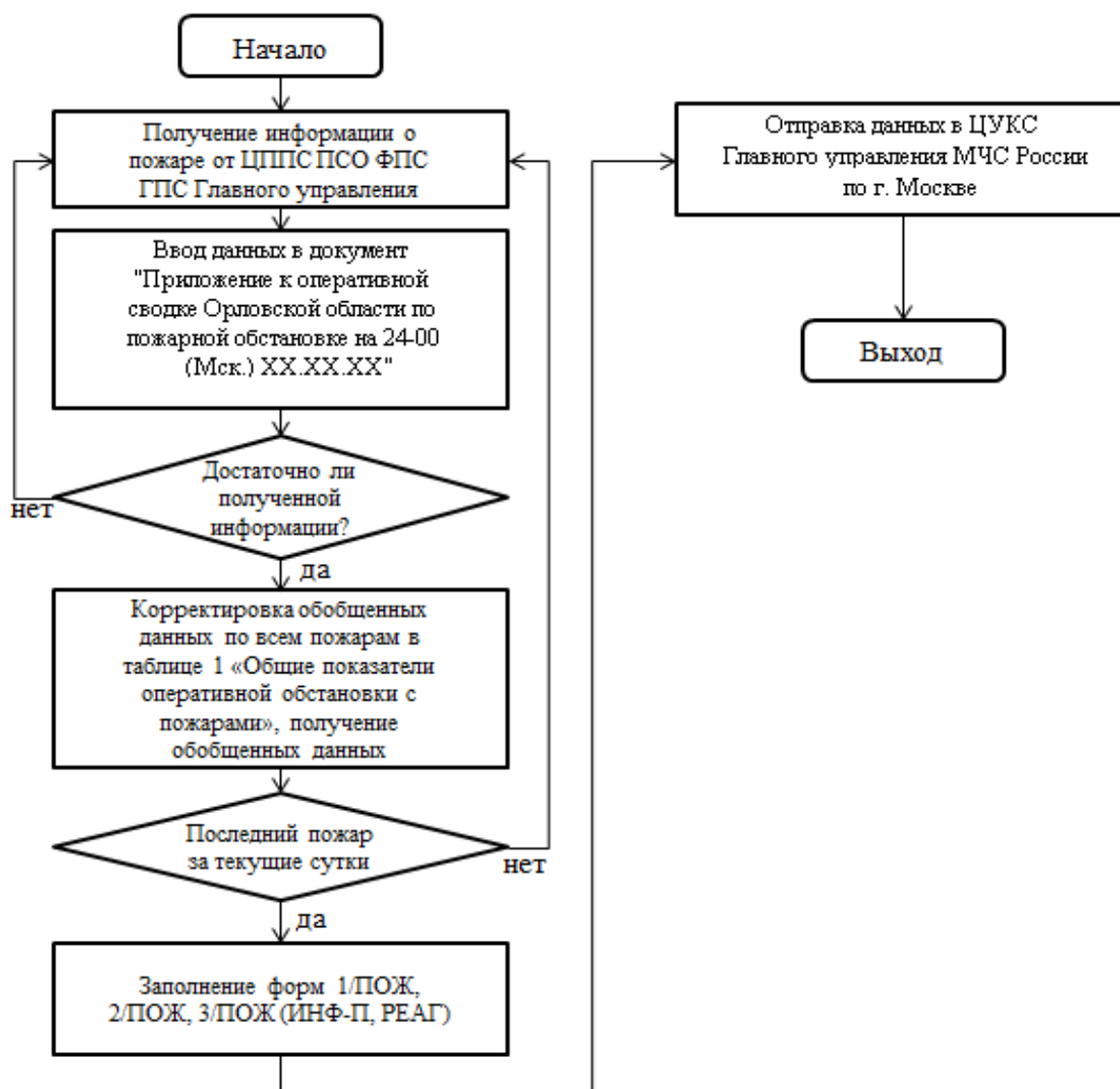


Рисунок 4 - Блок-схема работы специалиста АРМ ОДС №6

Список источников

1. Топольский Н.Г. Адаптивная система поддержки деятельности центров управления в кризисных ситуациях: монография // Топольский Н.Г., Хабибулин Р.Ш., Рыженко А.А., Бедило М.В. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 151 с.
2. Бутузов С.Ю., Рвачев А.Т., Слабченко А.В. Проблемы обеспечения деятельности национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России / Сборник материалов XII международного форума «Технологии безопасности». - М., 6-9 февраля 2007 г., МВЦ «Крокус ЭКСПО». – 258 с.
3. Бутузов С.Ю. Информационное обеспечение национального центра управления в кризисных ситуациях / Материалы 15-й научно-технической конференции «Системы безопасности» - СБ-2006. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. – 289 с.
4. Тетерин И.М., Топольский Н.Г., Сатин А.П. и др. Инфокоммуникационные технологии в кризисных ситуациях: Монография / Под общей редакцией Н.Г. Топольского. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. – 133 с.

ГСНТИ 27.35
УДК 519.2:519.6:630*9
ББК 22.17:22.19

**Виктор Тимофеевич ЖУКОВ¹, Андрей Валентинович КОЛДОМОВ²,
Юрий Николаевич ОРЛОВ³, Михаил Андраникович ШАХРАМАНЬЯН^{4,5,6}**

¹ФГУ "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук", Москва, Россия (vic.zhukov@mail.ru, SPIN 2580-1788, ID: 122746)

²Главное управление «Национальный центр управления в кризисных ситуациях» МЧС России, Москва, Россия

³ФГУ "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук", Москва, Россия (ov31509f@yandex.ru, SPIN 8085-6000, ID: 5475)

⁴ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Россия

⁵ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия

⁶ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России, Московская область, Россия (7283763@mail.ru, SPIN 66030-6401, ID 99918)

О функциональном наполнении аэрокосмической информационной системы борьбы с лесными пожарами

Аннотация. Структура автоматизированной системы борьбы с лесными пожарами предполагает наличие подсистемы спутникового мониторинга лесопожарной обстановки в России с уточняющими наблюдениями беспилотных летательных аппаратов. На данном этапе сформулирована математическая модель разведывательного полета беспилотного аппарата. Целью моделирования является сокращения среднего времени обнаружения лесного пожара с помощью беспилотного аппарата при наличии приближенных данных спутниковых наблюдений. Для математического моделирования движения беспилотного аппарата используется нестационарное многомерное дифференциальное уравнение с изменяющимися коэффициентами диффузии и дрейфа, определяемыми как начальной целью полетного задания, так и локальными измерениями градиентов атмосферных параметров (задымленность, температура). Рассмотрены детально две ситуации: самостоятельный поиск очага возгорания посредством беспилотного аппарата и поиск с использованием коррекции спутниковых данных. На теоретическом уровне показано, что совместное использование беспилотного аппарата и данных спутникового мониторинга позволяет существенно сократить среднее время обнаружения лесного пожара. Сформулированная модель может служить важным элементом функционального наполнения аэрокосмической информационной системы борьбы с лесными пожарами.

Ключевые слова: лесной пожар, аэрокосмический мониторинг, беспилотный летательный аппарат, случайная траектория, информационная система, математическое моделирование

**Victor T. ZHUKOV¹, Andrey V. KOLDOMOV², Yury N. ORLOV³,
Mikhail A. SHAKHRAMANYAN^{4,5,6}**

¹Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²Main Directorate «National Crisis Management Center» EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³Keldysh Institute of Applied Mathematics Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

⁴Financial University under the Government of Russia, Moscow, Russia

⁵State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

⁶All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

On the functional content of the aerospace information system for fighting forest fires

Abstract. The structure of the automated forest fire fighting system assumes the presence of a satellite monitoring subsystem with clarifying observations from drones. At this stage, a mathematical model of the reconnaissance flight of a drone has been formulated. The purpose of the modeling is to reduce the average time of detection of a forest fire using a drone in the presence of approximate satellite observation data. For mathematical modeling of the drone movement, a non-stationary multidimensional differential equation is used with changing diffusion and drift coefficients, determined both by the initial goal of the flight mission and by local measurements of gradients of atmospheric parameters (smoke, temperature). Two situations are considered in detail: an independent search for the fire source using a drone and a search using satellite data correction. At the theoretical level, it is shown that the joint use of a drone and satellite monitoring data can significantly reduce the average time for detecting a forest fire. The formulated model can serve as an important element of the functional content of an aerospace information system for fighting forest fires.

Key words: forest fire, aerospace monitoring, drone, random trajectory, information system, mathematical modeling

Лесные пожары остаются одним из мощных природных факторов, влияющих на происходящие на планете глобальные изменения окружающей среды. Среди методов контроля состояния лесов, с точки зрения оперативного обнаружения пожаров на ранней стадии их развития, наряду с широко известными наземными системами наблюдения (визуальными, телевизионными и т.п.) и авиационным патрулированием также используются системы спутникового мониторинга. Хотя охват территории при этом достигается достаточно большой, но как раз в силу этого точность и своевременность выявления пожара или предшествующего ему состояния только посредством обработки данных со спутников в настоящее время недостаточна.

С другой стороны, использование для целей мониторинга беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) требует достаточно большого их количества в силу незначительной площади обзора, хотя и с более высоким разрешением, чем у обычных метеоспутников. Представляет интерес провести сравнение эффективности использования данных со спутников и с БПЛА по отдельности, а также в режиме совместного их использования.

Идея совместного использования данных спутникового мониторинга и данных, получаемых с БПЛА, в виде некой автоматизированной системы основывается на том, что если иметь ориентировочную привязку к более-менее локализованному проблемному участку территории, то направление в указанный участок БПЛА позволит провести позиционирование и выявить проблему на нужном уровне точности. В то же время использование одних только БПЛА без данных спутникового мониторинга представляет собой не очень эффективный процесс случайного блуждания и, соответственно, случайного обнаружения очага лесного пожара или иной нештатной ситуации. В простейшем варианте оценки эффективности за таковую естественно принять среднее время, требуемое для выявления очага лесного пожара с учетом вероятности ошибочной тревоги и/или пропуска события.

Структура автоматизированной системы борьбы с лесными пожарами предполагает наличие подсистемы спутникового мониторинга лесопожарной обстановки в России с уточняющими наблюдениями БПЛА. На данном этапе сформулирована математическая модель разведывательного полета БПЛА [1]. Целью моделирования является сокращения среднего времени обнаружения лесного пожара с помощью БПЛА при наличии приближенных данных спутниковых наблюдений. Для моделирования движения БПЛА используется нестационарное многомерное дифференциальное уравнение с изменяющимися коэффициентами диффузии и дрейфа, определяемыми как начальной целью полетного задания, так и локальными измерениями градиентов атмосферных параметров

(задымленность, температура). Рассмотрены детально две ситуации: самостоятельный поиск очага возгорания посредством БПЛА и поиск с использованием коррекции спутниковых данных. На теоретическом уровне показано, что совместное использование БПЛА и данных спутникового мониторинга позволяет существенно сократить среднее время обнаружения лесного пожара. Сформулированная модель может служить важным элементом функционального наполнения аэрокосмической информационной системы борьбы с лесными пожарами.

Предполагается, что данные спутникового мониторинга хранятся в постоянно обновляемой электронной библиотеке данных дистанционного зондирования Земли из космоса спутниками низкого и среднего пространственного разрешения с широким диапазоном охвата. Спутниковые данные отображаются на электронной карте с масштабом 1:100000 в геоинформационной системе контролируемой территории. Эта информационная система включает в себя базу данных о лесонасаждениях, населенных пунктах, потенциально-опасных объектах, охраняемых территориях и других элементах инфраструктуры контролируемой территории. Проблемы спутникового мониторинга лесных пожаров рассмотрены в [2].

В блоке формирования маршрутов полета БПЛА в автоматическом режиме осуществляется закладка в полетное задание маршрутов полета БПЛА к выявленным термоточкам (предполагаемым очагам лесных пожаров). Данные авиамониторинга с БПЛА в режиме реального времени отображаются на крупномасштабной электронной карте с масштабом не хуже, чем 1:5000, в геоинформационной системе контролируемой территории. Для оценки эффективности автоматизированной системы аэрокосмического мониторинга лесных пожаров необходимо оценить по отдельности эффективность подсистемы спутникового мониторинга и подсистемы аэромониторинга по критерию минимизации среднего времени обнаружения очага лесного пожара. Важность выбора именно данного критерия определяется чрезвычайно высокой скоростью распространения лесного пожара.

Аэрокосмические средства должны обеспечивать решение следующих задач:

- раннее обнаружение возникающих лесных пожаров с определением их координат, площади очагов горения;
- наблюдение за динамикой развития ранее обнаруженных лесных пожаров с определением направлений перемещения и скорости поступательного движения кромки пожара;
- энергетическая диагностика кромки лесных пожаров с оценкой уровня интенсивности тепловыделения;
- определение величины запаса снега, наблюдение за границей схода снежного покрова;
- определение метеорологических параметров атмосферы (облачность, очаги гроз, температура воздуха, поле ветра);
- определение температуры поверхности, влажности почвы, фенологическое состояние лесов, лесопирологическое районирование лесного фонда;
- оценка степени пожарной опасности для прилегающих к зоне пожара участков насаждений и прогнозирование развития лесных пожаров.

В дополнение к спутниковым средствам в последнее время системы видеонаблюдения, установленные на беспилотные летательные аппараты, находят все более широкое применение. Группы летательных аппаратов, взаимодействующие между собой через сеть связи 5G, находят применение в широком круге задач. Однако информация, собираемая с платформы БПЛА для видеомониторинга, может давать большие объемы данных, обработка которых невозможна локально теми же БПЛА, которые осуществляют мониторинг. Увеличивается и количество БПЛА, используемых одновременно. Это ставит перед исследованиями целый ряд задач. Во-первых, каждый участник группы БПЛА получает большое количество видеоматериалов, которое должно обрабатываться в режиме реального времени. Обработка данных большего объема невозможна локально теми же БПЛА, которые осуществляют мониторинг. Во-вторых, отдельные БПЛА должны

находиться в постоянной коммуникации друг с другом. В-третьих, они могут общаться с облаком данных и/или базой данных наземной станции, например, для получения цифровой модели местности или для пересылки коллективно значимой информации при работе группы БПЛА на местах возникновения чрезвычайных ситуации. Но из-за ограниченной пропускной способности беспроводных каналов, соединяющих БПЛА с вычислительной инфраструктурой, установленной на земле, выгрузка этих данных создает определенные трудности. Поэтому для надежного функционирования требуется исследование количественных характеристик качества канала связи в условиях нестационарного меняющегося потока внешних данных. В настоящей работе мы не будем касаться этого важного аспекта, предполагая использование одного аппарата.

Математической основой расчета траекторий БПЛА является модель случайного блуждания, предложенная в [2, 3]. Случайное блуждание объясняет наблюдаемое поведение многих процессов в различных областях и служит фундаментальной моделью для стохастической активности.

Мы предполагаем, что модель случайного блуждания БПЛА описывается уравнением Фоккера-Планка со сносом и диффузией относительно плотности функции распределения [1]. Такая модель выбрана по следующим соображениям. Получив запрограммированное полетное задание, ЛА движется так, что его скорость как двумерный вектор зависит от координаты, то есть не является независимой переменной в аргументах плотности функции распределения. Если датчики, установленные на ЛА, фиксируют однородное состояние окружающей среды, то ЛА движется, допустим, равномерно и прямолинейно в соответствии с изначально заданным направлением «туда и обратно». Вид программно заданного маршрута облета не принципиален, важно то, что это некоторая детерминированная кривая. Однако параметры среды (уровень сажи, влажность, температура поверхности и т.п.) заранее не известны и потому трактуются как случайные. Если считать, что направление движения выбирается в каждый момент времени по градиенту измеряемых параметров (в пределах заданной точности), а при отсутствии выделенного градиента ЛА движется равномерно и прямолинейно в соответствии со своим состоянием в предыдущий момент времени, то такое движение реализуется как случайное блуждание со сносом. В этом смысле положение ЛА является случайным и может быть описано некоторой плотностью функции распределения. Потенциальная зависимость коэффициента диффузии от времени отвечает различным погодным условиям, а также отражает изменение состояния атмосферы в разное время суток и, более крупно, в различные сезонные периоды. Если никаких отклонений от полетного задания нет, то распределение на прямолинейном участке движения имеет вид дельта-функции от заданной траектории.

На основе численных решений уравнением Фоккера-Планка можно провести оценочный сравнительный анализ вариантов обнаружения пожаров: отдельно на основе спутниковых данных; отдельно с использованием БПЛА.

Рассмотрены детально две ситуации: самостоятельный поиск очага возгорания посредством БПЛА и поиск с использованием коррекции спутниковых данных.

Для качественного анализа предположим, что требуется обнаружить очаг возгорания площадью S , центр которого расположен на расстоянии L от начала координат (точки старта).

Вариант 1. Движение БПЛА без спутниковой коррекции. В этом случае направление движения БПЛА является случайным. Тогда требуется оценить среднее время T , за которое аппарат окажется на расстоянии L от базы, после чего разделить это время на вероятность попадания в окрестность возгорания. Характерный размер очага возгорания равен $\sqrt{S}$, так что угол, под которым очаг «виден» из точки старта равен $\sqrt{S}/L$. Поэтому, если БПЛА будет находиться на расстоянии L в указанном секторе, то очаг будет обнаружен. Вероятность попадания в него равна $\sqrt{S}/(2\pi L)$.

Вариант 2. Движение БПЛА со спутниковой коррекцией. В этом случае предполагаем, что спутник устанавливает район радиуса R , в котором возможен пожар, и выдает

координаты центра этого района. Как и в примере 1, центр находится на расстоянии L от базы. Отличие этой ситуации от предыдущей состоит в том, что до точки вхождения в периметр, находящейся на расстоянии $L-R$ от базы, БПЛА движется прямолинейно со скоростью заданной скоростью, на что потребуется время известное время. И только после достижения указанного района начинается блуждание по принятой модели.

С помощью построенной математической модели получена теоретическая оценка эффективности данной системы с точки зрения уменьшения среднего времени обнаружения очагов лесных пожаров. Показано, что совместное использование БПЛА и данных спутникового мониторинга позволяет существенно сократить время обнаружения нештатной ситуации. В приведенных в [1] расчетах модельной ситуации сокращение времени оказалось стократным.

В дальнейшем предполагается провести уточняющие расчеты возможных траекторий движения БПЛА в соответствии с моделями атмосферы применительно к определенным регионам России, исходя из реальных параметров лесных массивов.

Принцип моделирования, который предлагается положить в основу оптимизации проектируемой системы аэрокосмического мониторинга, состоит в следующем.

При заданных модельных коэффициентах диффузии и граничных условиях численно решается уравнение Фоккера-Планка относительно приращений координат положения БПЛА с определенным шагом по времени. Поскольку тогда в каждый такой момент времени решение этого уравнения известно, то можно сгенерировать в общем случае трехмерный набор значений, отвечающих данному распределению. В данный момент времени этот набор значений представляет собой сечение пучка возможных траекторий. Составляя такие сечения во все расчетные моменты времени, получаем собственно пучок траекторий, характеризующий движение БПЛА. После этого для каждой траектории пучка вычисляется вероятность обнаружения очага возгорания при известной скорости аппарата и заданном угле обзора. Такой инструментарий позволяет определить характеристики пучка (дрейф, диффузия), при которых время обнаружения возгорания минимально.

Список источников

1. Жуков В.Т., Колдомов А.В., Орлов Ю.Н., Шахрамьян М.А. Концепция создания автоматизированной системы аэрокосмического мониторинга лесных пожаров // Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша. 2022. № 24. –18 с. <https://doi.org/10.20948/prepr-2022-24> <https://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2022-24>.
2. Бондур В.Г., Воронова О.С., Гордо К.А., Зима А.Л. Космический мониторинг изменчивости площадей природных пожаров и эмиссий вредных примесей в атмосферу на территории различных регионов России за 20-летний период. // ДАН, 2021, т.500, № 2, с.216–222.
3. Orlov, Yu., Pleshakov, R., Gaidamaka, Yu. Software Complex for Modeling Non-Stationary Event Flows, Proc. of the 9th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems (ICUMT), 2017, pp. 112–116.
4. Orlov, Yu.N., Fedorov, S.L. Sample distribution function construction for non-stationary time-series forecasting, Mathematical Modeling, 2017, vol. 29, No. 5, pp. 61–72.

ГСНТИ 82.05.21
УДК 355/359.07
ББК 30в6

Дмитрий Алексеевич КОЛЕРОВ¹

¹ФГБОУ «Санкт-Петербургский университет Государственной пожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева», Санкт-Петербург, Россия (dima11rus@inbox.ru, SPIN 4520-5394, ID: 1093167)

О необходимости создания систем поддержки принятия управленческих решений при проведении поисково – спасательных работ в акватории Санкт-Петербурга

Аннотация. В статье рассмотрены информационные системы, используемые в Центре управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по г. Санкт-Петербургу при проведении поисково–спасательных работ в акватории города. Рассмотрены их функциональные возможности, выделены сильные и слабые стороны. Сделан вывод о необходимости создания системы поддержки принятия решений при проведении поисково–спасательных работ, в рамках существующей системы «Прогнозирование и поддержка принятия управленческих решений аппаратно-программного комплекса безопасный город», что позволит оптимизировать процесс принятия управленческих решений.

Ключевые слова: управление, поддержка принятия решений, системы поддержки принятия решений, поисково – спасательные работы, акватория Санкт – Петербурга.

Dmitry A. KOLEROV¹

¹Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, Russia

On the need to create management decision support systems when conducting search and rescue operations in the waters of St. Petersburg

Abstract. The article discusses the information systems used in the Crisis Management Center of the Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in St. Petersburg during search and rescue operations in the water area of the city. Their functional capabilities are considered, strengths and weaknesses are highlighted. It is concluded that it is necessary to create a decision support system during search and rescue operations, within the framework of the existing system "Forecasting and support for management decision-making of the safe city hardware and software complex", which will optimize the management decision-making process.

Key words: management, decision support, decision support systems, search and rescue operations, St. Petersburg water area.

На текущий момент в министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) внедрены и активно совершенствуются различные информационные системы (ИС), в том числе системы поддержки принятия решений (СППР).

В деятельность каждого Центра управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) внедрены программные комплексы, позволяющие сократить время на выработку управленческого решения.

Одним из приоритетных направлений МЧС России является совершенствование и развитие информационно-технической инфраструктуры органов повседневного управления [1]. В целях внедрения единых стандартов обмена информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС), выполняются мероприятия по повышению эффективности использования ИС, а именно:

1. Организация устойчивого и оперативного информационно-технического обеспечения сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) во всех режимах функционирования.

2. Повышение эффективности применения специалистами оперативных дежурных смен информационных систем МЧС России, федеральных органов, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации (РФ) и открытых ресурсов в повседневном режиме и при реагировании на ЧС.

В настоящее время органами повседневного управления РСЧС применяется более 180 информационных систем, в том числе различные автоматизированные управляющие, информационно-справочные и аналитические системы.

В работе оперативных служб осуществляется информационно-техническое взаимодействие с федеральными органами исполнительной власти и их территориальными органами, сторонними организациями и учреждениями по направлению использования информационных систем и ресурсов.

В целях совершенствования работы оперативных дежурных смен (ОДС) территориальных органов МЧС России при решении задач предупреждения и ликвидации ЧС в функциональных подсистемах РСЧС на постоянной основе проводится работа по повышению эффективности использования информационных систем при мониторинге и прогнозировании возможной обстановки, реагировании на ЧС и происшествия.

Для поддержки принятия решений по реагированию на пожары, ЧС и происшествия в МЧС России активно применяются различные информационные системы, однако наиболее универсальными, интуитивно понятными и обладающие большим функционалом являются: «Атлас опасностей и рисков» (рис. 1) и «Геоинформационная система (ГИС) Обзор» (рис. 2).



Рисунок 1 – Интерфейс ИС «Атлас опасностей и рисков»

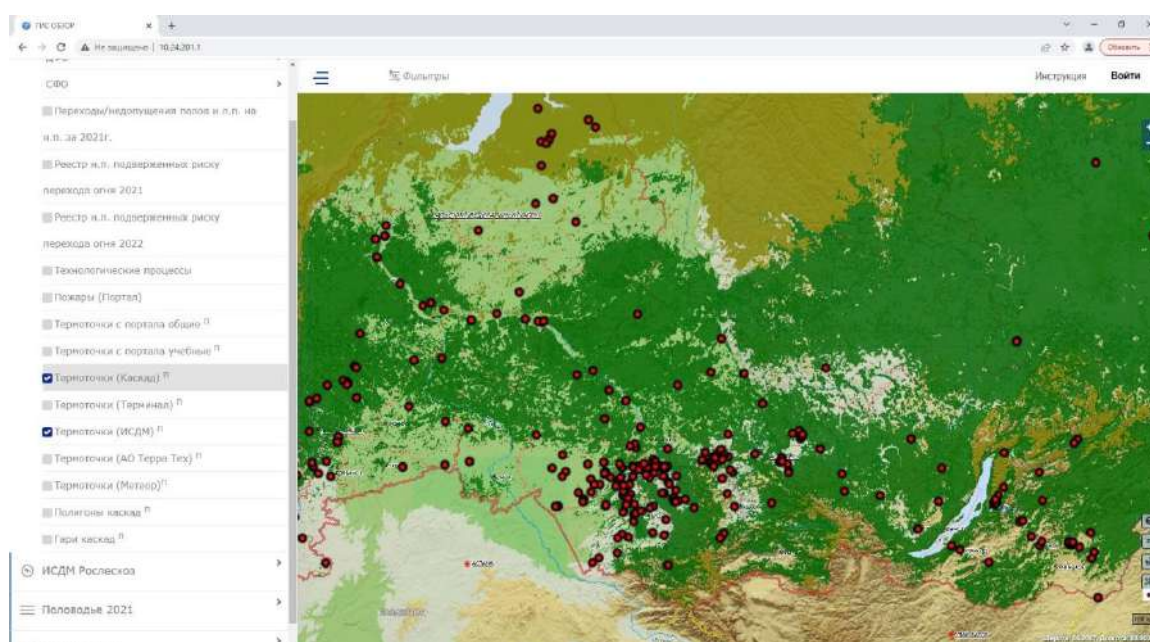


Рисунок 2 – Интерфейс ИС «ГИС Обзор с дополнительными настройками»

Изначально Атлас опасностей и рисков создавался как интерактивный сервис в виде прикладного программного обеспечения (ППО), предназначенного для предоставления гражданам тематических сервисов МЧС России. В июле 2020 года в соответствии с приказом МЧС России от 17.06.2020 № 404 «Об организации проведения опытной эксплуатации прикладного программного обеспечения «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций» успешно проведена и завершена его опытная эксплуатация.

В ходе опытной эксплуатации принято решение о создании на базе ППО Атлас опасностей и рисков информационной системы. Это позволит МЧС России приблизиться к реализации полномочий по обеспечению доступа в сети «Интернет» к открытым данным в информационных системах МЧС России.

В МЧС России активно используется ГИС Обзор, которая позволяет работать с ортофотопланами с геопривязкой точек и используется для сбора достаточно большого объема разноплановой информации в области ЧС (снимки со спутников, ортофотопланы, термические точки и т.д.).

Проведённый анализ показал, что главное управление (ГУ) МЧС России в своей деятельности используют различные ИС, позволяющие повысить эффективность работы и структурировать информацию. Так актуальной информационной системой в этом направлении является «Атлас опасностей и рисков», однако его применение в настоящее время сопряжено с определёнными рисками, которые связаны с обеспечением безопасности информации и правового статуса самой системы.

В ОДС ЦУКС Главного управления МЧС России по г. Санкт - Петербургу имеется доступ к более 50 информационным системам, в том числе к Атласу опасностей и рисков и ГИС Обзор. В частности созданы уникальные информационные системы «Прогнозирование и поддержка принятия управленческих решений аппаратно – программного комплекса безопасный город». Система позволяет отображать морские суда в реальном масштабе времени (рис. 3), а Гис единой дежурной диспетчерской службой (ЕДДС) 01 позволяет отразить зоны выездов сил и средства, имеющих в боевом расчёте для проведения поисково-спасательных работ (ПСР) (рис. 4) [2].



Рисунок 3 – Интерфейс ИС «Прогнозирование и поддержка принятия управленческих решений аппаратно – программного комплекса безопасный город»

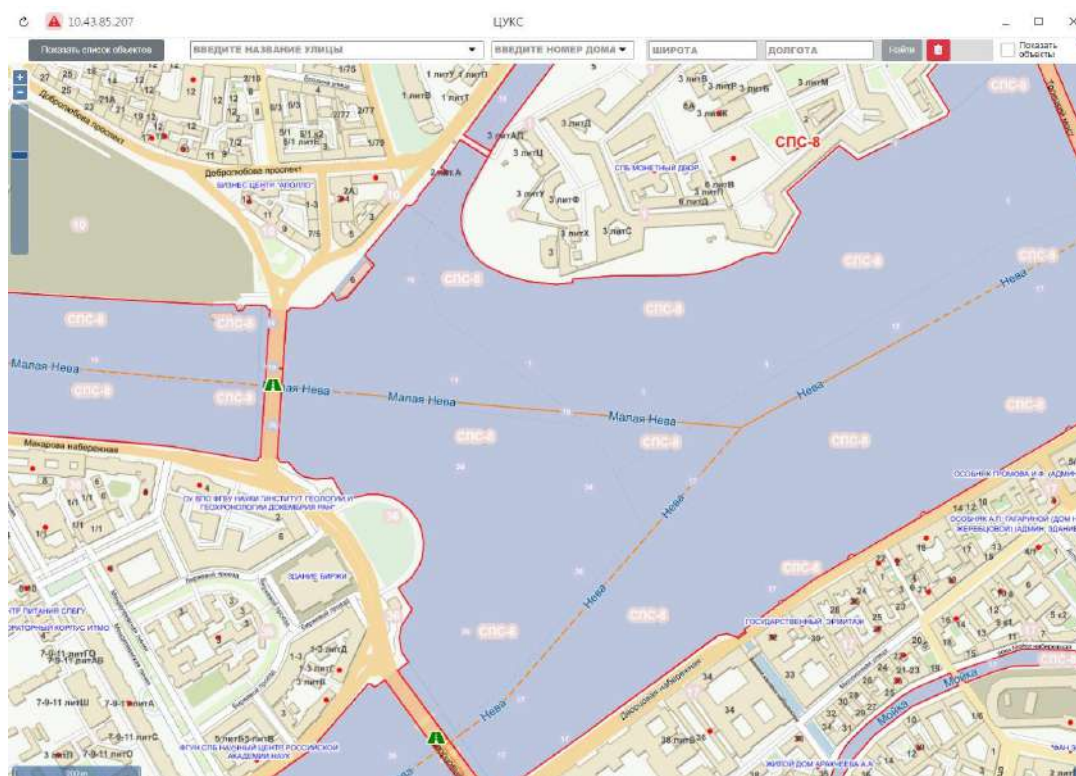


Рисунок 4 – Интерфейс ИС «ГИС ЕДДС 01»

Старший ОД ЦУКС, принимающий решение о составе и количестве привлекаемых сил и средств (СиС) для проведения ПСР в акватории Санкт – Петербурга должен учесть большое количество факторов, оказывающих влияние на сложившуюся обстановку. Поэтому при принятии решения должностное лицо может выбрать СиС, которые физически не смогут прибыть к месту проведения ПСР в силу природных катаклизмов (большой волны, высоких торосов) или других факторов (малой глубины фарватера, низкого пролёта моста (рис. 5)).

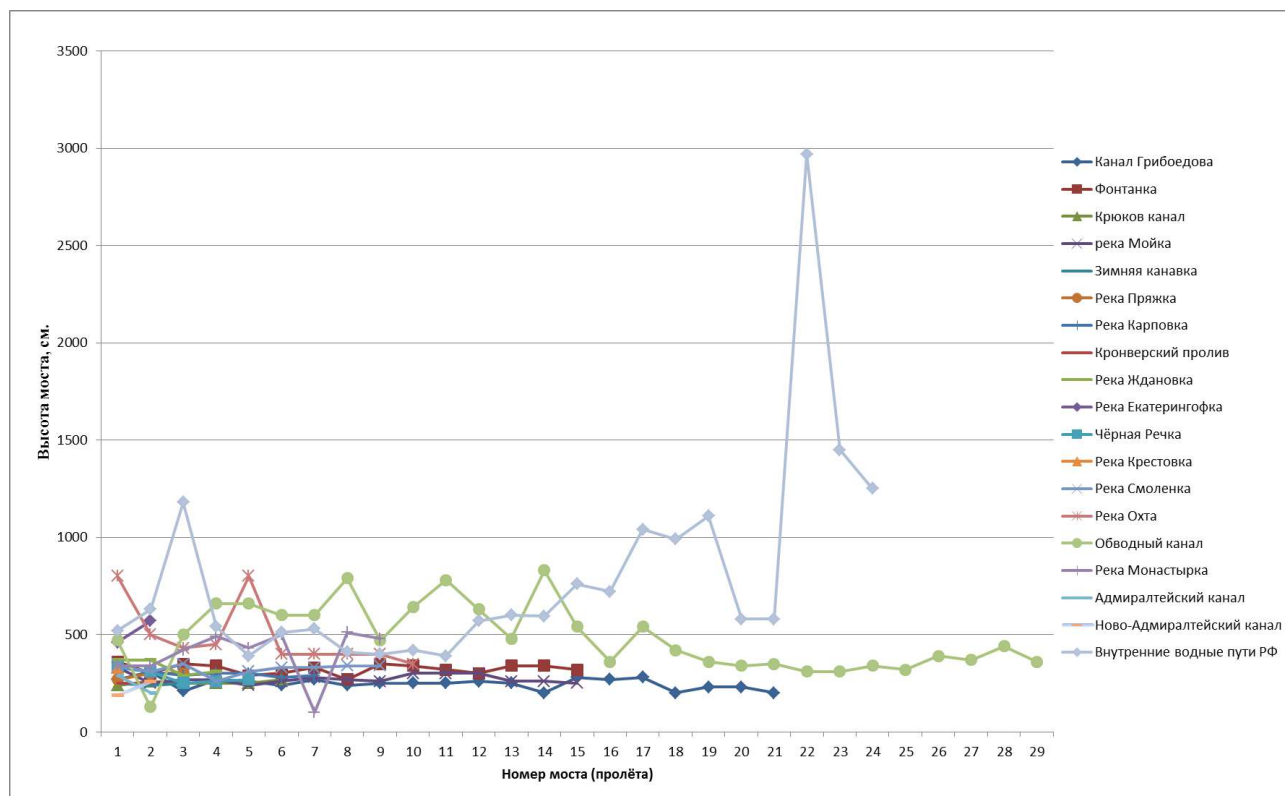


Рисунок 5 – Высота пролёта мостов в акватории Санкт - Петербурга

Так, в восточной части акватории Санкт – Петербурга возможен подъём уровня воды до 1,5 метров и, как следствие, не вся высланная техника сможет своевременно прибыть к месту происшествия. Поэтому существует проблема [3], связанная с принятием должностными лицами ЦУКС ошибочных управленческих решений. Выходом из создавшейся ситуации является совершенствование системы управления РСЧС, а именно: оптимизация существующих моделей и алгоритмов [4]; оптимизация процесса информационного обмена органов РСЧС при проведении ПСР [5]; алгоритмизацию процесса принятия решений по управлению СиС при проведении ПСР; интеллектуализацию деятельности должностных лиц, принимающих управленческие решения.

Все перечисленные варианты решения проблемы, возможно реализовать в виде СППР, которая будет составной частью информационной системы «Прогнозирование и поддержка принятия управленческих решений аппаратно–программного комплекса безопасный город». Система позволит оптимизировать процесс принятия управленческих решений при проведении поисково – спасательных работ в акватории Санкт-Петербурга, уменьшить количество погибших в акватории и повысить уровень безопасности в акватории города и уменьшить время выработки управленческого решения.

Список источников

- 1) О необходимости разработки концепции развития системы обеспечения безопасности на водных объектах Санкт-Петербурга / О. И. Аришина, Ю. Л. Данчук, Л. А. Промыслов, В. Н. Илюхин // Морской вестник. 2019. № 4(72). С. 115-120.
- 2) Данчук Ю. Л. Направления развития системы обеспечения безопасности на водных объектах (на примере субъекта Санкт-Петербург) // Судостроение. 2023. № 1(866). С. 51-54.
- 3) Колеров, Д. А., Данчук Ю. Л., Мамонтова И.О. Анализ проблем реагирования поисково-спасательных служб в акватории Санкт-Петербурга и подходы к их решению // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 2(45). С. 74-80.
- 4) Д. А. Колеров, И. Л. Скрипник, Т. А. Каверзнева, В. А. Балобанов. Функциональная модель управления силами и средствами РСЧС при проведении поисково - спасательных работ в акватории Санкт - Петербурга // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 2(29). С. 107-116.
- 5) Д. А. Колеров, И. Л. Скрипник, Т. Т. Каверзнева, В. А. Балабанов. Модель межведомственного информационного взаимодействия органов РСЧС при управлении поисково-спасательными работами в акватории Санкт-Петербурга // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2(47). С. 19-26.

ГСНТИ 50.51
УДК 614.8
ББК 30в6

Денис Сергеевич КОРОЛЕВ¹, Андрей Владимирович КАЛАЧ²

¹ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Россия (otrid@rambler.ru, SPIN 6481-0065, ID: 829407)

¹ ФГБУ ДПО «Воронежский институт повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России», Воронеж

² ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России, Воронеж, Россия (a_kalach@mail.ru, SPIN 2584-7456, ID: 195516)

Применение цифрового двойника объекта защиты

Аннотация. Необходимость повсеместного внедрения технологий компьютерного моделирования для защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности обусловлена множеством различных факторов: климатическими изменениями, ростом

антропогенного воздействия на окружающую среду, удорожанием высокотехнологичных производств и т.д., что позволит проводить моделирование различных деструктивных событий, определяя наиболее характерные риски. А аварийно-спасательные подразделения на основе полученных данных смогут разрабатывать планы действий или анализировать на предмет эффективности уже существующие. В качестве примера в работе представлена одна из мощнейших технологий - цифровой двойник, имитирующая процесс неконтролируемого горения на объекте защиты.

Ключевые слова: риски, чрезвычайные ситуации, цифровой двойник, неконтролируемое горение, пожарная безопасность

Denis S. KOROLEV¹, Andrey V. KALACH²

¹ Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

¹ Voronezh Institute for Advanced Training of Employees of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Voronezh, Russia

² Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia

Application of the digital double of the object of protection

Annotation. The need for the widespread introduction of computer modeling technologies to protect the population and territories from natural and man-made emergencies, to ensure fire safety is due to many different factors: climate change, an increase in anthropogenic impact on the environment, an increase in the cost of high-tech industries, etc., this will allow modeling various destructive events, identifying the most typical risks. And emergency rescue units, based on the data received, will be able to develop action plans or analyze existing ones for effectiveness. As an example, the paper presents one of the most powerful technologies - a digital twin, which simulates the process of uncontrolled combustion at a protected object.

Key words: risks, emergencies, digital twin, uncontrolled burning, fire safety

В рамках реализации концепции обеспечения национальной безопасности населения, защиты территорий от чрезвычайных ситуаций, стихийных бедствий, пожарной опасности¹ перед службами единой системы предупреждения и ликвидации последствий деструктивных событий² постоянно стоят задачи быстрого и эффективного реагирования на катастрофы различного уровня [1-3]. Кроме того, климатические изменения, напряженность геополитической обстановки, усложнение высокотехнологичных производств, рост антропогенного влияния на состояние окружающей среды определяют необходимость скорейшего исследования потенциальных опасностей и угроз [4, 5]. Что позволит разработать комплекс превентивных, организационных и технических мероприятий, направленных на предотвращение и парирование негативных последствий для населения и экономики страны³. Поэтому интеграция современных систем [6], технологий получения, обработки и представления данных [7] в центры управления в кризисных ситуациях, увеличение объемов применения геоинформационных систем [8, 9], содержащих детализированную информацию об объектах защиты, технологических процессах и техносферы в целом, повышение точности моделирования чрезвычайных ситуаций в совокупности с практическим опытом, создают предпосылки для построения новых информационно-аналитических систем комплексной поддержки обеспечения безопасности [10, 11].

1 Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68 ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

2 Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 16.02.2023) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»

3 Актуальные вопросы предупреждения чрезвычайных ситуаций. – М.:ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2010. – 352 с.

В настоящее время, одним из мощнейших инструментов, оказывающих грамотную управленческую поддержку, способствующую ускоренному и эффективному реагированию на природные и техногенные катастрофы, являются цифровые двойники (Рис. 1), принцип действия которых основан на [12, 13]:

- предиктивной аналитике, позволяющей проводить моделирование всевозможных деструктивных событий, определяя области рисков и прогнозируя последствия;
- оптимизации операций (например, исключение дублирующих действий);
- повышение безопасности (например, разработка виртуальных симуляций стихийных бедствий позволяет протестировать стратегии действий аварийно-спасательных служб и понять эффективность планов реагирования).



Рисунок 1 - Применение цифрового двойника в области обеспечения пожарной безопасности

На рис. 2 показан цифровой двойник общеобразовательной школы в общем виде, который является наиболее удобным инструментом исследования различных условий возникновения и распространения пожара, в зависимости от вида и количества пожарной нагрузки, геометрической формы помещения и т.д. Параллельно с этим может проводиться процесс моделирования эвакуации людей (Рис. 3), демонстрирующий влияние рискообразующих факторов на ее исход и позволяющий сформировать рекомендации по снижению интенсивности и площади распространения неконтролируемого возгорания на объекте защиты.

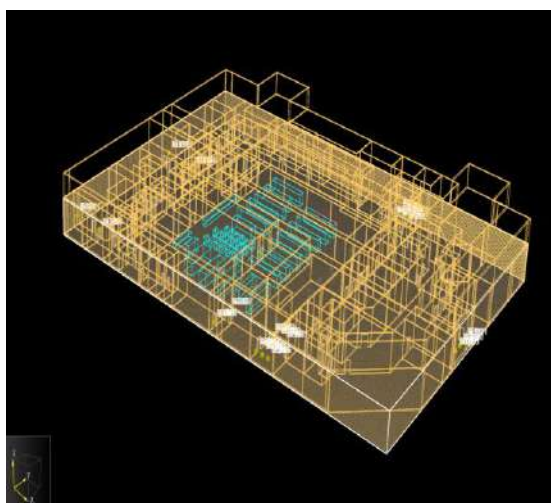


Рисунок 2 - Цифровой двойник общеобразовательного учреждения

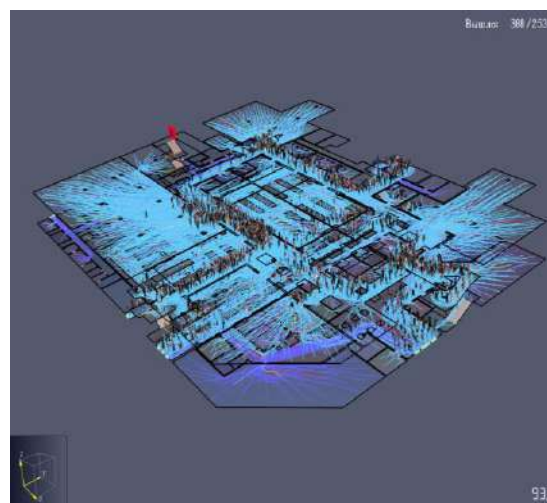


Рисунок 3 - Моделирование эвакуации людей при пожаре

На рис. 4, 5 представлен пример имитация распространения неконтролируемого горения в местах массового пребывания людей при помощи цифрового двойника.

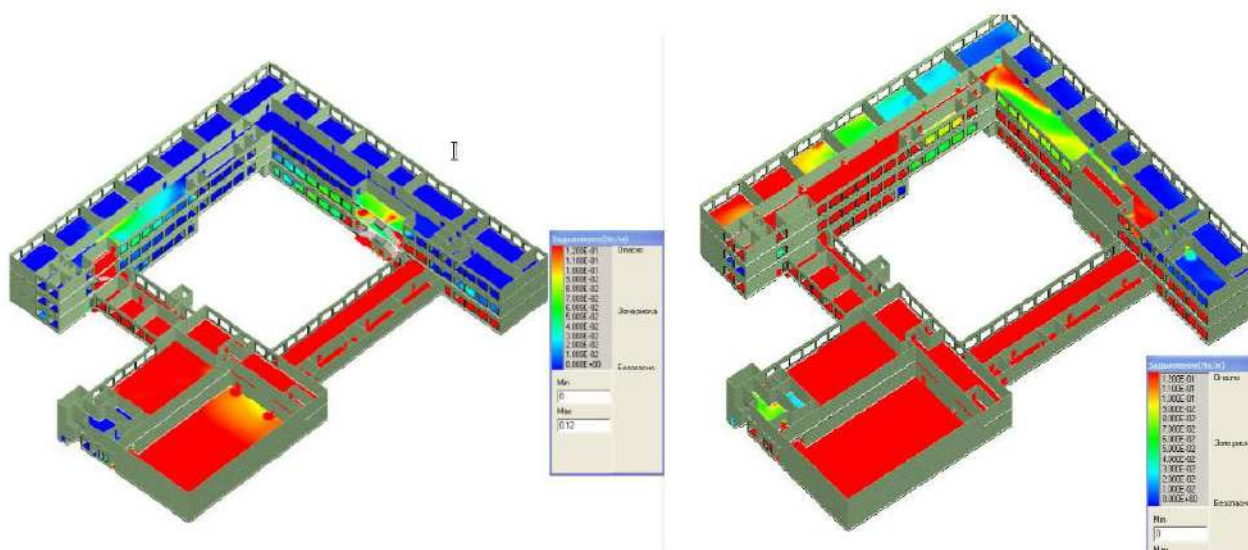


Рисунок 4 - Имитация распространения дыма в разные отрезки времени

Показан процесс распространения дыма (Рис. 4) по зданию, при условии, что все двери в помещения закрыты, кроме лестничных клеток. Опасный фактор пожара распространялся в коридорах и связанными с ними открытыми проемами. Учитывая расположение очага возгорания, скорость притока воздуха соответствовала нулю, в связи с отсутствием окон. Поэтому величина сгораемой пожарной нагрузки с течением времени не увеличивается прямо пропорционально увеличению площади горения. Это обстоятельство является смягчающим фактором, например, в сравнении с захламленным помещением с окнами. При этом площадь пожара не достигает максимальной величины, а выделение дыма имеет степенную зависимость от времени.

Представим, что на объекте защиты имеется равномерное рассредоточение людей, пожарная нагрузка не превышает установленные значения и эвакуация началась своевременно (задержка не более 30 секунд), тогда люди успевают эвакуироваться до момента начала воздействия на них опасных факторов пожара. Ситуация может измениться, если один из факторов будет нарушен. В этом случае, последние эвакуирующие люди через выход 4 попадут в зону риска (Рис. 5).

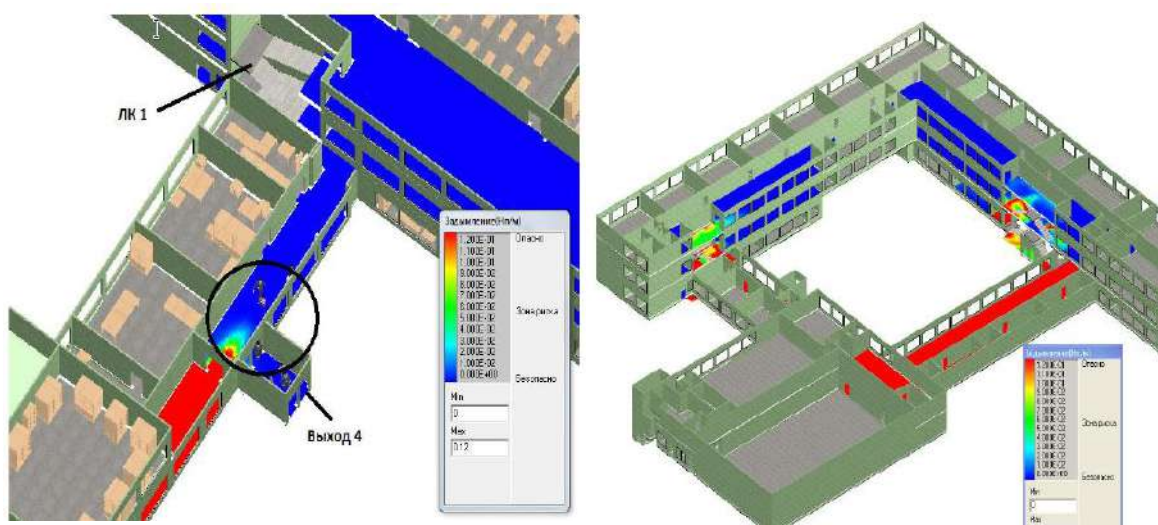


Рисунок 5. Оценка рискообразующих факторов

Цифровой двойник позволяет оценить эффективность применения первичных средств пожаротушения. Экспериментальным путем установлено, что в случае оперативного срабатывания автоматической системы пожарной сигнализации, умелом использовании огнетушителя и своевременным началом тушения очага возгорания не позднее чем через 60 секунд, существует вероятность полной ликвидации неконтролируемого горения.

Однако, ситуация кардинально поменяется, если система оповещения не сработает по какой-либо причине, а тушение очага возгорания начнется спустя 2 минуты после его свободного развития. В этом случае, ликвидация будет невозможной, но произойдет замедление скорости распространения опасных факторов пожара из-за отсутствия притока кислорода.

Таким образом, в работе представлен цифровой двойник общеобразовательной школы, показавший свои возможности при имитации распространения огня в людном месте, дал представление о величине возможного потенциального ущерба. Полученные данные могут быть использованы проектными организациями при проектировании подобных объектов, определении путей эвакуации, разработки стратегии сдерживания неконтролируемого горения. А значит, по мере того как цифровые двойники будут использоваться в разных областях, они, несомненно, станут бесценным инструментом для специалистов в области обеспечения пожарной безопасности.

Список источников

1. Акимов В.А. Общая теория безопасности жизнедеятельности в современной картине мира / А.В. Акимов. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2018. – 136 с.
2. Акимов В.А., Епихин А.В. и др. Наземно-космический мониторинг чрезвычайных ситуаций. / А.В. Акимов. – М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. – 128 с.
3. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Системные аварии и катастрофы в техносфере России. / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. – М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012. – 308 с.
4. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Хандожко Л.А. Климатическая система и обеспечение гидрометеорологической безопасности жизнедеятельности России / А.И. Бедрицкий, А.А. Коршунов, Л.А. Хандожко // Метеорология и гидрология, 2004. – № 4. – С. 120-129.
5. Королев Д.С., Калач А.В. Прогнозирование, основанное на молекулярных дескрипторах и искусственных нейронных сетях, как способ исключения образования горючей среды / Д.С. Королев, А.В. Калач // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. – № 2. – С. 68-72.
6. Евсюков А.А., Кустов А.Н., Ничепорчук В.В. Перспективы использования ГИС в органах управления МЧС России / А.А. Евсюков, А.Н. Кустов, В.В. Ничепорчук // Безопасность и живучесть технич. систем: Труды III Всеросс. конф. – Красноярск, ИВМ СО РАН, 2009. – С. 137-141.
7. Бычков И.В., Ружников Г.М. Инфраструктурный подход к обработке пространственных данных в задачах управления территориальным развитием / И.В. Бычков, Г.М. Ружников // Вычислительные технологии, 2018. – Т. 23. № 4. – С. 15-31.
8. Беляков С.Л. Интеллектуализация ГИС и картографический анализ / С.Л. Беляков // Известия ЮФУ. Технические науки, 2009. – № 3(92). – С. 222-227.
9. Беляков С.Л., Белякова М.Л., Самойлов Д.С. Геоинформационный сервис ситуационного центра / С.Л. Беляков, М.Л. Белякова, Д.С. Самойлов // Информационные технологии, 2011. – № 8. – С. 29-32.
10. Васильев С.А., Доррер Г.А., Амелчугов С.П. Информационно-аналитическая система управления пожарной безопасностью теплоэнергетического предприятия / С.А. Васильев, Г.А. Доррер, С.П. Амелчугов // Проблемы управления рисками в техносфере. – № 4 (8), 2008 – С. 43-49.

11. Гагарина Л.Г. и др. Разработка и эксплуатация автоматизированных информ. систем: Уч. пособ. / Л.Г. Гагарина. – М.: ИД «Форум»; ИНФРА-М, 2007. – 384 с.
12. Королев Д.С., Вытовтов А.В. Анализ эффективности работы системы пожарной безопасности на основе цифрового двойника объекта защиты / Д.С. Королев, А.В. Вытовтов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2022. – № 2 (62). – С. 42-51.
13. Bugoslavskaya A.V., Chekhonina O.B., Gubanova O.M., Zotova I.V., Lyalina I.Yu. Digital technologies in the organization of students independent work / A.V. Bugoslavskaya, O.B. Chekhonina, O.M. Gubanova, I.V. Zotova, I.Yu. Lyalina // International Journal of Applied Exercise Physiology. – 2020. – Т. 9. – № 11. – С. 34-39.

ГСНТИ 82.15.13
УДК 614.849, 614.842.8
ББК 30вб

**Михаил Михайлович ДАНИЛОВ¹, Алексей Николаевич ДЕНИСОВ²,
Павел Сергеевич КОРОЛЕВ³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mmdaniloff@mail.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (pavelpavel2415@mail.ru, SPIN 9540-0557, ID: 989070)

Интеллектуализация процесса управления тушением пожара в подземных сооружениях

Аннотация. Рассматривается задача теоретических основ управления в организационных системах, избрание управленческой альтернативы руководителем тушения пожара при условии выбора решающего направления ведения боевых действий по тушению пожара в подземных сооружениях (к примеру сооружения большой площади и протяженности, такие как сооружения метрополитенов). Работа посвящена разработке моделей и алгоритмов решения задач управления силами и средствами при пожаротушении, а также моделей и алгоритмов поддержки принятия управленческих решений. Основная цель работы заключается в совершенствовании оперативно-тактического управления пожарно-спасательными подразделениями, оптимизации и увеличении результативности управления силами и средствами при интеллектуализации процесса. Для достижения данной цели предлагается разработать модель решения задач управления взаимодействием на месте пожара при тушении пожара в подземных сооружениях, а также создать иерархическую структуру управления взаимодействием на месте пожара в подземных сооружениях. В работе приводится формализованное описание системы управления взаимодействием на месте пожара в виде последовательности элементов информационной системы управления. Рассматриваются различные задачи управления, включающие координацию действий различных подразделений, взаимодействие с эксплуатирующими организациями при организации действий по тушению пожара.

Ключевые слова: выбор, управление, альтернатива, критерий обстановки, боевые действия, тушение пожаров, риск, подземные сооружения.

Mikhail M. DANILOV¹, Aleksey N. DENISOV², Pavel S. KOROLEV³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Intellectualization of fire extinguishing control process in underground structures

Abstract. The problem of theoretical foundations of management in organizational systems, the choice of management alternative by the head of firefighting under the condition of choosing the decisive direction of fire fighting in subway structures (for example, structures of large area and length, such as subway structures) is considered. A relevant issue is the possibility of using the developed intelligent models for solving the problems of management of firefighting operations in underground structures. The results of the study are aimed at rationalization of the process of management of fire-rescue units in the conditions of underground structures. The application of the results of the work is relevant not only for the analysis of possible situations and scenarios of fighting firefighting in underground structures, but also for modeling the process of management of organizational firefighting system in the boundary conditions of firefighting in underground structures of high length and area.

Key words: choice, management, alternative, situation criterion, combat operations, fire extinguishing, risk, underground structures.

Разработка моделей и алгоритмов решения задач управления в системе пожаротушения, а также моделей и алгоритмов поддержки принятия управленческих решений, направлена на успешное разрешение вопроса совершенствования оперативно-тактического управления пожарными подразделениями, оптимизацию и увеличение результативности управления пожарными подразделениями и интеллектуализацию процесса управления что позволяет в кратчайшие сроки обеспечивать достижение основной боевой задачи¹ на каждом пожаре.

В свою очередь деятельность руководителя тушения пожара (далее – РТП) включает в себя получение данных, прогнозирование и оценку обстановки на пожаре, разработку тактического плана тушения пожара, постановку задач перед подразделениями, организацию взаимодействия между как подразделениями, так и службами города и эксплуатирующих организаций, что является классическим процессом принятия решений.

Известно [1], что принятие управленческих решений при ведении боевых действий по тушению пожара (далее – БД по ТП) на месте пожара в подземных сооружениях (далее – ПС) есть процесс принятия решения в граничных условиях, а также в условиях неопределенности (характеризуется наличием влияния фиксированных и неопределенных факторов, которые не регулируются и не известны в момент принятия решения руководителем или известны с недостаточной для принятия решения точностью) [2]. На данном этапе управления необходимо выделить неопределенность, связанную с неполнотой знаний руководителя о проблеме; неопределенность, связанную с невозможностью точного учета реакции среды на действия лица, принимающего решение, и неточное понимание целей руководителем [3].

Одним из этапов интеллектуализации процесса управления тушением пожара в ПС является создание модели решения задач управления взаимодействием на месте пожара при тушении пожара в ПС, обоснованное построение иерархической структуры управления взаимодействием на месте пожара в ПС.

Представим управление взаимодействием подразделений и служб на месте пожара в ПС как дискретное множество времён:

$$T = \{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_k\} \quad (1)$$

где $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k$ – отрезки времен, обозначающие время на выполнение операций, представленных на этапах тушения пожара.

¹ Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 (ред. от 28.02.2020) «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2018 № 50100).

Определим состояние системы решения задач управления БД по ТП на месте пожара в ПС следующим массивом множеств:

$$S_{(\tau)} = \{G, O, D, C_k\}, \quad (2)$$

где: G – набор (множество) идентифицированных граничных условий пожаротушения в ПС (в том числе количество привлекаемых сотрудников, взаимодействующих на месте пожара организаций);

C_k – множество количественных и качественных показателей, характеризующих состояние системы пожаротушения на месте пожара в ПС (количественные, например достижение или не достижение поставленных целей, или качественные показатели, например количество звеньев ГДЗС, напорных рукавов для прокладки рабочих и магистральных линий и т.д.).

O, D – множества функций (выполнена или не выполнена подзадача и затраченное на выполнение время), значениями φ и C_k служат:

$$D(\tau) = \varphi(0, \tau, x(0), i(\tau)), \quad (3)$$

$$O(\tau) = C_k(0, \tau, x(0), i(\tau)) \quad (4)$$

Массив действий, направленных на организацию взаимодействия в граничных условиях является формализованным описанием изменяющейся системы управления взаимодействием на месте пожара в ПС в за время τ_n . Допустим, что в момент времени $\tau = 0$ система находится в состоянии $x(0)$, тогда при воздействии $i(\tau)$ на интервале от $\tau = 0$ до $\tau = t_c$ (принятая временная точка, например локализация пожара, прибытие дополнительных сил и средств и т.д.), в момент τ оказывается в состоянии $\varphi(0, \tau, x(0), i(\tau))$ со значением выхода $C_k(0, \tau, x(0), i(\tau))$.

Например, элементами системы взаимодействия, в зависимости от складывающейся обстановки, могут выступать: ПСП, службы федеральных органов исполнительной власти (ГИБДД, СМП и др.), аварийные и эксплуатационные службы города (такие как Мосводоканал, Мосгаз, Москоллектор, МОЭСК и др.), аварийные и дежурные службы эксплуатирующей организации (дежурный инженер, дежурный электрик, дежурный сантехник и др.).

Исходя из того, что на систему пожаротушения при ведении БД по ТП на месте пожара в ПС (S) налагаются ограничения (определяемые подмножеством значений граничных условий G), зададим множество целей U (например, достижение локализации пожара, ликвидации горения, выполнение развертывания сил и средств и т.д.).

Для стационарных линейных систем с дискретным временем (документы предварительного планирования развития и тушения пожара) это условие эквивалентно следующему [4]: $\text{rang} P = \dim Q = n^k$, где:

$$P = [F^{n^k-1}|Q|] - n^k, \quad (5)$$

где: P – матрица управляемости [4].

Так как исходная задача управления (U) определена, и рассматриваемая модель адекватна реальному объекту, следовательно, представим организационную систему управления взаимодействием на месте пожара в ПС как информационную систему управления в виде последовательности элементов информационной системы управления взаимодействием на месте пожара в ПС (Рисунок 1), решающих соответствующие компетенции задачи.

Для каждого регулятора в рассматриваемой системе управления, таких как начальники сектора или участка тушения пожара, объектом управления в аспекте является совокупность регуляторов, подчиненных ему и управляемых им уровней или подсистем. Это означает, что регулятор более высокого уровня управления принимает решения, которые влияют на работу и функционирование подчиненных ему подсистем. Регулятор более высокого уровня управления также отвечает за координацию действий подчиненных ему регуляторов и обеспечение достижения общих целей управления всей системой.

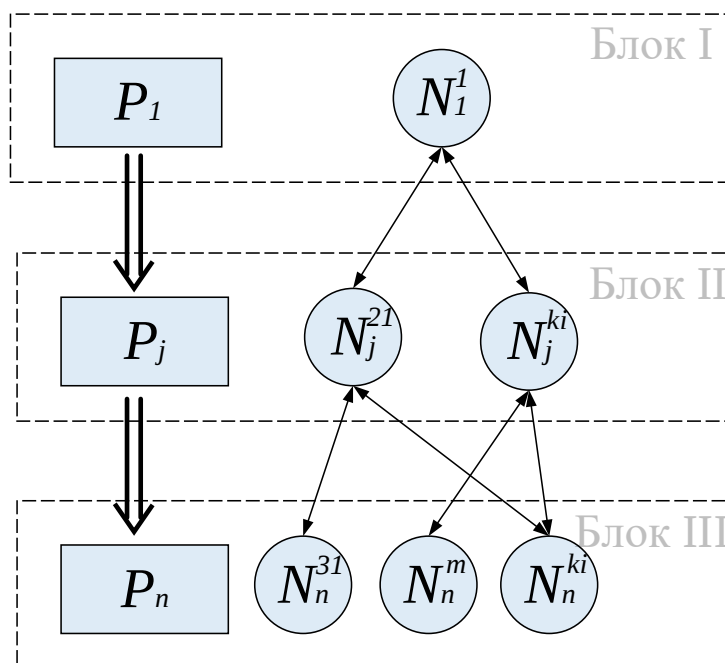


Рисунок 1 – Последовательность элементов информационной системы управления взаимодействием на месте пожара в ПС

Объект управления, состоит из n взаимодействующих подсистем $P = \{P_1, \dots, P_j, \dots, P_n\}$. Комплексное управление взаимодействием на месте пожара включает в себя решение нескольких задач управления, которые решаются независимо друг от друга и на различных интервалах времени. Первая задача управления (N_1^1) относится к координации действий, прибывающих на место пожара ПСП и аварийных служб города. Это включает определение порядка размещения пожарных машин, распределение ресурсов (воды, пеногенераторов и др.), а также организацию связи между различными подразделениями. Вторая задача управления (N_n^m) относится к взаимодействию с эксплуатирующими объектами организациями. Третья задача управления (N_n^{ki}) относится к взаимодействию со специализированными силами и средствами тушения пожаров.

Между этими задачами управления существуют различные виды связей и взаимодействий. Например, координация действий, прибывающих на место пожара ПСП и аварийных служб города может осуществляться через общую систему связи, а информация о ходе тушения пожара может передаваться эксплуатирующим организациям через специализированные информационные системы.

Таким образом в подсистеме P_1 (начальная подсистема) решается исходная задача управления по определению первоначальных действий (N_1^1), решение которой позволяет осуществить переход к подсистеме (подсистемам) P_j ($j = 1, \dots, m$). В данной подсистеме решается задача выработки массива альтернатив управления на основе применения известных моделей – N_j^{21} (ранжирования условий выбора решающего направления, поддержки принятия управленческих решений [5-8] и др.) и задача идентификации граничных условий пожаротушения – N_j^{ki} , на основе решения которой происходит определение (подбор из

имеющегося массива возможных альтернатив управления) подходящих вариантов ЛПР. P_n – подсистема реализации выбранных альтернатив управления (конечная подсистема) на основе применения выбранных для рассматриваемого сценария моделей (N_j^{31}) и идентифицированных граничных условий (N_n^{ki}), в случае развития сценария, при котором возможно решение поставленной задачи управления на основе применения выбранных заранее моделей и идентифицированных граничных условий (например реализация сценария развития и тушения пожара согласно документам предварительного планирования) то решается задача N_n^m .

Такая структура системы управления позволяет руководителю тушения пожара принимать решения на основе информации, поступающей от нештатного органа управления на месте пожара. Нештатный орган управления, в свою очередь, формирует альтернативы управленческих решений, исходя из текущей ситуации на пожаре.

Данные альтернативы представляют собой возможные направления действий, которые можно принять для тушения пожара. Руководитель выбирает одну из этих альтернатив и принимает управленческое решение, которое затем становится задачей управления для всех уровней системы.

С помощью иерархической модели управления и информационных связей между элементами системы управления, РТП может эффективно координировать действия всех участников и ресурсы, задействованные для проведения БД по ТП на месте пожара в ПС. Такая структура системы управления взаимодействием также обеспечивает оперативный обмен информацией между элементами системы, что позволяет быстро реагировать на изменяющуюся ситуацию на пожаре и корректировать управленческие решения в реальном времени. В целом, такая структура системы управления взаимодействием при тушении пожара позволяет эффективно и рационально организовать процесс управления и достичь максимального результата при минимальных затратах при тушении пожара в подземных сооружениях.

Применение результатов работы актуально не только для анализа возможных обстановок и сценариев ведения боевых действий по тушению пожара в подземных сооружениях, но и для моделирования процесса управления организационной системой пожаротушения в граничных условиях пожаротушения в подземных сооружениях высокой протяженности и площади. Результаты работы будут применены в дальнейших исследованиях.

Интеллектуализация процесса управления тушением пожара в подземных сооружениях включает в себя использование современных технологий и систем управления, которые позволяют более эффективно и безопасно управлять тушением пожаров.

Одним из основных элементов интеллектуализации является использование последовательности элементов информационной системы управления взаимодействием на месте пожара в ПС. Это позволит мониторить незаметные признаки, например, изменение температуры или концентрации дыма. Другим важным аспектом интеллектуализации является интеграция системы мониторинга окружающей среды. Эта система позволяет контролировать уровень кислорода, содержание вредных веществ и другие параметры окружающей атмосферы. Это позволяет оперативно реагировать на изменение обстановки, получать информацию о масштабе пожара и принимать решения о применении необходимого способа тушения пожара.

Интеллектуализация процесса управления тушением пожара в подземных сооружениях может значительно повысить безопасность участников тушения пожара, эффективность тушения пожара и оказать поддержку при координации действий на различных стадиях развития пожара в структуре управления пожаротушением.

Список источников

1. Королев, П. С. Идентификация граничных условий в действиях пожарно-спасательных подразделений по тушению пожаров в подземных сооружениях / П. С. Королев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2022. – № 10-2. – С. 55-62. – DOI 10.37882/2223-2966.2022.10-2.15. – EDN ZMFBVA.
2. Капыш, А.С. Интеллектуальная система поддержки принятия решений на основе рассуждений по прецедентам: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Капыш Александр Сергеевич. – М., 2011. – 24 с.
3. Орловский, С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С.А. Орловский – М.: Наука, 1981 – 208 с.
4. Данилов, М. М. Подход к формированию управленческого решения при пожаротушении в резервуарном парке / М. М. Данилов, А. Н. Денисов, И. Д. Опарин // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 2(54). – С. 11. – EDN TGSLVT.
5. К вопросу выбора решений при тушении пожара на основе этапов развития системы поддержки принятия решений / М. М. Данилов, М. А. Данилова, М. П. Еремин [и др.] // Техносферная безопасность. – 2018. – № 4(21). – С. 113-121. – EDN YXLVOX.
6. Денисов, А. Н. Принятие управленческого решения при тушении пожара на основе опорного плана / А. Н. Денисов, С. Н. Захаревская, Нгуен Минь Хыонг // Технологии техносферной безопасности. – 2015. – № 4(62). – С. 255-258. – EDN VTPNQR.
7. Тараканов, Д. В. Многокритериальная модель анализа маршрутов движения пожарных при тушении пожаров в зданиях / Д. В. Тараканов, Б. Б. Гринченко // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 12-3. – С. 89-92. – EDN XHQNQT.
8. Ищенко, А.Д. Зависимость скорости движения звена ГДЗС от снижения видимости в дыму / А.Д. Ищенко, И.В. Коршунов, А.И. Соковнин // Актуальные вопросы профессиональной подготовки пожарных и спасателей сборник материалов межвузовской научно-практической конференции. – Иваново. – 2017. – С. 45-47.

ГСНТИ 82.01.85

УДК 005.95/.96

ББК 65.240

Олеся Николаевна КОСТЕНКО¹, Алексей Петрович САТИН²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (soul_005@mail.ru, SPIN 6636-9543, ID: 1138968)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (satin32@yandex.ru, SPIN 7829-5597, ID: 735192)

Направления инжиниринга организационной системы работы с кадрами

Аннотация. В рамках инжиниринга системы управления кадровым обеспечением для повышения эффективности деятельности и производительности труда сотрудников целесообразно автоматизировать рутинные, однотипные, повторяющиеся операции. Представлены результаты исследования основных проблемных вопросов, которые актуальны в организационной системе управления кадрами. Предложена схема, отражающая предполагаемые требования организационной системы и возможности кандидатов, назначаемых на должность. Определены основные проблемы системы управления

кадровыми подразделениями, которые представлены в виде причинно-следственной диаграммы. Сделаны выводы о перспективных направлениях автоматизации и цифровизации организационной системы.

Ключевые слова: кадровая работа, автоматизация, решение, кадровое обеспечение, информационные технологии, совершенствование, управление

Olesya N. KOSTENKO¹, Alexey P. SATIN²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Directions of engineering of the organizational system of work with staffing

Abstract. As part of the engineering of the personnel management system, it is advisable to automate routine, similar, repetitive operations in order to increase the efficiency of activities and productivity of employees. The results of the study of the main problematic issues that are relevant in the organizational system of personnel management are presented. A scheme reflecting the expected requirements of the organizational system and the possibilities of candidates appointed to the position is proposed. The main problems of the personnel management system are identified, which are presented in the form of a cause-and-effect diagram. Conclusions are drawn about promising areas of automation and digitalization of the organizational system.

Key words: personnel work, automation, solution, staffing, information technology, improvement, management

Актуальность исследования состоит в необходимости повышения производительности труда сотрудников кадровых подразделений. Данная необходимость продиктована большим количеством повторяющейся, дублирующей информации, неравномерным распределением нагрузки на сотрудника в период календарного года, необходимостью освоения новых компетенций, связанных с цифровизацией организационной системы и МЧС России в целом. Целью исследований является минимизации трудозатрат на выполнение рутинных операций, связанных с деятельностью подразделений.

Для достижения поставленной цели необходимо учитывать:

- сотрудники кадровых подразделений работают со значительным объемом данных и информации о сотрудниках/работниках организации;
- нагрузка на сотрудников распределяется неравномерно;
- отсутствует единая база данных о сотрудниках/работниках для составления различных документов/отчетов и учета информации о сотрудниках/работниках организации;
- много рутинных, однотипных и трудоемких операции выполняются вручную;
- необходимо повышение квалификации сотрудников с целью овладения новыми профессиональными компетенциями, приобретения новых знаний, умений и навыков, необходимых для выполнения задач с использованием новых моделей, методов и алгоритмов работы;
- требуется научно обоснованный поиск и соблюдение баланса между требованиями, предъявляемыми к сотрудникам при назначении на должность, и удовлетворенностью сотрудников условиями службы при замещении должности.

Перечисленные особенности в работе кадрового аппарата создают сложности в деятельности организации при выполнении функций, решении поставленных задач, достижении целей [1]. Так, например, при несоблюдении баланса между требованиями, предъявляемыми к сотрудникам при назначении на должность, и удовлетворенностью сотрудника условиями службы при замещении должности, у сотрудника может возникать

синдром профессионального выгорания, что, в свою очередь, приводит к физическому, умственному и моральному истощению и, как следствие, конфликтным ситуациям между руководителем подразделения и сотрудником.

Для детального рассмотрения проблемы разработана структурная схема взаимодействия сотрудника и руководителя (Рисунок 1).

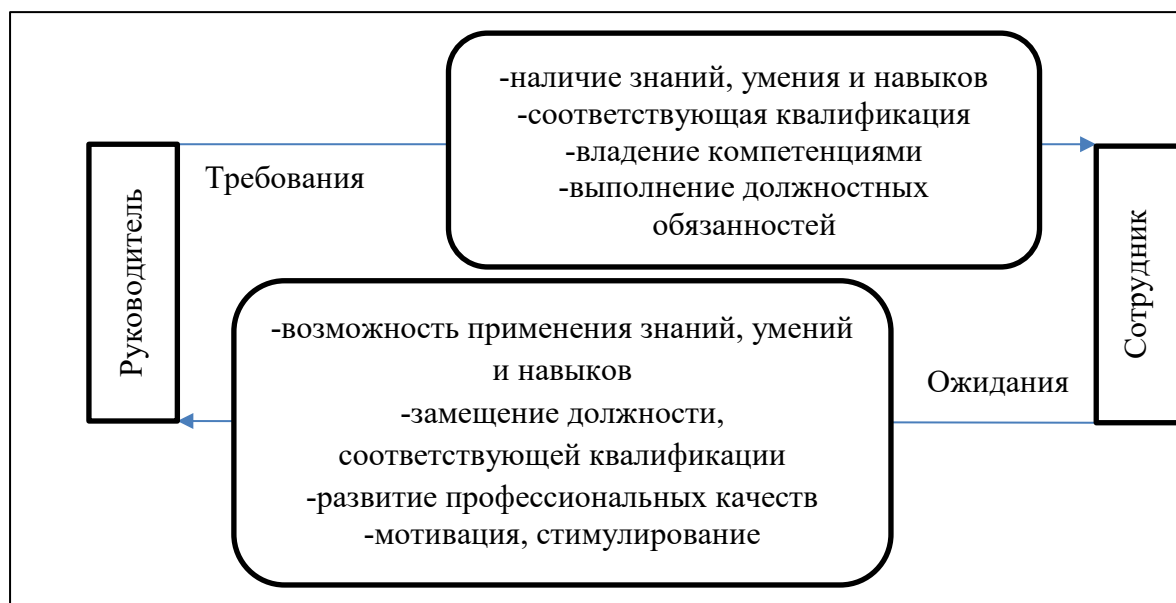


Рисунок 1 – Отношения в системе руководитель-сотрудник

На схеме отражены требования, предъявляемые руководителем подразделения к подчиненному сотруднику, и ожиданий сотрудника от замещаемой им должности. В целях установления баланса между требованиями и ожиданиями разработана причинно-следственная диаграмма (Рисунок 2).

На диаграмме каждое направление деятельности сотрудника связано с трудозатратами на выполнение задач по предназначению. Для оптимизации работы сотрудников кадрового аппарата по критерию минимизации затрат времени на обработку документов целесообразно произвести инжиниринг системы управления. В рамках инжиниринга предлагается внедрение вспомогательных продуктов, в частности информационных технологий, научно-обоснованных подходов и методов, автоматизация процедур позволит минимизировать трудозатраты на выполнение задач, распределить функциональные обязанности таким образом, чтобы направить трудозатраты так же и на совершенствование деятельности подразделения, а не на выполнение однотипных, рутинных операций. Таким образом, возможно добиться повышения эффективности и результативности работы подразделений [2, 3].

Используя графический способ исследования, диаграмму Исикавы, определены причинно-следственные взаимосвязи критериев, влияющие на решение поставленной задачи, в данном случае проблемы управления персоналом. Анализируя диаграмму Исикавы, возможно выделить главные и второстепенные факторы, влияющие на решение задачи, а также установить связь между ними. Графический способ исследования помогает детально разобрать исследуемую проблемную ситуацию, оценить влияние каждого фактора, определить с помощью метода экспертных оценок наиболее и наименее значимые [4].

Полученная диаграмма (Рисунок 2) позволяет сделать вывод о том, что необходимо обратить внимание на недостатки либо слабые стороны на различных этапах служебной деятельности, усовершенствовать алгоритм работы, предложить новые модели и методы, предложить инновационные подходы для решения поставленных перед подразделением задач. В свою очередь, необоснованные управленческие решения в части подбора и расстановки кадров могут повлечь за собой:

- замещение должностей сотрудниками, некомпетентными в данной области,

- неправильное распределение функциональных обязанностей, трудовой нагрузки в подразделениях,
- отсутствие правильного порядка исполнения служебных обязанностей,
- невозможность составления результативного плана работы,
- недобросовестное и некачественное выполнение сотрудником своих должностных обязанностей,
- увеличение вероятности допущения ошибок в процессе работы,
- сложности при прохождении службы,
- отток кадров,
- невозможность выполнения поставленных задач для достижения целей подразделения,
- неэффективную работу подразделения.



Рисунок 2 – Причинно-следственная диаграмма

Использование информационной системы поддержки принятия решений позволит избежать возможность ошибок и негативных и усовершенствовать систему управления кадровой службы в целом [5].

Автоматизация некоторых процедур кадровой работы актуальна на этапах сбора, хранения, анализа и обработки информации о сотрудниках и работниках организации, что востребовано сотрудниками кадрового аппарата т сотрудниками организаций [6, 7].

Информация о сотрудниках организации может содержать персональные данные и необходима для: назначения на должность; присвоения специальных званий; прохождения аттестаций, назначения различных надбавок к денежному довольствию; назначения пенсий; ведения и подачи сведений о воинском учете и бронировании; назначения социальных выплат.

В результате, предлагается одним из направлений инжиниринга организационной системы работы с кадрами выбрать автоматизацию рутинных операций с автоматическим заполнением типовых шаблонов документов и информационную поддержку руководителя при реализации некоторых функциональных задач организационной системы.

Список источников

1. Елисеев С. В., Сатин А. П. Некоторые особенности комплектования подразделений федеральной противопожарной службы // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 17 апреля 2019 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2019. – С. 89-92. <https://www.elibrary.ru/pciazv>
2. Топольский Н.Г., Вилисов В.Я. Методы, модели и алгоритмы в системах безопасности: машинное обучение, робототехника, страхование, риски, контроль: монография / Н.Г. Топольский, В.Я. Вилисов; под ред. д-ра техн.наук, профессора Н.Г. Топольского. – Москва: РИОР, 0221. – 475 с. – DOI: <https://doi.org/10.29039/02072-2>
3. Топольский Н.Г., Мосягин А.Б., Блудчий Н.П. Информационные технологии управления в государственной противопожарной службе. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2001.- 168 с.
4. Яковлева О. И. Автоматизация управления кадрами в вузах МЧС России // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. – 2014. – №. 1 (53).
5. Сатин А.П., Рыженко Н.Ю., Костенко О.Н. Автоматизация процедуры подбора и расстановки кадров в системе МЧС России//Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности. Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции. Железногорск, 2023. С. 311-313. <https://elibrary.ru/jcyfgc>
6. Костенко О. Н. Некоторые особенности кадровой работы в системе МЧС России // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – 2022. – № 11. – С. 283-286. <https://www.elibrary.ru/jzushd>
7. Виноградов К. Ю., Сатин А.П., Костенко О.Н. Особенности информационной поддержки принятия решений при назначении сотрудников противопожарной службы на должности // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – № 3(67). – С. 218-226. <https://www.elibrary.ru/ykvjqj>

ГСНТИ 614.8
УДК 614.841.31
ББК 30в6

**Георгий Николаевич ЛАХВИЦКИЙ¹, Алексей Петрович САТИН²,
Кана Анасович АХМЕДОВ³**

¹ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (egor70288@mail.ru, SPIN 9098-9903, ID: 1157600)

²ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (satin32@yandex.ru, SPIN 7829-5597, ID: 735192)

³ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (k.ahmedov@academygps.ru, SPIN 6321-8102, ID: 1171622)

Цифровизация процессов управления пожарно-профилактической работой

Аннотация: Рассмотрена актуальность применения информационных технологий при учете профилактической работы. Описаны основные цели и задачи мобильного приложения, предназначенного для обобщения результатов профилактической работы и оценки ее взаимосвязи с пожарами на территории исследуемого муниципального образования.

Ключевые слова: профилактика пожаров, парсинг, визуализация, эффективность

Georgy N. LAKHVITSKIY¹, Alexey P. SATIN², Kana A. AHMEDOV³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Digitalization of fire prevention management processes

Abstract: The article considers the relevance of the use of information technologies in accounting for preventive work. The main goals and objectives of the mobile application being developed are described, designed to summarize the results of preventive work, as well as to assess its relationship with the dynamics of fires in a certain municipality.

Keywords: fire prevention, parsing, visualization, efficiency

Изменение алгоритмов деятельности организационной системы государственного пожарного надзора связанное со снижением количества контрольно-надзорных мероприятий [1] актуализирует проблему поиска новых способов оценки эффективности работы подразделений государственного пожарного надзора. Организационная система должна обеспечивать сохранение тренда на повышение уровня безопасности и защищенности по контролируемым видам риска (в рассматриваемом случае – снижение интегрального пожарного риска (R_3) [Ошибка! Источник ссылки не найден.]).

С учетом изложенного предлагается производить оценку эффективности деятельности подразделения на основе численных значений, отражающих взаимосвязь между профилактикой пожаров и их количеством. Важность проведения профилактики пожаров определена государством в качестве одной из основных задач приоритетного проекта «Совершенствование функции государственного надзора МЧС России». Опыт практической работы авторов настоящей статьи позволяет актуализировать ряд проблем, основной из которых является отсутствие однообразного и централизованного учета профилактической работы.

Профилактика пожаров осуществляется одновременно множеством субъектов: подразделениями федеральной противопожарной службы (ФПС); инструкторами пожарной профилактики органов местного самоуправления, инструкторами противопожарной профилактики противопожарной службы субъектов Российской Федерации, работниками общественных и некоммерческих организаций (например, садоводческих некоммерческих товариществ или гаражно-строительных кооперативов), членами различных волонтерских и добровольческих объединений и т.д. Каждый субъект профилактики самостоятельно ведет учет проведенных мероприятий и передает в органы федерального государственного пожарного надзора только часть информации, которая может быть учтена в статистических исследованиях. Поэтому разработка адекватных моделей и алгоритмов для оценки эффективности профилактики пожаров и прогнозирования оперативной обстановки является сложной научной задачей, требующей накопления больших объемов информации и разработки специализированных баз данных, содержащих данную, в том числе ретроспективную информацию о проводимой профилактической работе. Следует также отметить, что часть работы в данном направлении уже выполнена. Сведения о пожарах и их последствиях накапливаются с середины прошлого столетия. Ведется централизованный учёт данных о пожарах и обеспечивается накопление и хранение этой информации в базах данных ВНИИПО и других учреждений.

Анализ программных продуктов и информационных технологий, используемых в организационной системе государственного пожарного надзора, позволяет сделать вывод, что в отношении профилактической работы компьютерные программы не используются, или используются ограниченно, без широкой огласки в профессиональной среде.

Для решения проблемы в ГУ МЧС России по Нижегородской области разрабатывается мобильное приложение «Профилактика пожаров» [1]. Программа позволит автоматизировать некоторые рутинные операции и обеспечить централизацию сбора однотипных данных и единообразие учета результатов работы в области профилактики пожаров, формирования отчетных сведений.

Авторами мобильного приложения планируется решить следующие задачи подразделения:

1. Уменьшение бумажного документооборота, в том числе бумажных архивов результатов профилактической работы;

2. Снижение нагрузки на субъекты профилактической работы, за счет автоматизации некоторых рутинных операций;

3. Создание и накопление базы данных о результатах профилактической работы, пригодной для формирования отчетных сведений, а также различных способов визуализации;

4. Сбор исходных данных для оценки степени влияния профилактической работы на оперативную обстановку с пожарами;

5. Подготовка исходных данных для интеграции с модулем учета пожаров, позволяющих визуализировать (в виде картографического представления) обстановку с пожарами и результаты профилактической работы для конкретной территории (населенного пункта), прототип работы выполнен в рамках дипломной работы курсанта Ахмедова К.А. в АГПС МЧС России в 2022 году. Укрупненный алгоритм работы программы представлен на рис. 1.



Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма работы приложения

Разработана функциональная модель информационной системы. Проектирование проводилось на основе методологии IDEF0, представленной в виде взаимосвязанных функций.

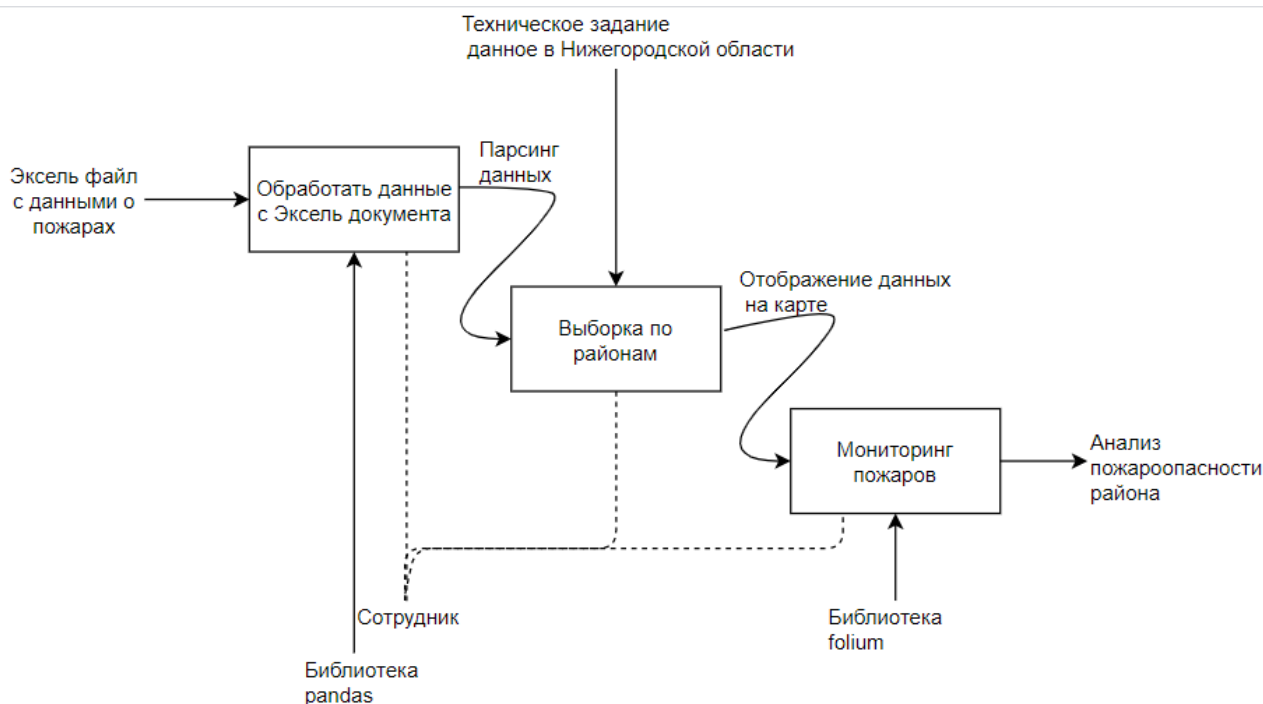


Рисунок 2 – IDEF1 диаграмма

На диаграмме представлены следующие элементы:

1. Вход – файл с базой данных с адресами объектов, на которых произошел пожар (в MS Excel).
2. Для управления используется информация, представленная в техническом задании, разработанном сотрудниками государственного пожарного надзора.
3. В качестве выходных данных мы получаем отображение на карте адресов пожаров, при наложении на эти данные слоя, с адресами объектов, на которых проводились профилактические мероприятия предлагается выполнять анализ эффективности профилактических мероприятий.

Приложение написано с использованием графического интерфейса - Python, используя библиотеку PyQt5 и редактор – Qt designer. Для анализа страниц автоматизированным парсингом использовалось веб-оболочка Jupyter notebook.

Для работы программы необходимо подготовить исходные данные в формате таблицы MS Excel, содержащие следующую информацию:

1. Дата получения сообщения о пожаре.
2. Адрес возникновения пожара.
3. Объект возникновения пожара.
4. Количество погибших.
5. Количество пострадавших (рис. 3).

D11 f_x 283 (Многоквартирный жилой дом)					
A	B	C	D	E	F
N п/п	Дата		Объект	Погибло	травмы: Всего
1	01.01.21	г.о. г. Шахунья, ул. Лесная, д. 65	282 (Одноквартирный жилой дом)	"0"	
2	01.01.21	г. Богородск, ул. Чкалова, д. 48	282 (Одноквартирный жилой дом)	"0"	
3	01.01.21	г. Балахна, ул. Розы Люксембург, д. 4, кв. 90,	283 (Многоквартирный жилой дом)	"0"	
4	01.01.21	ул. Советской Армии, д. 3 кв. 50	283 (Многоквартирный жилой дом)	"0"	
5	01.01.21	ул. Карла Маркса, д. 32А	284 (Гараж, тент-укрытие и т.д. на территории домовладения)	"0"	
6	01.01.21	д. Бральгино у д. 9,	285 (Баня, сауна на территории домовладения)	"0"	

Рисунок 3 – Таблица исходных данных

Для парсинга данных использовалась высокоуровневая библиотека Pandas. Адреса базы данных вносились в картографический сервис Google-map. В исходном коде страницы выполнялся поиск метода, отвечающего за долготу и широту введенного адреса. Пример импорта и использования pandas в Jupyter notebook представлен на рисунке 4.

```

Выбрать Командная строка - jupyter notebook
Microsoft Windows [Version 10.0.19043.1586]
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

C:\Users\Кана>jupyter notebook
[I 11:25:03.089 NotebookApp] Serving notebooks from local directory: C:\Users\Кана
[I 11:25:03.089 NotebookApp] Jupyter Notebook 6.4.6 is running at:
[I 11:25:03.089 NotebookApp] http://localhost:8888/?token=3c3639333079a4104d887e12b3ed3a73d87c5f9bc9a7e841
[I 11:25:03.089 NotebookApp] or http://127.0.0.1:8888/?token=3c3639333079a4104d887e12b3ed3a73d87c5f9bc9a7e841
[I 11:25:03.089 NotebookApp] Use Control-C to stop this server and shut down all kernels (twice to skip confirmation).
[C 11:25:03.829 NotebookApp]

To access the notebook, open this file in a browser:
file:///C:/Users/%D0%9A%D0%B0%D0%BD/AppData/Roaming/jupyter/runtime/nbserver-4144-open.html
Or copy and paste one of these URLs:
http://localhost:8888/?token=3c3639333079a4104d887e12b3ed3a73d87c5f9bc9a7e841
or http://127.0.0.1:8888/?token=3c3639333079a4104d887e12b3ed3a73d87c5f9bc9a7e841

```

Рисунок 4 – Командная строка

Далее производился вход в веб - проводник Jupyter notebook для компиляции программного кода.

В результате введенные данные отображаются на карте в виде красных точек. Наведя курсор объект, отмеченный красной точкой на экран выводятся данные о данном объекте (рисунок 5).

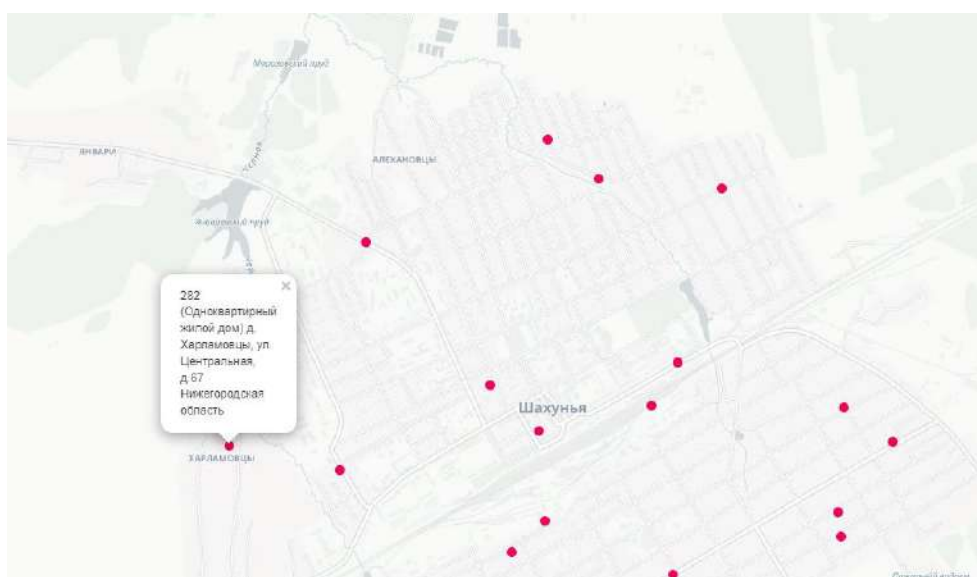


Рисунок 5 – Визуализация адресов пожаров

После просмотра интерактивной карты и записи имеющихся данных переходим к следующему разделу: Добавление данных, Редактирование данных, Просмотр данных, Удаление данных. На начальном этапе интерфейс предусматривал только 2 кнопки, для добавления адресов пожаров и для просмотра карты, рисунок 6.

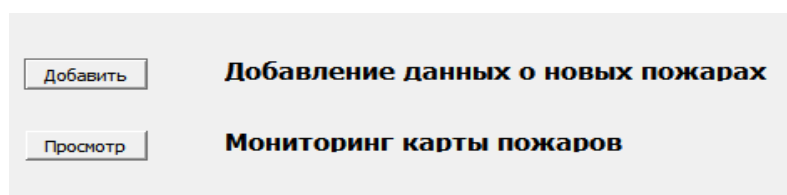


Рисунок 6 – Интерфейс программы

При добавлении нового пожара вносится адрес объекта, место возникновения пожара, данные об объекте пожара, пострадавших и погибших.

На рисунке 7 представлены результаты парсинга адресов пожаров с указанием координат. Точность оценки по двум осям составляет ± 10 м.

A5034		23.03.2022					
	A	B	C	D	E	F	G
5013	44536	д. Утечино, ул. Централ 285 (Баня, сауна на территории домовладения)		"1"	https://maps.google.co/56.2496355/44.0704741		
5014	44536	ул. Петрищева д. 19, п. 284 (Гараж, тент-укрытие и т.д. на территории домовладения)		"1"	https://maps.google.co/56.2332132/43.4225925		
5015	44536	г. Балагна, ул. Космонавт 378 (Контейнер, бак, накопитель для мусора)		"1"	https://maps.google.co/56.5012187/43.582593		

Рисунок 7 – Фрагмент базы данных.

Главной целью программы была визуализация и отображение на карте данных о пожарах и профилактической работе.

Работа над проектом продолжается.

В перспективе планируется проведение исследований по следующим направлениям:

- разработка единого шаблона для получения статистических данных о результатах профилактической работы;
- обеспечение оперативного доступа к сведениям о результатах профилактической работы, при возникновении пожаров и в иных случаях;
- разработка научно обоснованных методов и алгоритмов для поддержки принятия решений по управлению организационной системой государственного пожарного надзора при решении задач профилактики пожаров (на основе данных о взаимосвязи оперативной обстановки и охвата населения профилактической работой).

Развитие мобильного приложения и информационной системы в целом предлагается реализовывать путем объединения имеющихся данных приложения с картографическими сервисами и создания интерактивной карты [4], отражающей динамику пожаров в муниципальных образованиях, количество профилактической работы, а также их взаимосвязь.

Научной новизной данного исследования является использование общеизвестных алгоритмов парсинга данных, для их отображения на карте при визуализации результатов профилактики пожаров.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что в настоящее время актуально проведение исследований, направленных на использование информационных технологий при управлении организационной системой государственного пожарного надзора в части организации и ведения профилактической работы.

Список источников

1. Математико-статистическая модель прогнозирования количества пожаров для использования в системе МЧС России / Л. А. Кистанова, С. В. Репин, П. Б. Болдыревский, Г. Н. Лахвицкий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10, № 2(37). – DOI 10.26102/2310-6018/2022.37.2.002. – EDN MIPRVJ.
2. Оценка интегральных пожарных рисков в муниципальных образованиях Нижегородской области / А. П. Сатин, Г. Н. Лахвицкий, С. В. Репин, С. А. Воронин // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 2(47). – С. 38-45. – EDN HRMZIE.
3. Лахвицкий, Г. Н. Использование информационных технологий для учета профилактической работы / Г. Н. Лахвицкий, А. П. Сатин, С. В. Репин // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности : Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 мая 2023 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2023. – С. 335-336. – EDN YEFOOB.

4. Перспективные направления внедрения информационных технологий в профилактическую деятельность надзорных органов / А. П. Сатин, Г. Н. Лахвицкий, С. В. Репин, С. А. Воронин // Материалы международной научно-технической конференции "Системы безопасности". – 2022. – № 31. – С. 87-89. – EDN UQWHDR.

ГСНТИ 81.92.05

УДК 614.84+ 004.02

ББК 30в6

Олег Сергеевич МАЛЮТИН¹, Ренат Шамильевич ХАБИБУЛИН²

¹ ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия (obsidian-pb@mail.ru, SPIN 1702-3927, ID 822608, ORCID 0000-0001-5543-1324)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (kh-r@yandex.ru, SPIN 1759-3385, ID: 637284, ORCID: 0000-0003-1816-1665)

Анализ суточного изменения скоростей движения пожарных автомобилей для определения мест оптимального размещения подразделений ГПС

Аннотация. В статье приставлены результаты анализа суточных колебаний скоростей следования пожарных автомобилей. Рассмотрен массив из более чем 4 миллионов записей о пожарах на территории России за 2010-2020 годы. Показано наличие устойчивой связи между суточными колебаниями освещенности и скоростью движения пожарных автомобилей. Отмечено, что характер такой связи может быть обусловлен влиянием региональных особенностей. Получена математическая зависимость для определения ожидаемой скорости движения пожарных автомобилей в разное время суток.

Ключевые слова: пожарная безопасность, управление пожарными подразделениями, размещение пожарных подразделений, факторы, скорость следования

Oleg S. MALYUTIN¹, Renat S. KHABIBULIN²

¹ Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire and Rescue Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia (EMERCOM), Zheleznogorsk, Russia (obsidian-pb@mail.ru, SPIN 1702-3927, ID 822608, ORCID 0000-0001-5543-1324)

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia (kh-r@yandex.ru, SPIN 1759-3385, ID: 637284, ORCID: 0000-0003-1816-1665)

Fire vehicles movement speed fluctuations analysis in case of new fire stations site selection

Abstract. The article presents the results of daily fluctuations in the fire vehicles response speed analysis. An array of more than 4 million records of fires in Russia for 2010-2020 is considered. It is shown that there is a stable relationship between the daily fluctuations of illumination and the speed of movement of fire vehicles. The nature of such a connection may be due to the influence of regional peculiarities is noted. A mathematical dependence is obtained to determine the expected speed of fire vehicles at different times of the day

Key words: fire safety, fire units management, fire stations sites, factors, movement speed

Введение

Ключевыми факторами, оказывающими влияние на время прибытия пожарных подразделений к месту вызова, являются:

- расстояние до места пожара;
- скорость следования пожарных автомобилей (далее – ПА).

Расстояние до места пожара определяется как сумма длин участков маршрута следования ПА. В то же время скорость следования пожарных автомобилей зависит от множества внешних факторов – региональных особенностей, погодных условий, характера дорожного полотна, загруженности дорог [1,2], технического состояния пожарной техники, морально-психологического состояния водительского состава и т.д. Одним из факторов оказывающих влияние на скорость движения пожарных автомобилей является время суток.

Существует распространенное мнение, что днем скорость движения ПА должна быть меньше, чем ночью в силу загруженности дорог в дневное время. Усомниться в справедливости данного утверждения заставляют исследования [3,4,5].

В работе [3] приведены сведения о распределении средней скорости следования пожарных автомобилей в зависимости от времени суток для городов Мурманской области и Республики Дагестан, полученные на основе статистических данных. Отмечается, что в Мурманской и Московской областях скорость движения пожарных автомобилей в ночные часы ниже, чем в дневные (на 8-10%). Авторы выдвигают предположение, что данный эффект может быть связан с недостаточной освещенностью дорог в ночное время.

В работах [4,5] посвященных инструментальному измерению реальных скоростей движения пожарных автомобилей в городе Москва, напротив отмечается повышение скоростей движения ПА в ночное время и снижение в дневное, что соответствует предположению о влиянии загруженности дорог в дневное время на скорость движения пожарных автомобилей

Таким образом, следует заключить, что скорости следования пожарных автомобилей действительно зависят от времени суток, однако характер этой зависимости до конца не ясен. В данной работе для проверки были выдвинуты следующие гипотезы:

- существует зависимость скорости движения ПА от времени суток;
- в ночное время скорость движения ПА ниже;
- скорость движения ПА связана со светлым временем суток;
- распределение скоростей движения пожарных автомобилей может быть описано математически с целью дальнейшего предсказания и использования в расчетах мест размещения пожарных подразделений;
- существуют региональные особенности, которые также оказывают влияние на характер скоростей следования ПА в разное время суток.

Исходные данные и методы

Исходными сведениями для анализа явились данные о реагировании пожарных подразделений на территории РФ за период с 2010 по 2020 годы (табл.).

Таблица – Пример данных

Дата/ время пожара	код региона	код местности	тип объекта	укрупненный тип объекта	расстояние, км	время следования, мин	скорость, км/ч	час суток
2010- 04-21 14:36:00	1122	59	1	1	3	5	36	14
2010- 04-21 18:57:00	1122	59	1	1	2	4	30	18

Значение скорости было вычислено исходя из сведений о времени следования и расстоянии до пожарной части.

Из исходного набора были отброшены записи, не удовлетворяющие следующим условиям:

- время следования больше 0 и меньше 60 минут;
- скорость следования больше 5 и меньше 100 км/ч.

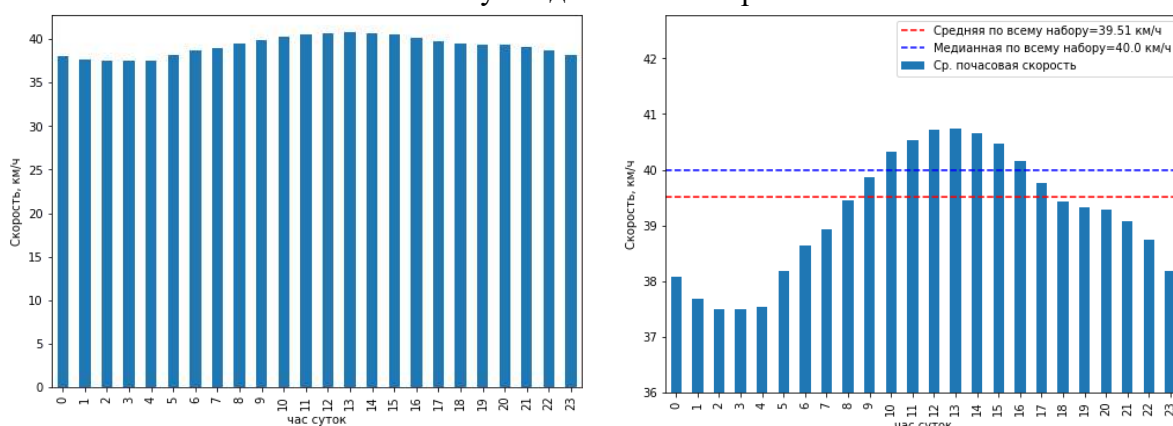
В результате из 4 800 409 записей было сохранено 4 747 195 записей, которые и были использованы в дальнейшем анализе.

Для статистической обработки данных была использована программная библиотека Pandas, для визуализации результатов – программная библиотека Matplotlib (язык программирования Python).

Для подбора параметров функции распределения скоростей использован метод нелинейной регрессии [6] реализованный в программной библиотеке Scipy.

Результаты

На рис. 1 представлен график изменения средней скорости следования пожарных автомобилей в зависимости от часа суток для всех пожаров.



(a) В диапазоне от 0 км/ч

(b) В диапазоне от 36 км/ч

Рисунок 1 – Распределение средних скоростей следования ПА часам суток

Из графика, представленного на рис. 1 (a) видно, что скорости следования пожарных автомобилей действительно выше в дневные часы и ниже в ночные, что в целом подтверждает справедливость предположения о повышении скорости следования в светлое время суток. Из графика рис. 1 (b) видно, что сами по себе колебания средних скоростей не значительны и лежат в пределах от 37 до 41 км/ч, т.е. составляют около 4 км/ч. При стандартном отклонении скоростей следования для всего набора в 16.5 км/ч такие колебания можно признать незначительными. Вместе с тем сглаженный характер распределения, полученного на наборе из более чем 4 миллионов наблюдений, говорит о том, что оно подчиняется некоторым закономерностям.

Уточним, проявляется ли эта закономерность в разные годы. Для этого построим изменение скоростей по часам суток для разных лет (рис. 2).

Видно, что в той или иной степени закономерность повышения скоростей в дневное время проявляется во все года, хотя и с некоторыми различиями.

Далее соотнесем средние почасовые скорости следования пожарных автомобилей со светлым временем суток в разные месяцы. Для оценки начала и конца светового дня были взяты средние значения между временем наступления сумерек и восхода/захода солнца в разные месяцы года.

Из представленного на рис. 3 изображения видно, что в целом наибольшие почасовые скорости (красный цвет) действительно приходятся на светлое время суток. Исключение составляют только зимние месяцы, где влияние светлого времени суток практически не сказывается на изменении скоростей следования пожарных автомобилей. До некоторой степени и в месяцы Май, Июнь и Июль влияние светлого времени суток тоже не столь ярко

выражено. Можно предположить, что подобная особенность связана с тем, что в месяцы близкие к дням солнцестояния продолжительность светлого времени суток летом и темного зимой максимальны и, как следствие, большая часть суток проходит в условиях равномерной освещенности.

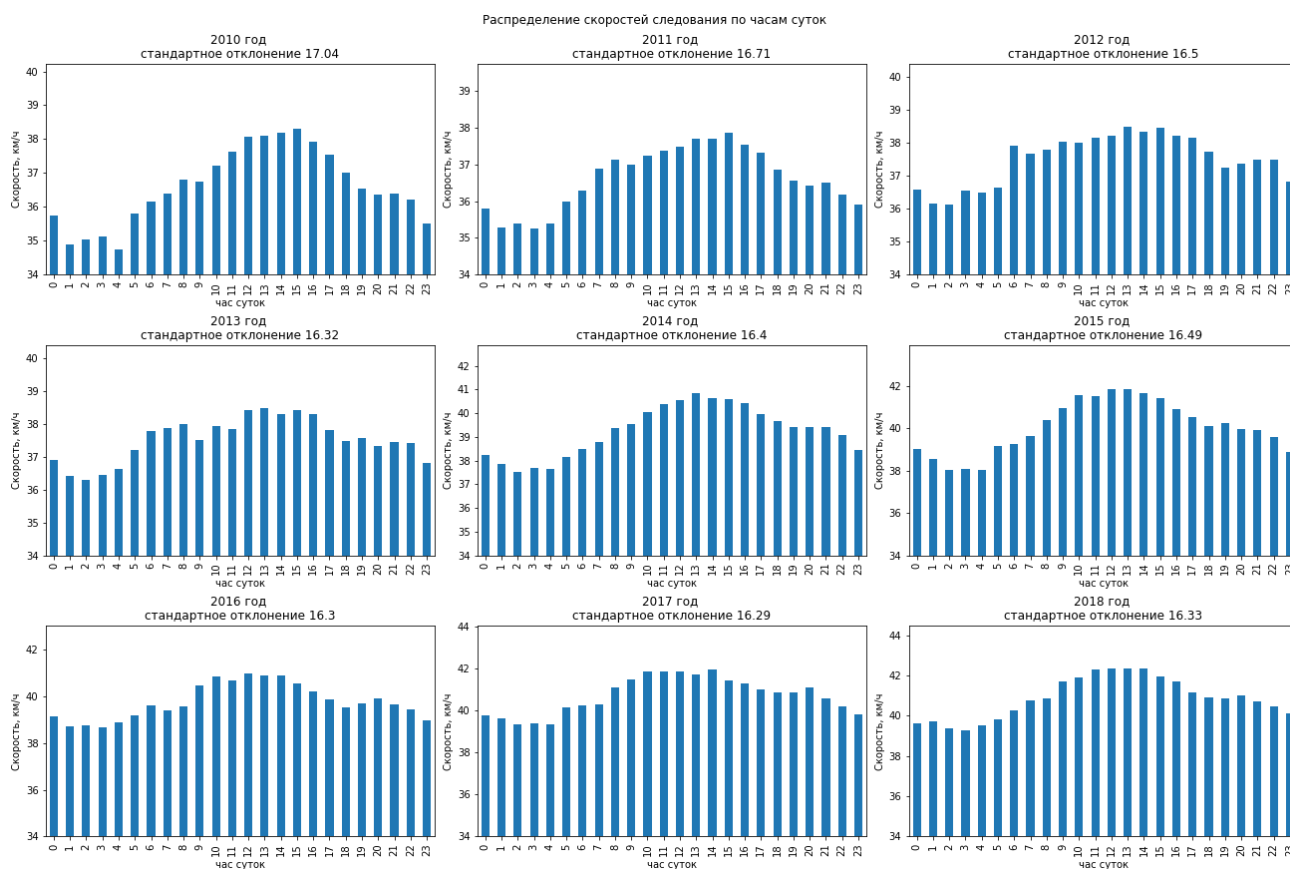


Рисунок 2 – Характер изменения суточной почасовой скорости следования ПА в разные годы

Как видно из приведенных данных существует заметная зависимость между освещенностью в разное время суток и скоростью следования ПА. Однако авторы [3] и [4,5] расходятся во мнении относительно того, как именно изменяются скорости в разное время суток, что подтверждается данными их наблюдений, полученными на наборах данных для разных регионов. Следует предположить, что выявленная закономерность может проявляться по-разному в зависимости от типа населенного пункта или региона.

На рис. 4 представлено распределение почасовых скоростей следования ПА в зависимости от типа населенного пункта.

Видно, что и для сельских и для городских населенных пунктов тенденция изменения скорости следования в светлое и темное время суток сохраняются, хотя и с некоторыми отличиями. Значит, в целом, тип местности не оказывает заметного влияния на характер изменения почасовых скоростей.

Однако в данном случае рассмотрен укрупненный набор данных, охватывающий всю страну. С точки зрения же географии и экономики, территория такой обширной страны, как Российская Федерация весьма неоднородна. В ее состав входят регионы с различными природно-климатическими условиями, плотностью населения, экономикой и т.д.. Кроме того, если предположение о связи скоростей движения ПА со светлым временем суток верно, географические широты расположения регионов также должны сказываться на характере изменения суточных скоростей. Поэтому далее было рассмотрено распределение почасовых скоростей следования ПА применительно к регионам РФ.

На рис. 5 представлена тепловая карта изменения почасовых скоростей следования ПА в зависимости от региона РФ.

Распределение скоростей следования по часам суток относительно месяца и светового дня

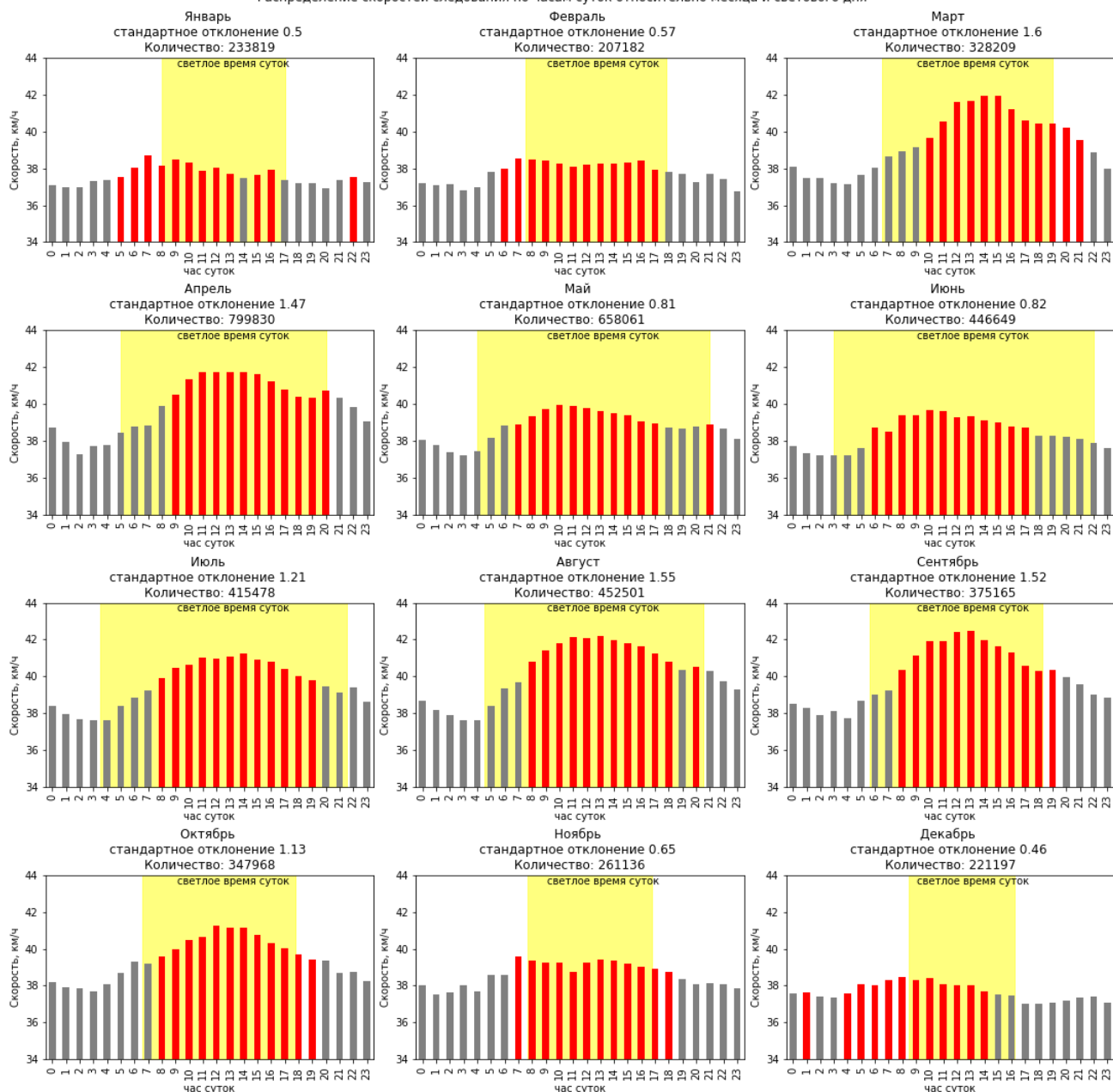


Рисунок 3 – Зависимость скоростей следования по часам суток относительно месяца и светового дня

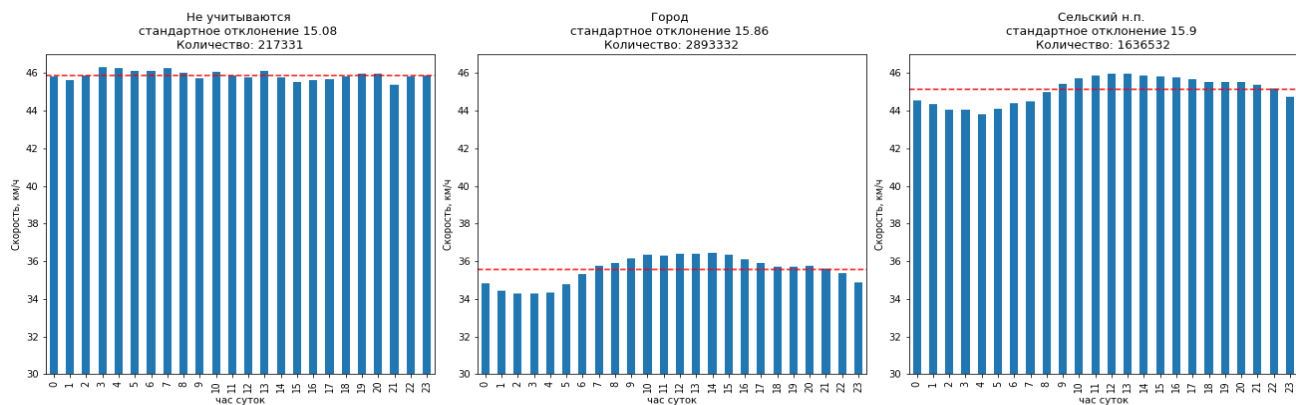


Рисунок 4 – Распределение скоростей следования по часам суток и типам населенных пунктов

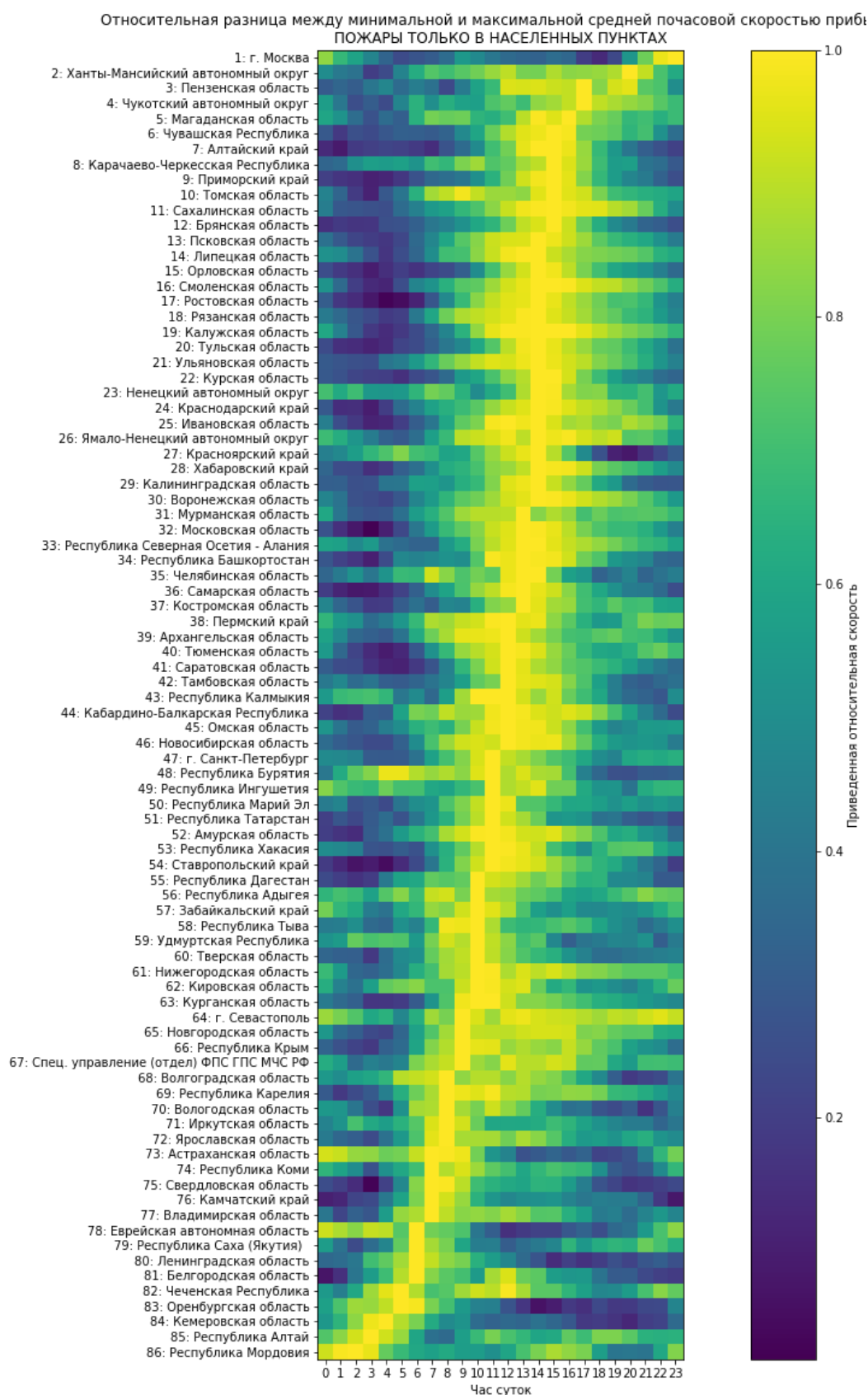


Рисунок 5 – Тепловая карта различий скорости следования ПА на территории регионов РФ

С целью оценки схожести регионов, данные на рис. 5 были отсортированы по убыванию времени часа, в который наблюдается пиковое значение скорости. Однако, как видно из тепловой карты видимая общность регионов по данному признаку не прослеживается.

Аналогичный анализ был проведен для параметров: широта и долгота расположения географического центра региона, валовый региональный продукт региона, плотность населения, с разбивкой по типу населенных пунктов и без. Но в виду того, что они также не позволили оценить схожесть регионов в данном материале они не приводятся.

Вместе с тем на рис. 5 прослеживается, что наибольшие суточные скорости следования ПА большей части регионов лежат в диапазоне от 7 до 16 часов, т.е. в пределах светлого времени суток. На рисунке рис. 6 представлен график распределения количества регионов в зависимости от пика почасовой скорости следования ПА.

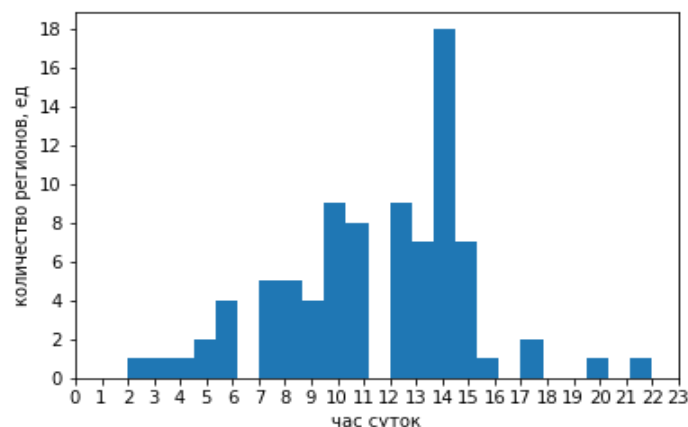


Рисунок 6 – Количество регионов в зависимости от пика почасовой скорости ПА

Оценим распределение средних почасовых скоростей математически. Поскольку мы имеем дело с циклическим явлением с периодом в одни сутки, логично предположить, что такое распределение должно описываться некоторой циклической функцией, например, синусоидой.

Уравнение синусоиды имеет следующий вид:

$$y = a * \sin(b * (x + c)) + d$$

где, a – растяжение по оси y , амплитуда;

b – растяжение по оси x , частота;

c – сдвиг по оси x ;

d – сдвиг по оси y .

Для подбора гиперпараметров модели был использован метод нелинейной регрессии [6] реализованный в программной библиотеке Scipy. На рис. 7 представлен график полученной в результате функции.

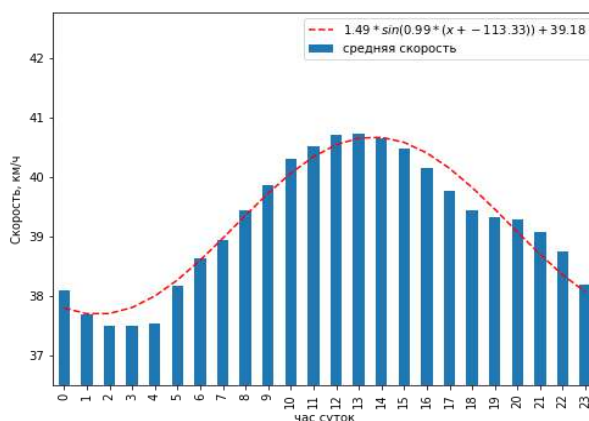


Рисунок 7 – Функция $\sin$, описывающая распределение почасовых скоростей следования пожарных автомобилей в России за период с 2010 по 2020 г.г.

Коэффициент детерминации (R^2) полученной функции составляет 0,952, что говорит о высокой степени совпадения теоретических значений, получаемых при помощи предложенной функции и эмпирических значений, полученных в результате анализа статистических данных.

Заключение

В результате проведенной работы, на основе анализа 4 747 195 записей о пожарах на территории России за период 2010-2020 годов, с использованием методов статистического анализа получены следующие результаты:

- существует зависимость скорости движения ПА от времени суток, при этом в светлое время суток скорости движения выше, чем в темное;
- выявленная зависимость скорости движения прослеживается для различных групп наблюдений – по годам, по типу объектов, для различных субъектов РФ;
- в месяцы близкие к дням солнцестояния, выявленная закономерность проявляется слабее нежели в месяцы близкие к дням равноденствий;
- в целом колебания средних почасовых скоростей в разное время суток не велики и укладываются в пределы стандартного отклонения (16.54 км/ч);
- в субъектах РФ преимущественно выявленная закономерность сохраняется, однако имеются регионы, где она нарушается. Например, в г. Москве наблюдается повышение скоростей в темное время суток. При этом в рамках данного исследования выявить какие именно региональные особенности оказывают наибольшее влияние на характер изменения суточных скоростей не удалось.

Причинами повышения скорости движения ПА в светлое время суток могут являться: большая освещенность дорог, биоритмы человека, плотная расстановка припаркованного во внутридворовых пространствах автотранспорта в нерабочее время.

Отличия в характере суточных скоростей движения ПА для подразделений Московской области можно объяснить интенсивным движением автотранспорта в мегаполисе в дневное время и высокой искусственной освещенностью дорог в ночное. Следует предположить, что подобный характер распределения почасовых скоростей должен быть характерен и для других крупных городов с высокой плотностью населения и загруженностью автодорог.

Очевидно, что рассмотрение всего набора данных о пожарах, произошедших на территории какого-либо крупного территориального образования, наподобие субъекта Федерации, дает усредненное представление о характере движения ПА, не позволяющее судить о ситуации в отдельно взятых населенных пунктах. При этом различия условий функционирования пожарных подразделений в одной местности могут заметно отличаться от условий в другой. Так, например, условия складывающиеся на территории города Новосибирска, для которого характерна высокая плотность населения и количества автотранспорта на единицу проезжей части, отличаются от условий на территории как прочих городских населенных пунктов области, так и на территории сельских населенных пунктов, отличающихся меньшей численностью населения и плотностью застройки.

Таким образом, в дальнейших исследованиях планируется рассмотреть отдельно взятые населённые пункты, и оценить какое влияние на скорости следования пожарных автомобилей оказывают такие показатели как площадь территории, численность населения и природно-климатические условия.

Список источников

1. Показатели оперативного реагирования подразделений пожарной охраны в Московской области / В. В. Харин, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов, Е. Ю. Удавцова // Современные проблемы гражданской защиты. – 2021. – № 4(41). – С. 40-47. – EDN SKMMYB.

2. Сравнение показателей оперативного реагирования подразделений пожарной охраны территорий, находящихся в различных климатических условиях / В. А. Маштаков, Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова, А. А. Кондашов // Актуальные вопросы пожарной безопасности. – 2021. – № 4(10). – С. 6-10. – DOI 10.37657/vniipo.avpb.2021.89.74.001. – EDN PCBSTI.

3. Маштаков В.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Шавырина Т.А. Сравнительный анализ показателей оперативного реагирования подразделений пожарной охраны в разных климатических условиях // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2023. № 1(9). С. 29-34. <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.50.54.005>

4. Сибиряков, М. В. Анализ геоинформационных данных о следовании пожарно-спасательных подразделений к местам экстренных вызовов / М. В. Сибиряков // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – № 6(70). – С. 214-221. – EDN YTCZGD.

5. Соколов, С. В. Определение преимущества движения пожарно-спасательных подразделений в транспортном потоке / С. В. Соколов, М. В. Сибиряков // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 1(71). – С. 244-254. – EDN ZDRKFT.

6. Vugrin K.W. и др. Confidence region estimation techniques for nonlinear regression in groundwater flow: Three case studies // Water Resources Research. 2007. 3(43)

ГРНТИ 81.92.86
УДК 614.8; 004.021
ББК 32.965.07+38.96

Наталья Вячеславовна МОСКВИНА

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий), Москва, Россия (natkamoskvina@mail.ru, SPIN 6156-6039, ID: 1150489)

Применение технологий интернета вещей для своевременного обнаружения утечек газа в многоквартирных домах

Аннотация. В статье постулируется серьезная проблема утечек газа, которые приводят к опасным событиям, влекущим как финансовые потери, так и к человеческим жертвам. В связи с этим рассмотрен вопрос использования технологий Интернета вещей для обеспечения своевременного обнаружения утечек бытового газа в многоквартирных домах. Показано, что разработка и создание таких датчиков не требует серьезных капитальных вложений и может быть сравнительно просто реализована. Вместе с тем отмечено, что сами по себе датчики не могут работать без сети передачи данных и цифровой платформы управления. Отмечено, что необходимо осуществление эксперимента по созданию полноценной системы, включающей датчики, сеть передачи данных и цифровую платформу управления ими на примере одного из регионов России. Дано предложение использовать механизм частной концессионной инициативы для реализации эксперимента. Даны некоторые рекомендации относительно возможных шагов МЧС России в направлении обсуждения и решения описанной проблемы.

Ключевые слова: Интернет вещей, датчики утечек газа, цифровая платформа, пожарная безопасность, частная концессионная инициатива, государственно-частное партнерство

Natalia V. MOSKVINA

All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

The Internet of Things technologies Application for timely detection of gas leaks in apartment buildings

Abstract. The article postulates a serious problem of gas leaks, which lead to dangerous events, entailing both financial losses and human casualties. In this regard, the issue of using Internet of Things technologies to ensure timely detection of household gas leaks in apartment buildings was considered. It is shown that the development and creation of such sensors does not require serious capital investments and can be implemented relatively simply. At the same time, it is noted that the sensors themselves cannot work without a data transmission network and a digital control platform. It is noted that it is necessary to carry out an experiment to create a full-fledged system that includes sensors, a data transmission network and a digital management platform for them on the example of one of the regions of Russia. A proposal is given to use the mechanism of a private concession initiative to implement the experiment. Some recommendations are given regarding possible steps of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the direction of discussing and solving the described problem.

Key words: Internet of Things, gas leak sensors, digital platform, fire safety, private concession initiative, public-private-partnership

Утечка газа может приводить к опасным событиям, влекущим как финансовые потери, так и к человеческим жертвам. За 2022 год произошло более 30 случаев взрыва бытового газа с человеческими жертвами [1]. В страшную статистику попадают лишь самые крупные аварии. На деле же ежегодно их происходят десятки, нанося урон имуществу. Признать успешной практику установки приборов контроля утечек на коммерческой основе [2] или проведение инспекций газового оборудования раз в год [3] не позволяет негативная статистика. Необходимы новые подходы. В том числе с установкой нового поколения датчиков, которые не только могут обеспечить перекрытие клапана и сигнал тревоги в квартире, но и сообщить в эксплуатирующую организацию о наличии проблемы. А установка таких датчиков должна стать обязательной и условно бесплатной для потребителей.

Ранее существовавшие технологии не позволяли сравнительно недорого и эффективно осуществить такой подход. В связи с развитием новых цифровых технологий возникла идея использовать датчики на основе Интернета вещей (IoT) как газоанализаторы, которые не только обеспечат локальную сигнализацию неисправности, но и смогут сравнительно простыми методами передать информацию через сеть Интернет всем заинтересованным сторонам [4,5,6].

Интернет вещей (Интернет of Things, IoT) – это концепция, согласно которой физические устройства, оснащенные датчиками, программным обеспечением и сетевым подключением, могут обмениваться данными и взаимодействовать между собой через Интернет. Эти устройства могут включать в себя различные объекты, такие как бытовая техника, автомобили, электроника, промышленное оборудование и другие, и они способны собирать и передавать данные, а также выполнять определенные действия на основе этой информации.

Применение технологии Интернета вещей и стандартизация данных ведет к возможности объединения информации от различных датчиков. Например, на данный момент без предварительной конвертации (трансформации) невозможно сочетание данных в одной информационной системе от противопожарных систем разных производителей из-за использования разных моделей данных, различных протоколов связи и передачи данных. Стандартизация IoT позволит использовать единую точку управления для объединенных данных из различных систем, что позволит просмотреть журналы технического обслуживания и информацию от различных датчиков в одном интерфейсе. Эти объединенные данные, обработанные интеллектуальными системами, могут быть

интегрированы и отображены на разных устройствах, таких как мобильные телефоны, ноутбуки или планшеты, в любой точке мира. Интернет вещей открывает огромные возможности для усовершенствования систем безопасности, снижая затраты и способствуя спасению жизней и имущества.

В [7] показано, что производство IoT газоанализаторов может быть реализовано даже на малых и микропредприятиях без существенных вложений. В связи с этим, не углубляясь в технические аспекты самих устройств, рассмотрим подробнее вопросы организации их установки, эксплуатации и обслуживания.

Для нормальной работы всей системы требуется, собственно, сами датчики, среда передачи данных от них и платформа, позволяющая полученную информацию представлять в удобном для использования виде. Все это можно осуществить при достаточном финансировании.

Сфера передачи данных выглядит очень перспективной. В настоящее время все крупные операторы мобильной связи, а также несколько специализированных компаний, разрабатывают сети интернета вещей (IoT) [9,10]. Технологии также продвигаются в этом направлении. Например, для передачи телеметрических данных от различных устройств, сенсоров, датчиков и приборов учета на большие расстояния и с длительным временем работы от аккумуляторов была разработана энергоэффективная территориально распределенная сеть [11]. Этот тип сетей предлагает широкий спектр возможностей, которые сложно или невозможно реализовать с помощью других форм беспроводной связи, что делает их особенно перспективными для подключения устройств IoT, таких как датчики утечек газа.

Одним из ключевых элементов развития системы IoT датчиков являются цифровые сервисные платформы, которые обеспечивают взаимодействие между приложениями пользователей и цифровыми данными, а также объектами IoT. Чтобы обеспечить такое взаимодействие, необходимо определить, что такое цифровой объект при использовании газоанализаторов. Цифровой объект должен быть описан структурой данных, включающей название, уникальный идентификатор и атрибуты, описывающие его свойства. Стандартизация такого набора данных позволит обеспечить совместимость между различными информационными системами. Важно отметить, что цифровые объекты не зависят от платформы, что обеспечивает универсальную идентификацию устройств и приложений IoT.

Страны Евросоюза, США, Китай и другие развитые страны активно сотрудничают с технологическими компаниями и международными организациями (МСЭ-Т, OneM2M, ETSI, CEN/ISO, IEEE и IETF) в разработке и установлении глобальных стандартов для интернета вещей. Главной целью этой работы является обеспечение совместимости между различными уровнями типовой архитектуры и сервисными платформами IoT, чтобы исключить фрагментацию и обеспечить единое функционирование всей экосистемы IoT [12].

Цифровая платформа должна управлять различными аспектами датчиков, например, их активацией и деактивацией, управлением системой оповещения. Операторы должны получать информацию о состоянии системы в реальном времени и иметь возможность принимать оперативные меры. Цифровая платформа может быть интегрирована с другими системами безопасности, такими как системы видеонаблюдения или контроля доступа. Это позволит операторам получать комплексную информацию о состоянии безопасности и принимать согласованные меры. Таким образом, можно сказать, что цифровая платформа для интеграции устройств IoT является обязательным элементом. Она обеспечивает централизованное управление и мониторинг, а также интеграцию с другими системами безопасности. И если производство датчиков не требует существенных капиталовложений, то создание платформы является куда более дорогостоящим мероприятием.

Финансирование данных мероприятий является одним из ключевых вопросов, требующих решения. Как можно сдвинуть этот процесс с мертвой точки? В некоторых регионах Российской Федерации помощь многодетным семьям и гражданам в трудной

жизненной ситуации оказывается путем приведения жилых помещений в соответствие с требованиями пожарной безопасности. Ремонт сетей электропитания и установка автономных пожарных извещателей осуществляются за счет средств субъектов и местных бюджетов. МЧС России взяло на вооружение опыт этих регионов, проводя совместные мероприятия с корпорацией развития ВЭБ.РФ. Были подготовлены совместные методические рекомендации, включающие различные пошаговые инструкции по оснащению жилых помещений извещателями, и направлены органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации [8]. Но такой подход позволяет решить только одну часть проблемы, не решая ее в целом. Необходимо системное решение, позволяющее включить финансирование вопросов обеспечения безопасности использования газовых приборов в быту в состав тарифа на газ.

Для того, чтобы этот вопрос сдвинулся с места, МЧС России должно продолжить свою деятельность по внесению изменений в требования пожарной безопасности, которые включают обязательную установку автономных дымовых пожарных извещателей в жилых помещениях независимо от этажности здания, в том числе в многоквартирных жилых домах, расширив требования и предусмотрев установку датчиков утечки бытового газа в газифицированных домах. Одновременно целесообразно провести эксперимент в одном из регионов по созданию всех элементов единой системы (датчики, сеть передачи данных, цифровая платформа управления), подключив ее к системе-112 и аварийной службе газовой сети. Факультативно информацию могут получать сервисные организации, обслуживающие газовое оборудование физических лиц.

С учетом того, что в настоящее время допускается создание информационных систем на основе государственно-частного партнерства можно рассмотреть вопрос привлечения к эксперименту частного партнера, обладающего необходимым опытом и знаниями. Реализация проекта в этом случае возможна, например, на основе частной-концессионной инициативы в соответствии с законодательством о концессионных соглашениях.

Успешная реализация проекта позволила бы перейти к его тиражированию в регионах, а при наличии нормативно урегулированного вопроса о включении расходов на создание и эксплуатацию такой системы в тариф на газ, открыло бы широкие возможности к использованию ГЧП в данной сфере. С учетом важности вопроса, представляется целесообразным вынести его на обсуждение Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности при Правительстве Российской Федерации.

МЧС России следует привлечь к работе Минцифры России, которое может выступить координатором работ по развитию сетей IoT в приложении к вопросам подключения к ним датчиков, обеспечивающих пожарную безопасность и предотвращающих утечки газа.

Указанные действия помогут объединить усилия по решению вопросов, связанных с повышением пожарной безопасности и сокращением вероятности взрывов газо-воздушных смесей в жилых домах. Это также способствует вовлечению частного бизнеса, и особенно, малых и микропредприятий в реализацию проектов и созданию новых рабочих мест в регионах.

Список источников

1. Взрывы бытового газа в жилых домах в России в 2022-2023 годах / РИА НОВОСТИ – Обновляется в течение суток. – URL: <https://ria.ru/20230209/gaz-1850710501.html> (дата обращения: 23.08.2023). – Текст : электронный.
2. Выбираем и устанавливаем сигнализаторы загазованности / Сайт «ГАЗИФИКАЦИЯ РОССИИ» – <https://www.gazprommap.ru/articles/gas-check-devices/> (дата обращения: 23.08.2023). – Текст : электронный.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 мая 2013 г. № 410 «О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования» / Официальный интернет-портал правовой

информации. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102165346> (дата обращения: 23.08.2023). – Текст : электронный.

4. Rohan Chandra Pandey, Manish Verma, Lumesh Kumar Sahu, Internet of Things (IoT) Based Gas Leakage Monitoring and Alerting System with MQ-2 Sensor / International Journal of Engineering Development and Research – Volume 5, Issue 2 – 2017

5. Meteb Altaf1, Alaa Menshaw, Ruba Al-Skate, Taghreed Al-Musharraf and Wejdan Al-Sakaker, New Gas Leakage Detection System using Internet of Things / SSRG International Journal of Computer Science and Engineering (SSRG-IJCSE) – Volume 7, Issue 7– July 2020

6. Березин Л.В., Соснина Е.Ю. Safe&Smart city: как Интернет вещей должен сделать использование газа безопаснее / Сайт Союза предприятий топливно-энергетического комплекса (СПТЭК) «Газовый клуб» – URL: https://sptek-gazklub.ru/zhurnal-gazinform/zhurnal_gaz_inform_2_60_2018/safe_smart_city_kak_internet_veshchey_dolzhen_sdela_t_ispolzovanie_gaza_bezopasnee/ (дата обращения: 23.08.2023). – Текст : электронный.

7. Москвина Н. В. Применение технологий «Интернета вещей» в области пожарной безопасности / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (Иваново): ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции, посвященной проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения. Иваново, 2021. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_47492752_71987283.pdf (дата обращения: 23.08.2023). – Текст : электронный.

8. Письмо МЧС России от 28.10.2019 № 43-5692-19 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по организации установки автономных пожарных извещателей в местах проживания малоимущих многодетных семей и семей, находящихся в трудной жизненной ситуации», «Методическими рекомендациями по повышению уровня пожарной безопасности социально значимых объектов, в том числе с круглосуточным пребыванием детей, за счет оснащения системами автоматической противопожарной защиты») / КонсультантПлюс – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_344896/ – Дата обращения: 23.08.2022 – Текст : электронный.

9. Интернет вещей, IoT, M2M рынок России / Сайт электронного издания TAdviser – Обновляется в течение суток. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_(рынок_России)) (дата обращения: 23.08.2023). – Текст : электронный.

10. IoT в России на примере проектов «большой четверки» / Сайт электронного издания Telecom Times – URL: <https://telecomtimes.ru/2018/10/iot-in-telecom-big-4/> (дата обращения: 23.08.2023). – Текст : электронный.

11. Тихвинский В.О. Узкополосные технологии LPWAN (LoRaWAN, SigFox и др.) для построения сетей M2M и Интернета вещей / г. Санкт Петербург, Вебинар ИнфоТел ,18 июля 2018 г. – URL: http://new.rpls.ru/wp-content/uploads/2018/07/ONEPLAN-2018_Technologii_LPWAN_and_LoRa_TikhinskiiVO.pdf (дата обращения: 23.08.2023). – Текст : электронный.

12. Сети связи «Интернета вещей» - старт стратегических проектов / Сетевое издание «Цифровая экономика» – URL: http://digital-economy.ru/images/easyblog_articles/651/IOT280420.pdf (дата обращения: 23.08.2023). – Текст : электронный.

ГСНТИ 50.43.31
УДК 681.5
ББК 30

**Николай Алексеевич САФРОНОВ¹, Андрей Владимирович СМIRНОВ²,
Денис Вячеславович ТАРАКАНОВ³**

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия

¹ (nikolaysafronov98@yandex.ru, SPIN 9616-4462, ID: 1131224)

² (a_smirnov8@mail.ru, SPIN 3288-8340, ID: 1010310)

³ (den-pgs@yandex.ru, SPIN 4861-3481, ID: 587331)

Эффективность использования информационно-аналитической поддержки при управлении техническим обслуживанием многоагентных систем противопожарной защиты

Аннотация. Противопожарная защита является критической частью безопасности объектов, и эффективное управление техническим обслуживанием играет важную роль в обеспечении её надежности. В статье рассматриваются основные преимущества использования информационно-аналитических инструментов и технологий при управлении техническим обслуживанием многоагентной системы противопожарной защиты. Ее внедрение может значительно улучшить работоспособность и надежность системы, что имеет критическое значение для обеспечения безопасности объектов и жизней людей.

Ключевые слова: техническое обслуживание, многоагентная система противопожарной защиты, информационно-аналитическая поддержка, управление.

Nikolay A. SAFRONOV, Andrey V. SMIRNOV, Denis V. TARAKANOV

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Efficiency of using information and analytical support in the management of maintenance of multi-agent fire protection systems

Abstract. Fire protection is a critical part of the safety of facilities, and effective maintenance management plays an important role in ensuring its reliability. The article discusses the main advantages of using information and analytical tools and technologies in the management of maintenance of a multi-agent fire protection system. Its implementation can significantly improve the performance and reliability of the system, which is critical to ensuring the safety of facilities and people's lives.

Key words: maintenance, multi-agent fire protection system, information and analytical support, management.

В современном мире, где технологии постоянно развиваются, обеспечение безопасности становится одной из приоритетных задач. Здания и сооружения постоянно подвергаются разнообразным рискам, включая возгорание и пожары, которые могут нанести серьезный ущерб как имуществу, так и жизням людей. Для защиты от этих угроз используются многоагентные системы противопожарной защиты. Они играют ключевую роль в предотвращении и обнаружении пожаров, а также минимизации их последствий. В их состав входит множество компонентов, таких как пожарные извещатели, системы управления, аварийные сигнализации и многое другое. Они функционируют в различных средах, начиная от жилых зданий и заканчивая промышленными объектами. При этом, как и

любая технология, эти системы требуют систематического технического обслуживания, чтобы гарантировать их надежную работу. Эффективное управление обслуживанием многоагентных систем противопожарной защиты требует серьезного подхода и играет решающую роль в обеспечении безопасности и минимизации рисков возникновения пожаров. Однако, с увеличением сложности таких систем становится все труднее эффективно управлять их техническим обслуживанием без поддержки информационно-аналитических инструментов.

Информационно-аналитическая поддержка при управлении техническим обслуживанием многоагентных систем противопожарной защиты представляет собой комплекс интегрированных решений и технологий, которые помогают оперативно контролировать и поддерживать работоспособность всех элементов системы. Это включает в себя мониторинг состояния оборудования, прогнозирование потенциальных проблем, планирование регулярного обслуживания и быстрое реагирование на аварийные ситуации. Это значит, что администраторы и инженеры могут оперативно получать информацию о состоянии каждого компонента, а также о прошлых событиях и результатах предыдущих обслуживаний.

Важно понимать, что многоагентная система противопожарной защиты – это неотъемлемая часть безопасности как административных, так и промышленных зданий. Она служит для обнаружения, предотвращения и тушения пожаров, защищая жизни и имущество. Поэтому ее работоспособность и надежность имеют критическое значение [1].

Информационно-аналитическая поддержка включает в себя совокупность методов и инструментов, предназначенных для сбора, обработки, анализа и интерпретации данных о состоянии системы на объекте. Это включает в себя мониторинг всех ее элементов.

С помощью информационно-аналитической поддержки можно не только контролировать текущее состояние системы, но и прогнозировать ее работоспособность в будущем. Анализ данных о частоте срабатывания пожарных извещателей или истории обслуживания аварийных систем позволяет выявлять потенциальные проблемы и предпринимать меры по их устранению до возникновения реальной угрозы. Кроме того, она позволяет оптимизировать процесс технического обслуживания многоагентной системы противопожарной защиты посредством предоставления информации о состоянии оборудования, сроках службы компонентов, что, в свою очередь, позволяет планировать замену или ремонт заранее, минимизируя риски срыва работы системы.

Многоагентные системы противопожарной защиты также могут быть подключены к облачным платформам, что позволяет удаленно мониторить и управлять ими. Это особенно полезно в случаях, когда система включает в себя несколько объектов, находящихся на расстоянии друг от друга [2].

Информационно-аналитическая поддержка является неотъемлемой частью технического обслуживания системы противопожарной защиты. Она обеспечивает надежность, эффективность и безопасность работы системы, позволяет предотвращать возможные проблемы и минимизировать риски. С развитием технологий и доступностью данных информационно-аналитическая поддержка становится все более важной для обеспечения безопасности и защиты жизней и имущества. Отсюда вытекает ряд свойственных ей преимуществ:

1. **Повышение надежности и эффективности** – системы противопожарной защиты, такие как пожарные извещатели, система сигнализации и другие, должны работать безотказно. Регулярное техническое обслуживание позволяет выявить и устранить потенциальные проблемы, прежде чем они станут серьезными. Это повышает надежность системы и обеспечивает ее готовность к действию в случае возникновения пожара.

2. **Соблюдение нормативов и стандартов** – многие страны, включая Российскую Федерацию, имеют строгие нормативы и стандарты, касающиеся обязательного технического обслуживания систем противопожарной защиты. Несоблюдение этих требований может привести к юридическим последствиям и штрафам. Системы поддержки

управления техническим обслуживанием помогают следить за соблюдением всех необходимых нормативов и правил, что гарантирует безопасность и соответствие закону.

3. **Точное планирование технического обслуживания** – системы управления техническим обслуживанием обычно включают в себя расписание регулярных проверок и замен компонентов. Это позволяет планировать обслуживание заранее, избегая неожиданных простоев и срывов сроков. Благодаря этому можно поддерживать систему в отличном состоянии, не нарушая эксплуатацию объекта.

4. **Автоматизация процесса мониторинга и анализа данных** – современные системы могут использовать искусственный интеллект и машинное обучение для выявления аномалий и прогнозирования потенциальных проблем. Это позволяет предотвращать отказы и неисправности компонентов до их появления, что существенно повышает надежность системы противопожарной защиты.

5. **Повышение безопасности** – эффективная работы многоагентной системы противопожарной защиты является гарантом безопасности людей, находящихся в здании. Регулярное обслуживание и проверки обеспечивают работоспособность системы в критических моментах. Это способствует раннему обнаружению пожара и его более эффективному тушению, что может спасти жизни людей и имущество.

6. **Аналитика и улучшение производительности** – системы управления техническим обслуживанием часто предоставляют данные и аналитику о состоянии системы противопожарной защиты. Это позволяет владельцам и операторам зданий следить за производительностью системы, выявлять уязвимые места и вносить улучшения для ее более эффективной работы.

7. **Минимизация операционных расходов** – регулярное обслуживание и проверки могут помочь выявить проблемы и неисправности на ранних стадиях, что позволяет предотвратить дорогостоящие ремонты в будущем. Таким образом, использование систем управления техническим обслуживанием может значительно снизить операционные расходы на обслуживание многоагентной системы противопожарной защиты.

Это лишь малая часть достоинств данной системы. Преимущества использования систем управления ее техническим обслуживанием очевидны и многогранны. Они способствуют обеспечению безопасности, соблюдению нормативов, повышению эффективности, надежности и экономии средств. Регулярное обслуживание становится неотъемлемой частью управления такими системами и способствует обеспечению надежной защиты от пожаров [1-3].

Таким образом, информационно-аналитическая поддержка при управлении техническим обслуживанием многоагентных систем противопожарной защиты играет ключевую роль в обеспечении их эффективной работы. Она позволяет собирать, анализировать и использовать данные для оптимизации процессов обслуживания и повышения надежности системы. В мире, где безопасность имеет высший приоритет, такие инструменты становятся необходимостью для успешного управления подобными системами.

Внедрение систем мониторинга, анализа данных и прогнозирования позволяет оперативно реагировать на потенциальные угрозы и сбои в работе многоагентной системы противопожарной защиты. Это помогает сократить риски и оптимизировать затраты на техническое обслуживание. Однако необходимо отметить, что успешная реализация информационно-аналитической поддержки требует правильной настройки систем, высокой квалификации персонала и учета специфики объекта. Осознание потенциальных ограничений и решение технических и организационных моментов играют важную роль в достижении полной эффективности.

Список источников

1. Смирнов, А.В. Применение многоагентного подхода для поддержки управления безопасностью в техносфере / А.В. Смирнов, Р.Ш. Хабибулин, Д.В. Тараканов // Вестник ИрГТУ. – 2018. – №1 (132). С. 118-133.

2. Мурзин, А.А. Исследование процедуры принятия решений по планированию технического обслуживания системы противопожарной защиты / А.А. Мурзин, Н.А. Сафронов, А.В. Смирнов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – №2 (43). С. 43-49.

3. Смирнов, А.В. Многоагентный метод анализа вариантов распределения ресурсов для обеспечения пожарной безопасности / А.В. Смирнов, Р.Ш. Хабибулин, Д.В. Тараканов // Системы управления и информационные технологии. – 2018. – №4 (74). С. 83-88.

ГСНТИ 50.43.31

УДК 681.5

ББК 30

Николай Алексеевич САФРОНОВ

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (nikolaysafronov98@yandex.ru, SPIN 9616-4462, ID: 1131224)

Процедуры принятия решений при разработке планов технического обслуживания многоагентных системы противопожарной защиты

Аннотация. Техническое обслуживание многоагентной системы противопожарной защиты является важным фактором, который необходимо учитывать при разработке и внедрении такой системы как на производственных объектах, так и в административных зданиях. Процедура принятия решений по планированию технического обслуживания системы может быть принята с учетом ее эффективности и надежности. От качественной работы такой системы зависит не только экономика предприятия, целостность хранимого в помещениях имущества, но и здоровье пребывающих там людей.

Ключевые слова: техническое обслуживание, многоагентная система противопожарной защиты, метод, программное обеспечение.

Nikolay A. SAFRONOV

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Decision-making procedures for developing maintenance plans for multi-agent fire protection systems

Abstract. Maintenance of a multi-agent fire protection system is an important factor that must be considered when developing and implementing such a system in both industrial facilities and administrative buildings. The decision-making procedure for planning maintenance of a system can be adopted keeping in mind its efficiency and reliability. Not only the economy of the enterprise, the integrity of the property stored on the premises, but also the health of the people staying there depend on the high-quality operation of such a system.

Key words: maintenance, multi-agent fire protection system, method, software.

На сегодняшний день в России, как и во всем мире, пожары по-прежнему являются дестабилизирующим фактором. Они могут привести к колоссальным материальным и человеческим потерям. В связи с этим, предельно важно иметь систему наблюдения за пожарами, которая может предотвратить вероятные возгорания. Одной из таких систем является многофакторная система мониторинга пожара, которая представляет собой совокупность технических устройств обнаружения и предотвращения возгораний.

Многофакторная система мониторинга пожара относится к высокотехнологичным системам, которые должны обеспечивать высокий уровень пожарной безопасности на охраняемом объекте. От качественной работы такой системы зависит не только экономика предприятия, целостность хранимого в помещениях имущества, но и здоровье пребывающих там людей. Поэтому, важно, чтобы все системы и элементы, которые входят в конфигурацию мониторинга пожара работали слаженно и корректно [3].

Техническое обслуживание этой системы является одним из ключевых моментов, которые необходимо принять при ее разработке и внедрении. Данное мероприятие позволит своевременно выявлять технические неполадки и нарушения в работе системы, а также повысит эффективность и надежность ее работы.

Для качественной работы многофакторной системы мониторинга пожара при техническом обслуживании необходимо учитывать следующие аспекты:

- тип системы, ведь она может быть оснащена разнотипными пожарными извещателями (дымовыми, тепловыми и т.д.), иметь различную конфигурацию (локальную или распределенную), работать от различных источников питания (батарей, кабельных сетей и т.д.);
- условия эксплуатации системы, так как она может работать в помещениях с повышенной влажностью, пыльностью и т.д. Например, если система мониторинга пожара работает в условиях высокого уровня температуры, то может потребоваться более частое техническое обслуживание. Поэтому определение условий эксплуатации системы мониторинга пожара также требует значительных шагов при разработке процедур принятия решений по планированию технического обслуживания;
- случайность возникновения аварийных ситуаций и их последствия;
- финансовые ограничения – ограниченный бюджет может привести к необходимости выбора более доступных способов технического обслуживания, но менее эффективных.

Методы поддержки принятия решений определяют реализацию в себе сложных математических моделей, связанных с получением больших объемов зачастую противоречивой информации. В связи с этим для принятия решений с использованием сложных, многоплановых, многоэтапных процедур принятия решений при техническом обслуживании многофакторных систем мониторинга пожара должна быть обеспечена соответствующая степень достоверности результатов математического моделирования.

Одним из вариантов принятия решений по планированию технического обслуживания многофакторной системы является мониторинг пожара при помощи метода анализа рисков. Данный метод предполагает оценку вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий, а также возможность принятия мер по их предотвращению. Например, можно рассмотреть возможность установки резервных источников питания, более частого технического обслуживания и т.д.

Еще одним методом является метод экспертного оценивания, что позволит учесть важности каждого вышеперечисленного пункта. Опрос или интервью с экспертами в области мониторинга пожара и технического обслуживания систем позволит определить оптимальные технические характеристики обслуживания. Эксперты могут дать свои рекомендации, связанные с высоким опытом и знаниями в области проектирования и эксплуатации систем контроля за пожарами.

Также важным аспектом при планировании технического обслуживания многофакторной системы мониторинга пожара является определение ее уникальной периодичности проведения. Слишком частое техническое обслуживание может показаться невыгодным с финансовой точки зрения. Однако редкие профилактические работы пагубно скажутся на работе системы. В связи с этим, при выборе периодичности технического обслуживания следует учитывать тип и условия эксплуатации системы, а также вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Существует несколько методов технического обслуживания системы, включая плановое техническое обслуживание, профилактическое техническое обслуживание и ремонт. Плановое техническое обслуживание осуществляется в соответствии с заранее разработанным планом, который определяет периодичность проведения обслуживания, тип работ и требуемые ресурсы. Профилактическое – предусматривает предотвращение возможных поломок и сбоев в работе системы. Ремонт бывает в случае возникновения аварийной ситуации или необходимости замены элементов системы. Однако соблюдение всех требований при проведении работ – это трудоемкая работа, которая требует современных технологичных решений. Одним из способов решения данной проблемы является разработка программного обеспечения, позволяющего распределять ресурсы, отслеживать время и порядок проведения работ и т.д.

Программное обеспечение по управлению процессом технического обслуживания многофакторной системы мониторинга пожара является эффективным способом его планирования и представляет собой инструмент, позволяющий создавать и управлять планами проведения технического обслуживания, контролировать сроки и порядок проведения работ, управлять заданиями, назначать исполнителей и контролировать выполненную ими работу, отслеживать историю выполненных задач и др. Программа содержит в себе информацию о показателях проведения работ по техническому обслуживанию системы на объекте. Совокупность этих данных объединена для каждой системы по видам выполняемых действий, продолжительности проведения, необходимому количеству специалистов, их квалификации и т.п. Что, в свою очередь, позволяет оперативно получать структурированную информацию о показателях, характеризующих действия по техническому обслуживанию многофакторной системы мониторинга пожара на объекте [1, 2, 4].

Основными функциями программного обеспечения являются:

1. **управление заданиями** – программное обеспечение позволяет создавать задания для персонала, указывать сроки их выполнения, а также назначать исполнителей. Это помогает грамотно расставить персонал по видам проводимых работ.

2. **мониторинг выполнения заданий** – программное обеспечение позволяет контролировать выполнение заданий, их статус, прогресс и время выполнения. Это помогает оценить эффективность работы персонала и обеспечить высокую скорость выполнения поставленных задач.

3. **отчетность** – программное обеспечение позволяет генерировать отчеты о выполненных работах, статусе заданий и другой информации, которая может быть полезна для анализа процесса технического обслуживания многофакторной системы мониторинга пожара.

4. **уведомление** – программное обеспечение сообщает о приближающихся сроках проведения работ, оповещает о появлении новых заданий, а также об изменениях в задании или о его просрочке. Данная функция позволяет отслеживать сроки проведения работ, а также планировать свою работу.

Данное программное обеспечение представляет собой программное средство, включающее в себя реляционную модель, панели управления и аналитические модули формирования схем обслуживания элементов многофакторной системы мониторинга пожара на объекте. Технический эффект от практического применения программного средства заключается в снижении риска возникновения отказов элементов многофакторной системы мониторинга пожара, возникающих в следствии некачественного технического обслуживания.

Техническое обслуживание многофакторной системы мониторинга пожаров является важным фактором, который необходимо учитывать при разработке и внедрении такой системы. Процедура принятия решений по планированию технического обслуживания системы может быть принята с учетом ее эффективности и надежности. Также необходимо учитывать возможные изменения в условиях эксплуатации системы, которые могут привести к изменению частоты проведения профилактических работ.

При разработке процедур принятия решений по планированию технического обслуживания многофакторной системы мониторинга пожара необходимо учесть все перечисленные выше факторы. Для определения оптимальных параметров технического обслуживания системы можно использовать различные варианты принятия решений, включая математические модели, экспертные оценки и анализ рисков. Экспертные оценки могут дать ценные рекомендации, основанные на опыте и знаниях в области проектирования и эксплуатации систем мониторинга пожара.

Также необходимо отметить, что техническое обслуживание многофакторной системы мониторинга пожара является неотъемлемой частью ее работы и необходимо следовать процедурам принятия решений по его планированию, что будет способствовать надежности работы системы. В случае неправильного планирования возможны сбои в работе системы, которые могут привести к непредвиденным последствиям.

Таким образом, разработка процедур принятия решений по планированию технического обслуживания многофакторной системы мониторинга пожара является важным шагом при ее внедрении. Важно учитывать все факторы, которые влияют на ее работу и выбирать оптимальные параметры для ее технического обслуживания. Это обеспечит надежность и эффективность работы системы, которая является важным аспектом обеспечения безопасности.

Список источников

4. Окладникова, Е.Н. Планирование системы технического обслуживания / Е.Н. Окладникова, Е.В. Сугак // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2008. – №6 (13). С. 66-70.

5. Ракушенец, Е.Г. Проблемы сферы технического обслуживания в России // Вопросы науки и образования. – 2018. – №27 (39). С. 29-32.

6. Сафронов, Н.А. Анализ причин ложных срабатываний оптических пожарных дымовых извещателей // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, 27 мая 2022 года. Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. С. 97-99.

7. Сафронов, Н.А. Параметры технического обслуживания многофакторной системы мониторинга пожара // Сборник тезисов и докладов XIII-ой Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». Кокшетау: АГЗ им. М. Габдуллина МЧС РК, 2022. С. 150-154.

ГСНТИ 50.05

УДК 004.92

ББК 30в6

Евгений Борисович СЕРГЕЕВ

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России», Москва, Россия (alik574@mail.ru, SPIN: 5555-1028, ID: 1082860)

К вопросу соединения электронных карт

Аннотация. В настоящем докладе исследуется вопрос соединения в автоматическом режиме растровых карт произвольного типа на экране. Сама проблема рассматривается как некая геометрическая задача. Представлен алгоритм подобного автоматического соединения карт. Указаны определенные нюансы в процессе соединения карт. Представленный метод

может быть использован для соединения не только для растровых карт, но также и для различных космических снимков.

Ключевые слова: электронные карты, реперные точки, географические координаты, пикселы

Evgeny B. SERGEEV

All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

On the issue of connecting electronic cards

Abstract. This report examines the issue of connecting raster maps of any type on the screen in automatic mode. The problem itself is considered as a kind of geometric problem. The algorithm of such automatic connection of cards is presented. Certain nuances are indicated in the process of connecting cards. The presented method can be used to connect not only for raster maps, but also for various satellite images.

Keywords: electronic maps, reference points, geographical coordinates, pixels

Введение

В процессе мониторинга или прогноза чрезвычайных ситуаций (ЧС) для анализа последствий возникает необходимость показать на карте процесс развития ЧС (например, развитие очага природного пожара, затопления территории в результате наводнения, распространения облака вредных веществ в результате техногенной аварии и других типов ЧС). Для этого существуют продвинутое ГИС-технологии (такие как ArcGIS, QGIS, «Панорама» и другие). К сожалению, не у всех имеется возможность использовать эти системы из-за их высокой стоимости. К тому же, из-за наложенных на нашу страну санкций уже имеются случаи блокировки зарубежных ГИС-систем (уже оплаченных). А перевести уже имеющиеся ArcGIS-проекты используемых карт в проекты других систем (например, «Панорама») практически невозможно без использования самой ArcGIS.

Одним из выходов сложившейся ситуации является использование старых «добрых» растровых карт различного масштаба, которые на данный момент существуют в большом ассортименте. Недостатком этих карт (особенно крупномасштабных) является то, что каждая карта покрывает небольшую часть земной поверхности и, если исследуемый объект (например, область затопления при наводнении или природный пожар) выходит за границы такой карты, то необходимо соединять соседние карты между собой в автоматическом режиме. Вопрос соединения электронных карт затрагивался автором в предыдущих работах [1,2], но не был описан алгоритм такого соединения. Настоящая работа показывает алгоритм такого соединения. Следует отметить, что попытки автора обнаружить методы автоматического (программного) соединения электронных карт в Интернете не увенчались успехом. Есть немало работ по машинной обработке изображений [3-5], например, по продлению горизонталей и восстановлению изолиний для соседних карт. При этом предполагается, что карты уже соединены между собой.

Описание алгоритма

Вначале рассмотрим вопрос, что представляют собой так называемые растровые карты. Каждая такая карта представляет собой некий рисунок (на котором и нарисована карта) и так называемый файл привязки, в котором содержится информация, связывающая координаты точки на карте (X и Y координаты) с географическими координатами земной поверхности (соответственно долготы и широты). Наиболее важная часть файла привязки (имеющего вид обычного текстового файла) с поясняющими подписями показана на рис. 1. Вверху указано название файла, в котором присутствует рисунок карты, и тип используемой системы координат (в данном случае – WGS-84). Чуть ниже расположены данные о так называемых реперных точках (их число, X и Y координаты в пикселах относительно левого

верхнего угла рисунка, а также соответствующая долгота и широта на земной поверхности). В самом низу располагаются данные о среднем разрешении карты (в метрах земной поверхности на пиксель карты) и данные о ширине и высоте рисунка карты в пикселах.

100k--m38-089.gif	Название файла рисунка карты
Pulkovo 1942 (2),WGS 84, 0.0000, 0.0000,WGS 84	Тип системы координат
.....	
MMPNUM,4	Число реперных точек
MMPXY,1,84,75	Номер реперной точки
MMPXY,2,2463,74	
MMPXY,3,2468,2527	X и Y координаты реперной точки в пикселах
MMPXY,4,72,2530	
MMPLL,1, 44.000000, 49.666667	
MMPLL,2, 44.500000, 49.666667	Долгота и широта реперной точки в град.
MMPLL,3, 44.500000, 49.333333	
MMPLL,4, 44.000000, 49.333333	
MM1B,14.219831	Разрешение карты м/пиксель
MOP,Map Open Position,0,0	
IWH,Map Image Width/Height,2540,2602	Ширина и высота рисунка карты в пикселах

Рисунок 1 - Основной вид информации файла привязки

Все эти данные заносятся в соответствующие поля таблицы базы данных. Одна запись этой таблицы описывает одну электронную карту. Каждой карте присваивается уникальный номер. По значениям широт и долгот каждой карты определяется номера соседних с ней карт (справа, слева, сверху, снизу). Эти номера также записываются в отдельные поля записи этой карты. В дальнейшем это позволит выбрать необходимую соседнюю карту для последующего сшивания.

Обратимся к схематическому рисунку первой карты (смотрите рис. 2). Сам рисунок представляет собой прямоугольник шириной W пиксель и высотой H пиксель. Собственно карта на рисунке занимает область отмеченную красным четырехугольником $A_1A_2A_3A_4$. Остальное – это поля карты. Рисунок карты помещаем на форму в левый верхний угол и удаляем поля. Точки A_1 , A_2 , A_3 и A_4 представляют собой ранее указанные реперные точки. Их X -координаты на рисунке (и на форме) от левого верхнего угла обозначим соответственно AX_i , а Y -координаты – AY_i (где i принимает значения от 1 до 4).

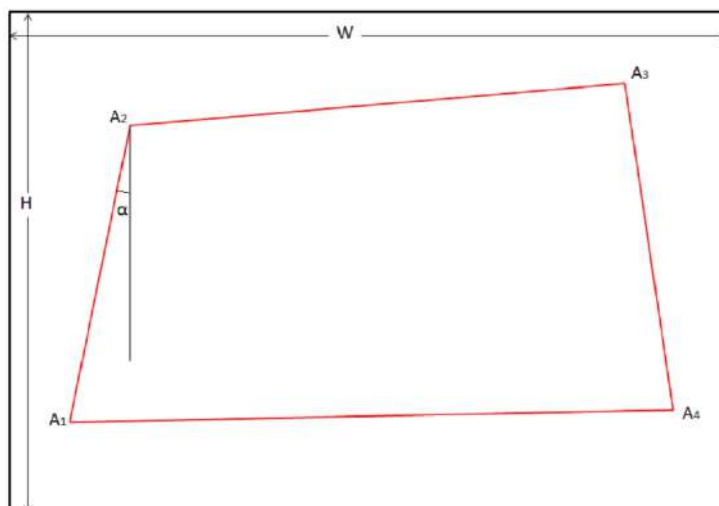


Рисунок 2 - Схематическое изображение рисунка первой карты

Предположим, что рассматриваемый объект пересекает левую границу карты, и для его полного размещения на географической карте необходимо присоединить к стороне A_1A_2 соседнюю карту (смотрите рис.3) стороной B_3B_4 . Примем, что первая карта присоединена левым верхним углом к левому верхнему углу экрана или какой-либо формы (окну) и, в дальнейшем, мы оставим ее в этом положении. Все манипуляции по ее присоединению будем проводить с рисунком второй карты. Пусть X-координаты вершин B_i ($i=1...4$) второй карты равны XB_i , а Y-координаты вершин B_i – YB_i . Вначале нужно обеспечить равенство сторон A_1A_2 и B_3B_4 . Это обеспечивается равномерным «растягиванием» (или «сжатием») рисунка карты. Если коэффициент растяжения/сжатия есть k , то для второго рисунка устанавливаются следующие соотношения:

$$H_2 = k \cdot H_1, \quad (1)$$

$$W_2 = k \cdot W_1, \quad (2)$$

$$(XB_i)_2 = k \cdot (XB)_i. \quad (3)$$

$$(YB_i)_2 = k \cdot (YB)_i. \quad (4)$$

где нижним индексом 2 помечены новые значения величин второго рисунка. Из равенства $A_1A_2 = (B_3B_4)_2$ следует, что:

$$k = \sqrt{\frac{(XA_1 - XA_2)^2 + (YA_1 - YA_2)^2}{(XB_3 - XB_4)^2 + (YB_3 - YB_4)^2}} \quad (5)$$

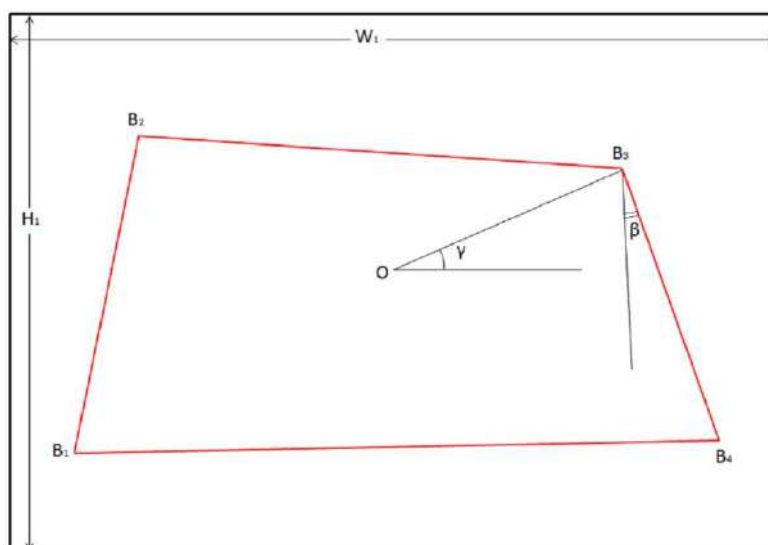


Рисунок 3 - Схематическое изображение рисунка второй карты

Рисунок второй карты после (растяжения/сжатия) помещаем на форму таким образом, чтобы его центр приходился на левый верхний угол первого рисунка. При этом в системе координат формы (или первого рисунка) координаты для реперных точек второй карты принимают значения:

$$(XB_i)_2 = k \cdot (XB_i - W_1/2), \quad (6)$$

$$(YB_i)_2 = k \cdot (YB_i - H_1/2). \quad (7)$$

Чтобы сторона $(B_3B_4)_2$ второго рисунка была параллельна стороне A_1A_2 , необходимо осуществить поворот второго рисунка вокруг его центра по часовой стрелке на угол $(\alpha + \beta)$. Координаты реперных точек второй карты получают значения (смотрите рис. 2):

$$(XB_i)_2 = (OB_i)_2 \cdot \cos(\gamma_i - \alpha - \beta), \quad (8)$$

$$(YB_i)_2 = (OB_i)_2 \cdot \sin(\gamma_i - \alpha - \beta), \quad (9)$$

$$(OB_i)_2 = k \cdot \sqrt{(XB_i - XB_{i+1})^2 + (YB_i - YB_{i+1})^2}, \quad (10)$$

$$\operatorname{tg}(\gamma_i) = \frac{H_1/2 - YB_i}{XB_i - W_1/2}. \quad (11)$$

Но это еще не все. После произведенного поворота необходимо проверить соответствие полученного наклона $(B_3B_4)_2$ наклону A_1A_2 . Для этого сравнивается разность $dX_1 = (XB_3)_2 - (XB_4)_2$ с $dX_0 = AX_2 - AX_1$, а также разность $dY_1 = (YB_3)_2 - (YB_4)_2$ с $dY_0 = AY_2 - AY_1$. Если одна из этих разностей превышает допустимую величину, равную одному пикселю или даже менее (например, $iDX = dX_0 - dX_1$), то вычисляется новый угол $d\gamma = \arctg(iDX/dY_1)$. И производится дополнительный поворот от старого значения на этот небольшой угол. Как правило, для точности в один пиксель хватает одной такой итерации, чтобы полностью совместить наклоны $(B_3B_4)_2$ и A_1A_2 .

В завершении, остается переместить второй рисунок как целое по горизонтали на $((XB_3)_2 - AX_2)$ и по вертикали на $((YB_3)_2 - AY_2)$. В итоге, общий вид совместных карт будет выглядеть как на рис. 4.

Аналогично происходит присоединение второй карты по любой другой стороне первой (основной) карты.

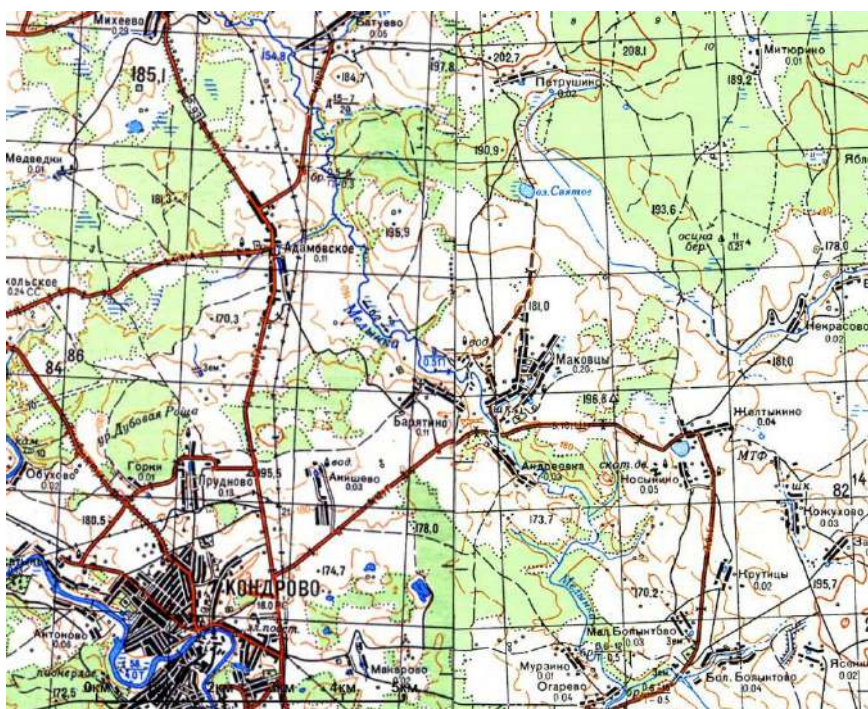


Рисунок 4 - Образец соединения двух карт

Если дело касается одного из четырех углов, то в этом случае необходимо присоединение уже трех карт. Первые две карты (одна сбоку, другая – сверху или снизу) присоединяются каждая по вышеуказанной методике. Третья (угловая) карта должна растягиваться/сжиматься уже в двух направлениях с тем (по высоте и по ширине со своими коэффициентами k_H и k_W), чтобы стороны третьей карты равнялись соответствующим сторонам первых двух присоединяемых карт. Пусть мы присоединяем угловую карту к левому верхнему углу. B_i – новые реперные точки левой карты, C_i – новые реперные точки верхней карты, D_i – реперные точки угловой карты ($i = 1, 2, 3, 4$). Расположение точек C_i и D_i такое же, как на рисунках 2 и 3. Тогда k_H^2 и k_W^2 (а, следовательно, k_H и k_W) легко определяются из двух линейных уравнений:

$$k_H^2 \cdot (YD_2 - YD_3)^2 + k_W^2 \cdot (XD_2 - XD_3)^2 = (XC_1 - XC_4)^2 + (YC_1 - YC_4)^2, \quad (12)$$

$$k_H^2 \cdot (YD_4 - YD_3)^2 + k_W^2 \cdot (XD_4 - XD_3)^2 = (XB_1 - XB_2)^2 + (YB_1 - YB_2)^2. \quad (13)$$

После получения новых значений $(XD_i)_2$ и $(YD_i)_2$ ($i=1,2,3,4$) для реперных точек третьей карты, необходимо проверить, чтобы стороны третьей карты равнялись бы соответствующим сторонам двух соседних карт. И, в случае недостаточного соответствия этим сторонам, повторить расчет системы уравнений (13)-(14), где в качестве XD_i и YD_i ($i=1,2,3,4$) выступают новые значения $(XD_i)_2$ и $(YD_i)_2$. И так до полного равенства сторон третьей карты сторонам соседних карт.

В дальнейшем, алгоритм присоединения третьей карты остается таким же, что и алгоритм присоединения одной карты.

Заключение

Представлен алгоритм присоединения электронных карт друг к другу. Само присоединение рассматривается как некоторая геометрическая задача. Но в практическом исполнении такая задача дает некоторые погрешности. Рекомендуется на каждом этапе манипуляций с изображениями карт (растяжений/сжатий и вращений) осуществлять проверку соответствия новых координат реперных точек присоединяемых карт координатам реперных точек тех карт, к которым осуществляется присоединение, и, в случае необходимости, производить корректировку вплоть до получения нужного результата.

Список литературы:

1. Сергеев Е.Б. Программный комплекс по обработке карт.// Гражданская оборона на страже мира и безопасности. Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 3-х частях. 2020, с. 148-152.
2. Сергеев Е.Б. КосмоМониторинг.// Гражданская защита, 2021, №8, с. 32-34.
3. Тарасян В.С., Дмитриев Н.В. Восстановление плана горизонталей при обработке географических карт.// Информатика, вычислительная техника и управление, 2017, № 1, с. 56-60.
4. Дедов С. В. Способ восстановления разрывов изолиний при создании цифровых моделей рельефа по топографическим картам.// Информационно-измерительные и управляющие системы. - М.: Радиотехника, 2015, т.13, № 6, с. 26–31.
5. Катаев М.Ю., Карташов Е.Ю., Рябухин В.В. и др. Методика сегментации изображений беспилотных летательных аппаратов с помощью нейронных сетей.// Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2023, т. 20, № 1, с. 55-66.

ГСНТИ 15.41.21

УДК159.9:[355.23:004.031.42](476)

ББК 88.4(4 Бей)

Наталья Валерьевна СТЕПАНОВА

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Беларусь (stepanova-nv@inbox.ru)

Формирование психологической устойчивости курсантов МЧС в образовательном процессе с использованием технологии виртуальной и дополненной реальности

Аннотация. Профессиональная деятельность спасателей-пожарных подразумевает наличие интеллектуальной, эмоциональной и физической напряженности и характеризуется

воздействием стрессогенных факторов, к которым относятся как экстремальные условия, так и эмоционально-психологический дискомфорт, которые влияют на успешность выполняемой профессиональной деятельности. Курсантам МЧС необходимо владеть специальными знаниями и навыками, которые позволят выполнять им профессиональные обязанности по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Совершенствование навыков осознанной регуляции деятельности, развитие адаптационных и личностных ресурсов может быть скорректировано через применение технологии виртуальной и дополненной реальности.

Ключевые слова: психологическая устойчивость, обучение, курсанты МЧС, виртуальная реальность.

Natalia V. STEPANOVA

University of Civil Protection, Minsk, Belarus

Formation of psychological stability of cadets in the educational process using virtual and augmented reality technology

Abstract. The professional activity of rescuers-firefighters implies the presence of intellectual, emotional and physical tension and is characterized by the impact of stressful factors, which include both extreme conditions and emotional and psychological discomfort affecting the success of performed professional activity. The cadets need to possess special knowledge and skills that allow them to perform their professional duties in the prevention and elimination of emergency situations. Improving the skills of conscious regulation of activity, the development of adaptive and personal resources can be adjusted through the use of virtual and augmented reality technology.

Keywords: psychological stability, training, cadets of the MES, virtual reality.

Деятельность пожарных-спасателей связана с высокими физическими и психологическими нагрузками, в связи с этим сформированность психологической устойчивости курсантов МЧС имеет большое значение при организации психологической подготовки. Психологическая устойчивость, является основанием для эффективного прогноза поведения, при выполнении поставленных профессиональных задач [1]. Профессиональные качества и возможности курсантов МЧС могут определяться субъективными факторами их психологической устойчивости. Данные факторы индивидуальны и во многом зависят от профессиональных знаний, умений и навыков, практической подготовки, личностных особенностей.

Изучение проблемы устойчивости в психологической науке и практике приобретает особую актуальность в связи с тем, что профессиональная деятельность спасателей-пожарных связана с наличием множества экстремальных факторов, которые могут вызывать психическую напряженность, дезорганизованность и дезадаптивность.

Значение термина «устойчивость» довольно широкое, многоплановое и многозначное. В психологию устойчивость как научная категория вошла из технической и естественной области знаний. Термин «устойчивость» может отождествляться с такими словами, как постоянство, надежность, толерантность, выносливость. Однако следует сказать, что это не тождественные слова и несут различные смысловые значения [2].

В словаре В.И. Даля «устойчивость» - стойкий, крепкий, твердый, не шаткий, в прямом и переносном значении» [3].

Согласно словарю русского языка С. И. Ожегова: «устойчивый – не подверженный колебаниям, постоянный, стойкий, твердый, «устой – то, что сложилось, устоялось, основы» [4].

Впервые на актуальность проблемы устойчивости обратила внимание Л. И. Божович. На XVIII психологическом конгрессе в 1966 г. она отметила, что наивысшую устойчивость

личности обеспечивает иерархическая система мотивов, устойчивость идеала обеспечивает устойчивость и постоянство моральных мотивов поведения, то есть усваиваемые формы поведения зависят от мотивов, стремлений и потребностей подростка и того факта насколько в данный момент они значимы [5].

В.Э. Чудновский определял, «устойчивость личности как способность человека сохранять и реализовывать в различных условиях личностные позиции, обладать определенным иммунитетом к воздействиям, противоречащим его личностным установкам, взглядам и убеждениям». Иными словами, это устойчивость личности к воздействиям различного рода, способность не отказываться от личных установок и убеждений, а также сохранять свои позиции. Так же автор указывал, что поведение человека определяется двумя способами действия: приспособление к ситуации и преобразование обстоятельств [6].

Л.В. Куликов выделяет три аспекта психологической устойчивости: стойкость, уравновешенность, сопротивляемость. Стойкость – это способность противостоять трудностям, сохранять веру в ситуациях фрустрации и постоянный (достаточно высокий) уровень настроения. Уравновешенность – соразмерность силы реагирования, активности поведения силе раздражителя, значению события (величине положительных или отрицательных последствий, к которым он может привести). Сопротивляемость – это способность к сопротивлению тому, что ограничивает свободу поведения, свободу выбора. Качество стойкости проявляется в преодолении трудностей как способность сохранять веру в себя, быть уверенным в себе, своих возможностях, как способность к эффективной психической саморегуляции. Стабильность проявляется в сохранении способности личности функционировать, осуществлять самоуправление, развиваться, адаптироваться [7].

А. Я. Анцупов, А. И. Шипилов психологическую устойчивость личности определяют как, характеристику личности способную в трудных и экстремальных ситуациях сохранять устойчивость психики. Они указывали, что психическая устойчивость формируется в процессе развития и зависит от таких факторов как: тип нервной системы человека, опыт человека, профессиональная подготовка, навыки и умения поведения и деятельности, уровень развития основных познавательных структур личности. Так же ими были выделены такие компоненты личности как: эмоциональный, волевой, интеллектуальный (познавательный), мотивационный и психомоторный [8].

Л.М. Аболин определяет понятие эмоциональной устойчивости, как «свойство, характеризующее индивида в процессе напряженной деятельности, отдельные эмоциональные процессы которого, гармонически взаимодействуя между собой, способствуют успешному достижению поставленной цели» [9].

Согласно определению Зинченко Ю.П., Куприянова И.Д. «Психологическая устойчивость понимается как интегративное свойство личности военнослужащего, характеризующееся таким взаимодействием эмоциональных, волевых, интеллектуальных и мотивационных компонентов психической деятельности, которое обеспечивает успешное достижение цели в сложной обстановке современного боя. Психологическая устойчивость характеризует функциональную надежность психики военнослужащего в ходе регуляции деятельности в условиях воздействия стресс-факторов боя» [10].

По мнению Е.В. Комаровой и Ю.Г. Долгих основным компонентом психологической устойчивости пожарных являются две группы взаимосвязанных содержательных компонентов. Это основные компоненты внутренней готовности и группа динамических компонентов, которая связана и активно функционирует с психическими процессами и состояниями [11].

Проведя анализ отечественных и зарубежных научных работ, можно сказать, что психологическая устойчивость является комплексной, динамической характеристикой личности, обеспечивающей эффективность ее действий по преодолению трудных ситуаций. Одни авторы считают ведущим когнитивный компонент, другие – эмоциональный и волевой (стрессоустойчивость, эмоционально-волевая устойчивость) или мотивационный компоненты. Некоторые исследователи предлагают рассматривать совокупность качеств,

обеспечивающих устойчивость человека к экстремальным факторам. Вместе с тем многие авторы предлагают интегративный подход к рассмотрению этого сложного качества. Например, А.Г. Маклаков ввел понятие «личностный адаптационный потенциал», который определяет устойчивость человека к экстремальным факторам и состоит из: нервно-психической устойчивости, уровня развития которой обеспечивает толерантность к стрессу; самооценки личности, определяющей степень адекватности восприятия условий деятельности и своих возможностей и ощущения социальной поддержки, обуславливающее чувство собственной значимости для окружающих; уровня конфликтности личности; опыта социального общения. Все перечисленные характеристики автор считает значимыми при оценке и прогнозе успешности адаптации к трудным и экстремальным ситуациям, а также при оценке скорости восстановления психического равновесия [12].

Таким образом мы под психологической устойчивостью будем понимать, что это – интегративная характеристика личности, сочетающая в себе совокупность качеств и свойств психики, компонентами которой, являются уравновешенность, стабильность и сопротивляемость, обладающая динамичностью развития, способностью адаптироваться к сложным жизненным ситуациям, сохранением работоспособности, поведенческой регуляции и самооценки.

Актуальность проблемы формирования психологической устойчивости у курсантов МЧС, как будущих спасателей-пожарных определяется особенностями деятельности, связанной с непосредственным воздействием разнообразных психотравмирующих факторов на физиологическую, психологическую и эмоциональную сферы жизнедеятельности будущего специалиста. Эффективное выполнение профессиональной деятельности пожарных-спасателей, зависит от индивидуальных особенностей, личностных факторов, качества профессиональной подготовки, а также от возможности психической регуляции своего поведения и состояния. Для формирования эмоциональной и психологической устойчивости курсантов МЧС к воздействию опасных факторов пожара необходима разработка новых методик практической подготовки в условиях максимально приближенных к реальной обстановке на пожаре, создание моделей чрезвычайных ситуаций [13].

С учетом прогресса в области информационных технологий в последние годы заметно вырос спрос на инновационные методы диагностики и обучения. В ходе анализа научных работ, применение технологий виртуальной и дополненной реальности является одним из современных методов обучения, так как дает возможность реализовать теоретические знания на практике, а также способствует оптимизации различных психических состояний [14]. В настоящее время существует 2 варианта реализации виртуальной реальности: комната виртуальной реальности (в ней изображение проецируется на несколько экранов, расположенных вокруг пользователя, используется звуковая система и очки, обеспечивающие пространственное восприятие) и шлемы виртуальной реальности, соединенные с компьютером, в таких условиях создается убедительное чувство погружения, или присутствия в данную среду. Использование виртуальной и дополненной реальности для формирования психологической устойчивости курсантов МЧС имеет ряд преимуществ перед традиционными средствами обучения. Благодаря тому, что виртуальная реальность помогает достаточно точно имитировать реальную среду, можно говорить о соблюдении требований экологической валидности, то есть возможности контролировать изменение любых переменных путем их точного измерения, а также их добавления или удаления, гибкости за счет пластичного изменения в сценарии всех необходимых параметров объектов и происходящих с ними событий, возможность полимодальной стимуляции, и не мало важным параметром является то, что в процессе обучения есть возможность получить необходимую информацию о различных состояниях и поведенческих реакциях курсантов МЧС [15].

Подготовка спасателей-пожарных к деятельности в условиях особого риска предъявляет особые требования и к возможности коррекции психических состояний. Повышение адаптационного потенциала личности и нервно-психической устойчивости способствует преодолению негативных психических состояний. Совершенствование

навыков психологической устойчивости, развитие адаптационных и личностных ресурсов может быть скорректировано через применение технологии виртуальной и дополненной реальности. Виртуальная среда позволяет визуализировать процессы, демонстрация которых в реальности затруднена. Курсанты МЧС, находясь в имитации возникновения, развития и последствий чрезвычайной ситуации, воспринимают происходящее от первого лица и имеют возможность взаимодействовать с предметами в виртуальном мире, что дает возможность обучать, не прибегая к воздействию опасных факторов [16]. Виртуальная и дополненная реальность позволяет путем погружения в виртуальную среду, практически опробовать полученные теоретические знания на практике в условиях максимально приближенных к реальной обстановке в чрезвычайной ситуации.

Применение технологии виртуальной реальности для погружения курсантов МЧС в виртуальное пространство позволит получить опыт и практические навыки поведения в чрезвычайной ситуации. Для развития умений и навыков большое значение имеет возможность моделировать сюжеты чрезвычайных ситуаций для более реального погружения и отработки полученных знаний. На базе Университета гражданской защиты с марта по июнь 2023 года проводилось пилотажное исследование, которое проводилось, целью которого было определить и описать возможность применения технологии виртуальной и дополненной реальности для коррекции психологической устойчивости и совладающего поведения. В исследовании приняли участие курсанты факультета предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Университета гражданской защиты, в возрасте от 20 до 21 года.

На подготовительном этапе был произведен подбор диагностического материала и формирование выборки. В ходе организации эмпирической части исследования курсанты МЧС были разделены на две экспериментальные группы. Исследование проводилось в три этапа.

На первом этапе с целью изучения психологической устойчивости и адаптивных возможностей курсантов МЧС на основе оценки некоторых психофизиологических и социально-психологических характеристик и стратегий совладающего поведения были использованы следующие методики: Многоуровневый личностный опросник Адаптивность, МЛЮ-АМ (Авторы: А. Г. Маклаков, С. В. Чермянин (1993, 2001); Опросник Способы совладающего поведения (Авторы: Р.Лазарус, С. Фолкман (Richard Lazarus, Susan Folkman, 1988), адаптация: Т. Л. Крюкова, Е. В. Куфтяк, М. С. Замышляева (НИПНИ, 2004)).

Второй этап заключался в погружении курсантов МЧС в виртуальное пространство при помощи технологии виртуальной и дополненной реальности. Для оказания воздействия на курсантов МЧС применялся экспериментальный макет тренажера с имитацией физических воздействий в условиях виртуальной реальности и его программное обеспечение. Экспериментальное воздействие осуществлялось путем моделирования чрезвычайной ситуации, основанной на технологиях визуализации и имитации возникновения и развития последствий моделируемой чрезвычайной ситуации. В комплект входит шлем виртуальной реальности, способствующий визуализации обучающей симуляции в виртуальной среде и ручные контроллеры, которые дают возможность взаимодействовать в виртуальном мире с предметами. Курсантам МЧС необходимо было правильно выполнить действия по спасению людей и тушению пожара в квартире. В экспериментальной группе 1 исследование проводилось однократно, в экспериментальной группе 2 исследование было проведено три раза.

На третьем этапе проводилось повторное диагностическое исследование курсантов МЧС после экспериментального воздействия.

Таким образом было установлено, что в соответствии с полученными результатами в ходе эмпирического исследования применение экспериментального макета тренажера в условиях виртуальной реальности, предоставляет возможность применения технологии виртуальной и дополненной реальности для коррекции психологической устойчивости и совладающего поведения курсантов МЧС.

Список источников

1. Николовская, Н. А. Анализ психологической устойчивости сотрудников МЧС стандартизированным многофакторным методом исследования личности (СМИЛ) / Н. А. Николовская, Б. П. Невзоров, Ю. А. Фадеев // Вестн. Кемер. гос. ун-та. – 2016. – № 2. – С. 131–135.
2. Казанков, В. В. Психология устойчивости / В. В. Казанков. – СПб. : Издат. решения, 2019. – 324 с.
3. Даль, В.И. Толковый словарь русского языка: современное написание / В.И. Даль. - М.: АСТ, 2019. - 224 с.
4. Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов. - М.: АСТ, 2018. - 282 с.
5. Божович, Л. И. Личность и ее формирование в детском возрасте / Л. И. Божович. – СПб. : Питер, 2008. – 398 с.
6. Чудновский, В. Э. Нравственная устойчивость личности: Психологическое исследование / В. Э. Чудновский. – М. : Педагогика, 1981. – 208 с.
7. Куликов, Л. В. Психогигиена личности: вопросы психологической устойчивости и психопрофилактики / Л. В. Куликов. – СПб. : Питер, 2004. – 464 с.
8. Анцупов, А. Я. Конфликтология : учеб. для вузов / А. Я. Анцупов, А. И. Шипилов. – 6-е изд. – СПб. : Питер, 2019. – 528 с.
9. Аболин, Л. М. Эмоциональная устойчивость и пути ее повышения / Л. М. Аболин // Вопр. психологии. – 1989. – № 4. – С. 141–148.
10. Военно-психологический словарь-справочник / под общ. ред. Ю. П. Зинченко ; О-во психологов силовых структур. – М. : ИД Куприянова, 2010. – 592 с.
11. Комарова, Е. В. Проблемы формирования психологической устойчивости сотрудников МЧС России к экстремальным факторам профессиональной деятельности / Е. В. Комарова, Ю. Г. Долгих // Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций : сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2007. – С. 47–48.
12. Маклаков, А. Г. Личностный адаптационный потенциал: его мобилизация и прогнозирование в экстремальных условиях // Психологический журнал. 2001. Т. 22, № 1. С. 16–24.
13. Харин, В. В. Психологические особенности готовности к профессиональной деятельности курсантов образовательных учреждений ГПС МЧС России / В. В. Харин, О. В. Стрельцов, С. И. Рюмина // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2017. – Т. 1, № 8. – С. 390–393.
14. Биденко, Р. А. Социально-психологические и личностные факторы совладающего поведения курсантов Росгвардии : дис. ... канд. психол. наук : 19.00.05 / Р. А. Биденко. – Новосибирск, 2022. – 179 л.
15. Войсунский, А. Е. О применении систем виртуальной реальности в психологии / А. Е. Войсунский, Г. Я. Меньшикова // Вестн. Моск. ун-та. Сер.14, Психология. – 2008. – № 1. – С. 22–36.
16. Бузанов, К. Э. Влияние виртуальных реальностей на функциональное состояние человека оператора / К. Э. Бузанов, Н. С. Троян, М. А. Четоркина // Биопсихологический возраст профессионалов: результаты и перспективы исследований : коллектив. моногр. / под ред. Т. Н. Березиной. – М. : Энциклопедист-Максимум, 2019. – С. 139–158.

ГСНТИ 81.92.05
УДК 614.842/.847
ББК 38.96

Кристина Александровна ТАРАН

Студент 2 курса по направлению «Юриспруденция», ЧОУ ВО Южный Университет (ИУБиП), Ростов-на-Дону, Россия (trnkrstn@gmail.com, SPIN 3905-7004, ID: 120207)

Цифровизация процессов управления при предупреждении и ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций

Аннотация. Пожары и другие чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера могут застать человека врасплох. Это может произойти где угодно: дома, на работе, на отдыхе. Многие пренебрегают мерами защиты от данных непредвиденных обстоятельств. В статье поднимается актуальная на сегодняшний день проблема обеспечения пожарной безопасности в современном мире. В условиях цифровизации общества и роботизации различных процессов во всех сферах жизнедеятельности, значительно увеличились возможности. Цифровизация не обошла стороной проблему предупреждения и ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций. В ходе исследования автором были рассмотрены основные противопожарные механизмы, всячески помогающие человеку и защищающие его, а также были выдвинуты их преимущества. Также рассмотрены сведения о новейших разработках и их применении. Особое внимание уделяется важности приобретения данных механизмов для жизни и здоровья человека, ведь они являются его главным помощником. Предлагаются основные пути внедрения данных защитных механизмов и агитация населения об их важности. В условиях цифрового общества система пожарной безопасности с каждым годом становится эффективнее и надежнее. С развитием инноваций становится проще контролировать опасные происшествия и предупреждать их появление, и только они могут изменить ситуацию в стране и мире к лучшему.

Ключевые слова: пожар, чрезвычайная ситуация, цифровизация, предупреждение пожаров, роботизация процессов, автоматизация, пожарная безопасность, ликвидация пожаров, инновации, механизмы, разработки, искусственный интеллект

Kristina A. TARAN

2nd year student in the direction of "Jurisprudence", PEI HE Southern University (IMBL), Rostov-on-Don, Russia

Digitalization of management processes in the prevention and elimination of fires and emergencies

Abstract. Fires and other emergencies of a natural and man-made nature can take a person by surprise. This can happen anywhere: at home, at work, on vacation. Many neglect measures to protect against these unforeseen circumstances. The article raises the current problem of ensuring fire safety in the modern world. In the conditions of digitalization of society and robotization of various processes in all spheres of life, opportunities have significantly increased. Digitalization has not bypassed the problem of preventing and eliminating fires and emergencies. In the course of the study, the author examined the main fire-fighting mechanisms that help and protect a person in every possible way, and also put forward their advantages. Information about the latest developments and their application is also considered. Particular attention is paid to the importance of acquiring these mechanisms for human life and health, because they are his main assistant. The main ways of introducing these protective mechanisms and public agitation about their importance are proposed. In the conditions of a digital society, the fire safety system is becoming more efficient and reliable every year. With the development of innovations, it becomes easier to control dangerous incidents and prevent their occurrence, and only they can change the situation in the country and the world for the better.

Key words: fire; emergency, digitalization, fire prevention, robotization of processes, automation, fire safety, fire elimination, innovations, mechanisms, developments, artificial intelligence

Чрезвычайные ситуации (ЧС) подстерегают нас повсюду. Это могут быть транспортные катастрофы, различные промышленные аварии, многие из которых протекают с последующим выбросом опасных веществ. К числу ЧС относятся и внезапные обрушения жилых зданий и различных сооружений, происшествия природного характера, а также пожары и взрывы.

Пожары - это самое распространенное чрезвычайное происшествие в современном мире. Они наносят большой материальный ущерб и почти всегда связаны с ухудшением условий жизнедеятельности, получением многочисленных ожогов или гибелью людей.

Согласно статистике пожаров и их последствий по состоянию на 2018-2022 годы, количество пожаров уменьшилось, но показатели по-прежнему очень высокие.

По данным таблицы, в которой представлены основные показатели обстановки с пожарами за 2022 год, зафиксировано 352509 случаев, 192310 из них произошли в городах, 160199 в сельской местности. Прямой материальный ущерб от данных случаев составил 18701109 рублей, количество погибших - 7746 человек, количество травмированных - 8140 человек. [1]

Таблица - Основные показатели обстановки с пожарами за 2022 год

Наименование показателя	Итого по РФ
Всего случаев (ед.):	352 509
В городах (ед.):	192 310
В сельской местности (ед.):	160 199
Прямой материальный ущерб (тыс. руб.):	18 701 109
Количество погибших (чел.):	7 746
Количество травмированных (чел.):	8 140

С каждым годом развивается инфраструктура, строятся высотные здания, появляются новые потенциально опасные объекты (ПОО). Результатом приведенных событий становится высокая вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций, рост количества угроз жизни человека и его безопасности. В частных жилых помещениях, а также высотках и небоскребах жертвами пожара становятся около 90% человек от общего количества погибших при пожаре по стране. Это говорит о низкой обеспеченности зданий и самих жильцов средствами пожаротушения, обнаружения и оповещения о пожаре. Также многие жилые помещения и находящаяся там техника пребывают в изношенном состоянии и нуждаются в ремонте. Высокий процент возгораний происходит по вине самого человека. Люди халатно относятся к технике, пренебрегают мерами противопожарной безопасности, а в некоторых случаях и вовсе не задумываются о последствиях своих действий из-за недостаточной осведомленности о средствах предупреждения и ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций.[2]

Также за последнее время человечество становится свидетелем опасных и разрушительных событий, связанных с возгоранием в природной среде. Лесные пожары обнаружить намного сложнее, чем возгорания в жилых помещениях. Человек может не заметить разрастающееся пламя в лесу на ранних стадиях. Очаг возгорания очень большой, поэтому такие пожары практически невозможно потушить.

Обеспечение комплексной безопасности и защита общества от огромного количества чрезвычайных ситуаций, в том числе пожаров - одна из наиболее важных функций государства.¹ Но количество пожаров не сокращается. Иногда человек из-за страха и паники

¹ Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» // КонсультантПлюс

не может вовремя отреагировать при возникновении первых признаков ЧС, в других же ситуациях, сотрудники пожарных служб не успевают приехать на место происшествия, так как пожар – это быстрое, стремительное и неконтролируемое человеком горение. А во многих случаях люди даже и не задумываются о последствиях своих действий и мерах противопожарной безопасности, думая, что все обойдется.

Особое внимание уделяется повышению эффективности работ по предупреждению, предотвращению и ликвидации пожаров в современных условиях.¹ Сейчас, в эпоху цифровизации создано множество механизмов, позволяющих предупредить появление пожара или другой чрезвычайной ситуации и ликвидировать первые очаги её зарождения.

С наступлением весны 2023 года человечество столкнулось с серией лесных пожаров, затронувших многие регионы. В условиях высокой температуры и сильного ветра затруднялась возможность ликвидации огня, тушить его представлялось практически невозможным. В регионах местные власти были вынуждены ввести режим чрезвычайной ситуации и запретить посещение и прогулки по лесу. Проблема остается острой, особенно в весеннее и летнее время. В современном мире её решение требует инновационных подходов — только с помощью инноваций можно изменить ситуацию к лучшему. [3]

Искусственный интеллект (ИИ) значительно упрощает борьбу с лесными пожарами. Существует два аспекта работы ИИ. В первом изображении с дронов транслируются в нейросети, специально обученной распознавать пожары. Спутники также помогают в предоставлении необходимой информации, что значительно упрощает процесс предупреждения пожаров и управление ими. Во втором случае используются сенсорные системы. С помощью датчиков измерения температуры, влажности и других необходимых показателей этот подход помогает вовремя обнаружить первые очаги возгорания, что делает возможным предсказание огненных бедствий. ИИ используется также для прогнозирования чрезвычайных ситуаций и факторов риска их возникновения. Инновации могут даже повысить эффективность работы спасателей и других специальных служб. Существует механизм компьютерного зрения, улучшающий видимость при условии ее недостаточности или отсутствия. [4]

С каждым годом все больше развиваются возможности широкого применения датчиков и других цифровых технологий, что особенно важно в сфере пожарной безопасности. Все мы знаем о датчиках дыма, сигнализациях, устройствах тушения пламени. Также, в системе пожарной сигнализации разработаны специальные видеокамеры со встроенным ИИ. Они с помощью определенных методик быстро и с высокой точностью определяют очаг возгорания и передают информацию на главный пульт. [5]

Стандартные планы эвакуации всё еще продолжают существовать, но многие люди в экстренной ситуации не могут вспомнить или найти их местоположение. В таких ситуациях на помощь опять же приходит нейронная сеть. Она находит очаг возгорания, в соответствии с ним определяет пути развития пожара и за считанное время выстраивает наименее опасные и быстрые пути эвакуации. Нейросеть присылает сообщения на смартфоны тех, кто находится в здании, и следит за ситуацией при помощи цифровой копии объекта. Такой механизм спасает жизни многих людей, которых пожар застал прямо на работе. [6]

Для человека особенно важно чувствовать себя в безопасности. В этом обществе хорошо помогает система «Умный дом». Важным направлением этого механизма является пожарная безопасность. ИИ призван защищать своего владельца от непредвиденного замыкания, утечки газа и других происшествий, которые могут стать возможной причиной возгорания. Главной их задачей является не ликвидация самого пожара, а предупреждение хозяина дома о его возникновении, предотвращение распространения огня. [7]

¹ Указ Президента РФ от 01.01.2018 №2 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» // КонсультантПлюс

Самыми действенными считаются автоматизированные системы пожаротушения. Все элементы таких систем взаимосвязаны и представляют собой особый механизм, состоящий из емкостей, заполненных огнетушащим средством, сетей, которые их распыляют и других механизмов тушения пожаров. Данные системы автоматически тушат возникшее возгорание по определенному предупреждающему сигналу, например, с помощью засыпания очага возгорания специальным порошком.[8]

Предупредить возникновение ЧС во многом помогает Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС). С 2020 года известны разработки в этом направлении. Теперь существует специальная информационная платформа «Атлас опасностей и рисков». Платформа содержит в себе информацию о рисках возникновения ЧС различного характера, угрожающих жизни общества. К ним относятся землетрясения, наводнения, пожары, эпидемии и другие опасные явления, представляющие собой угрозу безопасности. Данные публикуются в сети Интернет и доступны абсолютно всем пользователям. С течением времени информация дополняется и обновляется. С помощью данных нововведений уже удалось предотвратить множество чрезвычайных ситуаций. [9]

В современном обществе только внедрение инноваций в сферу противопожарной безопасности и предотвращения других чрезвычайных ситуаций может изменить ситуацию в лучшую сторону. Цифровизация различных процессов выполняет функции предупреждения и ликвидации пожаров и ЧС гораздо эффективнее и быстрее человека. Новые механизмы позволяют во многом упростить различные действия, так как они с легкостью ежесекундно получают, считывают и обрабатывают огромное количество информации непосильной для человека.[10] Они делают это с огромной скоростью и помогают пользователю или специальным службам вовремя отреагировать, что значительно сокращает время и сохраняет жизни. ИИ, заложенный в данные механизмы обладает особыми функциями, как предупреждения, так и ликвидации возгорания. Такие системы и входящие в них устройства не требуют особого обслуживания и ухода за ними, так как они работают автоматически в режиме реального времени.

Как уже говорилось, проблема заключается в том, что многие люди пренебрегают различными механизмами противопожарной защиты, не считая это необходимым. Другие же недостаточно проинформированы об инновационных системах пожарной безопасности, либо в силу их высокой стоимости всячески откладывают покупку. Также рассматривая эффективность данных систем, не стоит забывать о том, что даже в таких надежных механизмах по разным причинам может произойти сбой, способный привести к угрозе жизни, здоровью и безопасности людей и порче их имущества.

Данные проблемы можно решить с помощью нескольких способов. Чтобы проинформировать население по данной теме и убедить их в важности цифровых противопожарных систем предлагаются различные меры агитации. Этот метод может быть реализован с помощью информационной рекламы на телевидении, раздачи листовок и памяток жителям о мерах пожарной безопасности и механизмах, которые могут в этом помочь. Решить проблему высокой стоимости механизмов предупреждения и ликвидации пожаров можно на государственном уровне с помощью введения льготной системы для пенсионеров, многодетных и неполноценных семей и других малообеспеченных слоев населения. Семьям и отдельным лицам, которым бюджет позволяет приобрести данные противопожарные системы рекомендуется не пренебрегать своим здоровьем и безопасностью и незамедлительно установить эти инновационные разработки. Пользователям противопожарных установок перед использованием обязательно нужно внимательно читать инструкции и советы по эксплуатации, чтобы не допустить сбоя в системе. В условиях развития цифрового общества техника совершенствуется с каждым годом, ее исправность и качество работы находится в руках самого пользователя.

Дальнейшее внедрение цифровых технологий в сферу пожарной безопасности и их всеобщее использование помогут минимизировать риски возникновения чрезвычайных ситуаций, сэкономить время, сохранить жизни тысяч людей, природные объекты и лесные массивы, жилые помещения и другие сооружения. Людям не стоит забывать об инновациях в этой сфере, ведь технологии могут значительно упростить и обезопасить их жизни.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.-аналитич.сб. / В.С. Гончаренко, Т.А.Чечетина, В.И. Сибирко [и др.]. - П 46- Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. - 80 с. – Текст: непосредственный.
2. А.С. Беломестных, А.В. Малыхин, А.В. Пешков Анализ пожарной опасности в жилом секторе Российской Федерации // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. 2009. №4 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-pozharnoy-opasnosti-v-zhilom-sektore-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 09.09.2023).
3. Гельман. А Технологические тренды-2023 в тушении и предупреждении природных пожаров / А. Гельман // Инвест-Форсайт : деловой журнал. – 2023. – URL: <https://www.if24.ru/tehnologicheskie-trendy-2023/> (дата обращения: 09.09.2023).
4. Калиев Данияр Исатаевич, Швец Ольга Яковлевна СВЁРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРОВ ПО ДАННЫМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ // Программные системы: теория и приложения. 2022. №1 (52). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/svyortochnye-neyronnye-seti-dlya-resheniya-zadach-obnaruzheniya-pozharov-po-dannym-aerofotosemki> (дата обращения: 09.09.2023).
5. Гельман А. Пожарная безопасность в 2023: новейшие технологические тренды / А. Гельман // vc.ru : сайт. – 2023. – URL: <https://vc.ru/future/827102-pozharnaya-bezopasnost-v-2023-noveyshie-tehnologicheskie-trendy> (дата обращения: 09.09.2023).
6. Чернов Д. Внедрение цифровых технологий в пожарную безопасность / Д. Чернов // Secuteck.Ru : сайт. – 2019. – URL: <https://www.secuteck.ru/articles/vnedrenie-cifrovyyh-tekhnologij-v-pozharnuyu-bezopasnost> (дата обращения 09.09.2023)
7. Макаров В. В., Гусев С. С. АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ КАК СЕГМЕНТА «УМНОГО ДОМА» // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. №3 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritmy-raboty-sistemy-pozharnoy-signalizatsii-kak-segmenta-umnogo-doma> (дата обращения: 09.09.2023).
8. Шкода, А. А. Цифровизация в области противопожарной защиты / А. А. Шкода, В. А. Солопова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 20 (467). — С. 76-77. — URL: <https://moluch.ru/archive/467/102744/> (дата обращения: 09.09.2023).
9. О цифровом развитии единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций / С. Н. Нехорошев, А. Н. Кудрявцев, А. П. Попов, Н. В. Свентская // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18, № S. – С. 60-67. – DOI 10.54234/CST.19968493.2021.18.S.8.60. – EDN OLOOGW.
10. Таран, К. А. Трансформация права в условиях развития цифровых технологий / К. А. Таран // Вестник науки. – 2023. – Т. 2, № 8(65). – С. 94-98. – EDN XQRFQV.

ГСНТИ 28.23.37

УДК 004.8

ББК 32.813

Марина Евгеньевна ТОЛПЕКИНА

ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России», Донецк, ДНР, Россия
(tolpekina.marina@gmail.com, SPIN 7289-0378, ID: 1066818)

Проблемы внедрения и перспективы использования искусственного интеллекта при обеспечении пожарной безопасности

Аннотация. В статье представлены основные области применения искусственного интеллекта в пожарной безопасности, отмечены основные используемые технологии, указаны преимущества и специфика их практического использования, а также отмечена эффективность применения. Рассмотрены вопросы и выполнен анализ проблем внедрения систем искусственного интеллекта, предложены направления по расширению их

применения. Разработана структура проекта создания чат-бота по обучению и тестированию по пожарной безопасности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, алгоритм, нейронные сети, программное обеспечение, мониторинг, анализ, автоматизация

Marina E. TOLPEKINA

FSGEE HVT «Donetsk Institute of SFS of EMERCOM of Russia», Donetsk, DPR, Russia

Problems of implementation and prospects for the use of artificial intelligence in ensuring fire safety

Abstract. The article presents the main areas of application of artificial intelligence in fire safety, notes the main technologies, indicates the advantages and specifics of their practical use, and also notes the effectiveness of use. The issues were considered and an analysis of the problems of introducing artificial intelligence systems was carried out, directions for expanding the application were proposed. The structure of the project for creating a chatbot for fire safety training and testing has been developed.

Key words: artificial intelligence, algorithm, neural networks, software, monitoring, analysis, automation

Последнее время характеризуется активным внедрением систем искусственного интеллекта (ИИ) во все сферы деятельности. Способность ИИ анализировать огромный, ежедневно создаваемый объем данных на основе определенных правил и алгоритмов делает его необходимым и востребованным инструментом. Стремительное развитие данных технологий позволяет ожидать инновационных применений в будущем.

Цифровая трансформация МЧС подразумевает внедрение ИИ-систем, которые будут выполнять ряд важных функций. Эти функции включают автоматическое распознавание повреждений инфраструктуры со снимков дистанционного зондирования Земли системы космического мониторинга МЧС, а также выявление аномалий и кромки таяния льда на спутниковых снимках. Более того, искусственный интеллект поможет прогнозировать прохождение циклических паводков и проводить мониторинг зон затопления, классифицировать входящие потоки сведений и динамически рассчитывать риски на основе прогнозных данных и истории неблагоприятных явлений [3]. Еще один вариант применения ИИ – обмен межведомственными фото и видеопотоками, их анализ компьютерным зрением в интересах МЧС. А также использование архива и анализ динамических климатических данных для более точного прогнозирования погоды и предупреждения погодных стихийных бедствий [1].

Чат-боты и нейронные сети – две новые технологии, которые внедряются и используются во многих отраслях.

Чат-бот – это программа, которая общается с пользователем с помощью текстовых сообщений. Она оснащена искусственным интеллектом, который позволяет ей обрабатывать информацию и даёт возможность ответить на вопросы пользователей. Многие компании и государственные структуры используют чат-боты для облегчения взаимодействия с населением, улучшения уровня обслуживания и оказания помощи.

Нейронные сети – это программы, которые могут обучаться, обрабатывая огромные потоки данных. Нейронные сети состоят из взаимосвязанных узлов, похожих на нейроны в головном мозге [2]. Эти узлы способны научиться распознавать шаблоны в данных. Их можно использовать для решения различных задач, таких как распознавание изображений, обработка естественного языка и обнаружение угроз.

В настоящее время чат-боты стали широко использоваться во многих сферах жизнедеятельности человека с целью облегчения повседневных задач. К преимуществам их использования можно отнести быстроту и удобство взаимодействия, так как чат-боты работают круглосуточно и могут обрабатывать большое количество запросов одновременно. Таким образом, появляется экономия времени и снижение нагрузки на сотрудников, сокращается количество звонков, писем и обращений в поддержку, что значительно высвобождает время сотрудников, которые могут более эффективно распределить свои ресурсы на решение более важных проблем [4].

Чат-боты применяются на различных предприятиях и в корпоративных сетях. Они используются для обучения персонала технике безопасности, имитируют поведение диспетчера в чрезвычайной ситуации, рассылают уведомления и напоминания о различных мероприятиях, проводят регулярное тестирование по технике безопасности.

В пожарной безопасности, тоже часто применяются чат-боты, так еще в 2017 году МЧС РФ, был внедрен пробный вариант чат-бота, в котором было описано 32 возможных сценария безопасного поведения в случаях самых разных ситуаций – от утечки газа и пожара до землетрясения.

Также чат-боты используются для обеспечения безопасности в зданиях, офисах и других общественных местах. Они могут автоматически определять положение человека в помещении и предупреждать о возможной опасности.

Предлагаются следующие направления по расширению использования чат-ботов в пожарной безопасности:

1. Создание и расширение использования чат-ботов на официальных каналах в популярных мессенджерах и мобильных приложениях.
2. Использование геолокации для оперативного оповещения о чрезвычайных ситуациях.
3. Использование чат-ботов для поиска, анализа и использования нормативной документации.
4. Использование чат-ботов для активного обучения пожарной безопасности и проведения тестирования по поведению в случаях развития различных чрезвычайных ситуаций [5].

Для разработки чат-бота по обучению и тестированию по пожарной безопасности предлагается следующая структура проекта:

1. Регистрация и авторизация в боте.
2. Разработка сценариев использования.
3. Создание мероприятий.
4. Формирование базы ответов.
5. Анализ статистики.
6. Формирование отчетов.

Активное использование информационных технологий оказывает положительное влияние на пропаганду пожарной безопасности, благодаря чему повышается интерес к данной проблеме, а также увеличивается взаимодействие населения с государственными службами.

Рассмотрим проблемы внедрения и использования нейронных сетей. Одной из самых больших проблем при использовании чат-ботов и нейронных сетей являются этические последствия. Эти технологии могут использоваться для сбора и анализа больших объемов данных, что вызывает опасения по поводу конфиденциальности и защиты данных. Важно обеспечить ответственное и этичное использование этих технологий и защиту частной жизни людей.

Еще одна проблема при использовании чат-ботов и нейронных сетей в пожарной безопасности – сложность обучения и настройки этих моделей. Нейронным сетям для обучения требуется большой объем данных, а процесс настройки этих моделей может занимать много времени и вычислительных ресурсов. Важно убедиться, что эти модели правильно обучены и настроены, чтобы они могли эффективно обнаруживать и предотвращать угрозы.

Более того, из-за постоянного развития угроз остается необходимость постоянного обновления моделей и алгоритмов. Это может быть проблемой, так как требует много ресурсов и опыта. И как следствие, ещё одной проблемой, с которой сталкиваются организации, является недостаток квалифицированных специалистов в области информационных технологий.

Будущее чат-ботов и нейронных сетей в сфере пожарной безопасности многообещающе. По мере развития этих технологий они будут становиться всё более эффективными в обнаружении и предотвращении чрезвычайных ситуаций. Они могут быть использованы для автоматизации процессов мониторинга и обнаружения угроз, предотвращения атак и ответа на инциденты, проведения обучения и тестирования.

Тем не менее с развитием технологий и улучшением алгоритмов, использование чат-ботов и нейросетей будет становиться все более распространенным и эффективным. Эти технологии могут помочь организациям обеспечить более надежную защиту своих информационных систем и данных.

Внедрение систем ИИ поможет повысить достоверность информации и существенно сократить время принятия управленческих решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Список источников

1. Авдонин Д.В. Искусственный интеллект в метеорологической отрасли // Вестник науки. 2023. №7 (64).
2. Бакиров И. К., Гареев Д. О. Роль искусственного интеллекта в развитии пожарной безопасности. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию образования гражданской обороны, Иваново, 19 апреля 2022 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – 523 с.
3. Владимиров В. А., Козубай М. П., Прокошев В. Г., Кузьмин О. В., Трифонова Т. А., Аракелян С. М. Прогнозирование уровня весенних паводков и мониторинг зон затопления на основе ГИС-технологий и систем искусственного интеллекта // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2012. №2.
4. Горячкин Б.С., Галичий Д.А., Цапий В.С., Бурашников В.В., Крутов Т.Ю. Эффективность использования чат-ботов в образовательном процессе // E-Scio. 2021. №4 (55).
5. Толпекина М.Е. Повышение мотивации изучения математических дисциплин с использованием информационных технологий. Сборник научно-методических работ. – Вып. 13. – Донецк: ДонНТУ, 2023. – 209 с.

ГСНТИ 81.93.21
УДК 614.842.661
ББК 68.9

Дидархан Сактапбергенович УВАЛИЕВ

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (Starik1791@mail.ru, SPIN-код: 5217-3838, ID: 53741037)

Критерии привлечения сил и средств экстренных оперативных служб на крупные происшествия

Аннотация. Рассмотрены системы оперативного и повседневного управления экстренными оперативными службами. Определены критерии оценки эффективности реагирования экстренных оперативных служб, значимых для органов управления служб и Системы-112. Разработаны критерии привлечения сил и средств экстренных оперативных служб на крупные происшествия, в зависимости от специфики службы и происшествия, а

также изменений окружающей среды. Критерии оптимизируют человеческие и материальные ресурсы, не создавая противоречий интересам органам управления экстренных оперативных служб и Системы 112.

Ключевые слова: критерий, происшествие, экстренная служба, привлечение, эффективность, экипаж

Didarkhan S. Uvaliev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Criteria for the response of emergency services to major incidents

Abstract. The systems of operational and daily management of emergency operational services are considered. Criteria for assessing the effectiveness of response efficiency of emergency operational services significant for the management bodies of services and System-112 are defined. Criteria for the response of forces and means of emergency operational services to major incidents are developed, depending on the specifics of the service and the incident, as well as environmental changes. The criteria optimize human and material resources without creating conflicts of interest to the management bodies of emergency operational services and System 112.

Key words: criterion, incident, emergency service, response, effectiveness

В начале XXI века в Российской Федерации внедрена система вызова экстренных оперативных служб (ЭОС) – Система-112. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 21 ноября 2011 г. № 958 «О системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112»» основными целями создания являются:

- а) организация вызова экстренных оперативных служб по принципу «одного окна»;
- б) организация комплекса мер, обеспечивающих ускорение реагирования и улучшение взаимодействия экстренных оперативных служб при вызовах (сообщениях о происшествиях);
- в) реализация требований гармонизации способа вызова экстренных оперативных служб в Российской Федерации с законодательством Европейского союза.

Деятельность ЭОС является многосторонней, причем различные стороны деятельности взаимосвязаны и переплетены друг с другом [1, 2, 3]. Управление ЭОС характеризуется гибкостью процессов и основано на ежедневном анализе больших объемов информации, включая количество выездных экипажей, время поступления сообщения о происшествии, ежедневное распределение экипажей на происшествия – значимые для Системы-112 и оказание помощи выездным экипажами, материально-техническое и кадровое обеспечение, внутреннее управление качеством и безопасностью деятельности – значимые для органа управления ЭОС.

Для Системы 112 как субъекта управления отсутствуют отличия между экипажами экстренных служб, за исключением оперативного реагирования на происшествия, но для органа управления ЭОС важно принадлежность к ведомству и на определенной территории (муниципальное, региональное, межрегиональное и федеральное).

Проанализировано оперативное и повседневное управление пожарно-спасательными подразделениями (ПСП), выездными бригадами скорой медицинской помощи (СМП), нарядами патрульно-постовой службы полиции (ППСП). Определение критериев эффективности значимых для органов управления ЭОС позволит сопоставить их к оперативности реагирования, значимой для Системы 112. А также разработать критерии привлечения сил и средств ЭОС на крупные происшествия.

Планирование, организация деятельности и система реагирования регламентирована требованиями:

Приказа МЧС России от 25.10.2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах» – для ПСП;

Приказа Минздрава России от 20.06.2013 № 388н «Об утверждении Порядка оказания скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи» – для СМП;

Приказа МВД России от 29.01.2008 № 80 «Вопросы организации деятельности строевых подразделений патрульно-постовой службы полиции (вместе с Уставом патрульно-постовой службы полиции)» – для ППСП.

Для удобства сравнения, выделены схожие параметры управления сил и средств ЭОС, которые представлены в таблице.

Таблица – Параметры управления силами и средствами ЭОС

ЭОС	Руководство	Границы ЭОС	Пункт постоянной дислокации (ППД)	Класс ТС	Профиль	Время прибытия	Численность экипажа	Особенности возвращения в ППД	Особенности привлечения	Передислокация в границы других ЭОС
ПСП	Начальник ПСП	Район выезда	ПСП	А, В, С	-	Не более 10 минут	2-6	Через заправку водой в ПСП	-	С учетом обстановки
СМП	Старший врач станции СМП	Территория обслуживания	Станция СМП	В, С	Общепрофильные и специализированные	Не более 20 минут	2-4	Эвакуация пациента в мед. учреждение, с учетом предварительного диагноза	С учетом вероятности совершения преступления	-
ППСП	Командир ППСП	Патрульный участок	-	А, В	-	-	Расчетное, но не менее 2-х	Доставка задержанного в отделение полиции	-	С учетом обстановки

Из таблицы видно что, параметры схожи, но значения различны. Тем самым, привлечение экипажей на происшествия организовано разнообразно. Данный факт, несомненно, связан со спецификой ЭОС, что позволяет выделить критерии эффективности деятельности ЭОС.

Исследования в области уголовно-правового и криминологического моделирования в сфере борьбы с организованной преступностью, тенденции уголовно-правового регулирования противодействия организованной преступности активно проводились авторами [4, 5, 6]. Предложены методологические и методические подходы к разработке моделей противодействия организованной преступности при планировании мер борьбы с ней. Но возможности математического моделирования не используются для рационального привлечения сил и средств нарядов ППСП на крупные происшествия.

К примеру, в ППСП маршрут следования и численность личного состава наряда определяется руководством ежедневно, с учетом реально складывающейся оперативной обстановке и посредством системы установленных технических средств (видеонаблюдения и «гражданин-полиция») на улицах, объектах транспорта и в других общественных местах, а также:

Географические, социально-экономические особенности региона (города, района), численность, состав и движение коренного населения, приток иногородних и иностранных граждан и лиц без гражданства, характеристики улиц, места размещения и режим работы предприятий, организаций и учреждений, расположение объектов особой важности, жизнеобеспечения, разрешительной системы, банков, специальных учреждений органов внутренних дел;

Плотность пассажиропотока на объектах метрополитена, железнодорожного, воздушного и водного транспорта с учетом сезонности (времени года);

Количество, уровень, динамика и структура преступности, административных правонарушений, совершаемых на улицах, объектах транспорта и в других общественных местах с учетом времени года, суток и метеорологических условий.

Предположим, что маршруты следования нарядов ППСП построены научным методом, с расчетом риска преступности, так при происшествии направляется ближайший наряд ППСП. Но при крупном происшествии будут направлены также ближайшие наряды, без учета вероятности преступлений в оставленных районах патрулирования. При привлечении сил и средств ППСП на крупные происшествия, необходимо учитывать районы с высоким риском совершения преступления, также как и районы с высоким риском заболеваемости или смертности при привлечении СМП, или риск возникновения пожара или гибели человека на пожаре при привлечении ПСП.

ППСП это одно из реагирующих подразделений МВД России, также как и дорожно-патрульная служба, предназначенная для: сохранения жизни, здоровья и имущества участников дорожного движения, защита их законных прав и интересов, а также интересов общества и государства; обеспечения безопасного и бесперебойного движения транспортных средств; предупреждения и пресечения преступлений и административных правонарушений в области дорожного движения. В МЧС России помимо ПСП существуют специализированные ПСП и аварийно-спасательные подразделения.

Экипажи СМП по своему составу подразделяются на врачебные и фельдшерские, а по своему профилю подразделяются на общепрофильные и специализированные. Специализированные выездные бригады скорой медицинской помощи подразделяются на бригады:

- а) анестезиологии-реанимации, в том числе педиатрические;
- б) педиатрические;
- в) психиатрические;
- г) экстренные консультативные;
- д) авиамедицинские.

А выбор медицинской организации для доставки пациента при осуществлении медицинской эвакуации производится исходя из тяжести состояния пациента, минимальной по времени транспортной доступности до места расположения медицинской организации и профиля медицинской организации, куда будет доставляться пациент.

Авторами [7, 8, 9] проводились исследования в разработке моделей реагирования СМП. Исследователем [10] предложен метод рационального привлечения ПСП на пожары по повышенным рангам. И если СМП, в зависимости возраста пациента, характера травмы или заболевания учитывается профиль СМП, то МВД и МЧС России нет. Должностные лица ППСП не уполномочены привлекать граждан к административной ответственности за нарушения правил дорожного движения (имеют право составить протокол по некоторым статьям). А аварийно-спасательное подразделение не направляют на ликвидацию дорожно-транспортного происшествия, если ближайшим является ПСП. Хотя данный критерий, возможно, использовать для эффективного привлечения сил и средств иного происшествия.

При оказании медицинской помощи, пресечении преступной деятельности или тушении пожара особое значение имеет численность экипажа. Численность сотрудников увеличивает вероятность успешного выполнения задач. А при крупном происшествии этот фактор весьма значим. Несомненно, когда основные силы и средства ЭОС уже сосредоточены на месте крупного происшествия, то очень трудно определить какие экипажи направить последними: один с четырьмя сотрудниками или два экипажа с той же общей численностью.

Помимо проанализированных критериев для привлечения сил и средств ЭОС на крупные происшествия можно выделить критерии в обеспеченности личного состава оборудованием и инструментами (вооружением), средствами связи, состояние и моторесурс техники, уровень квалификации и опыт работы.

Предлагаемые критерии эффективности привлечения сил и средств ЭОС на крупные происшествия возможно увеличивать или уменьшать в зависимости от складывающейся обстановки или специфики ЭОС. Ведь существуют и другие ЭОС: такие подразделения как: Росгвардия, антитеррор, газовая служба. И если у силовых подразделений система

управления будет схожа, то например, у газовой службы совсем иная, что сформирует другие критерии оценки эффективности, которые применимы для эффективного привлечения на крупные происшествия.

В основу исследования положена гипотеза о том, что количественные показатели эффективности реагирования ЭОС, формируемые в зависимости от специфики ЭОС и происшествия, а также изменений окружающей среды, формируют критерии привлечения сил и средств. Которые в свою очередь позволят оптимизировать человеческие и материальные ресурсы, связанные с повседневной деятельностью и реагированием на происшествия, не создавая противоречий интересам органам управления ЭОС и Системе 112. Помимо критерий привлечения исследования будут продолжены и в разработке критерий возвращения в пункты постоянной дислокации [11].

Учитывая, что система реагирования ЭОС имеет некоторые общие параметры управления (таблица), исследования критериев будет продолжено. Разнообразие альтернатив реагирования позволяет строить математическую модель привлечения сил и средств на крупные происшествия. Существует возможность разработать механизм управления, применяемый всеми ЭОС для наиболее оптимального и эффективного оперативного реагирования, а также увеличить качество и объёмы оказания помощи ЭОС.

Список источников

1. Таранцев, А. А. Об особенностях функционирования дежурно-диспетчерских служб экстренного реагирования / А. А. Таранцев, А. Д. Ищенко, Д. А. Малышев // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25, № 2. – С. 75-80. – EDN VRCIUU.

2. Прус, М. Ю. Облачные сервисы в системе управления службами экстренного реагирования / М. Ю. Прус, Ю. И. Ходаренкова // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – № 1-1(4). – С. 248-251. – EDN VLCRXF.

3. Качанов, С. А. Информатизационные технологии поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях : Автоматизированная информационно-управляющая система Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: вчера, сегодня, завтра / С. А. Качанов, С. Н. Нехорошев, А. П. Попов ; МЧС России, 2011 ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011 Качанов С. А., Нехорошев С. Н., Попов А.П., 2011 Оформление. ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2011. – Москва, 2011. – 400 с. – ISBN 978-5-93970-064-1. – EDN OJXВАН.

4. Васин, Ю. Г. Борьба с организованной преступностью: опыт теоретического моделирования / Ю. Г. Васин ; Институт государства и права Российской академии наук; Под общей редакцией С.В. Максимова. – Москва : Институт государства и права РАН, 2015. – 292 с. – ISBN 978-5-98020-164-7. – EDN TYEQND.

5. Максимов, С. В. Стохастическая модель репрессивно-превентивного воздействия на преступность: от интуиции к расчетам / С. В. Максимов, Ю. Г. Васин, К. А. Утаров // Всероссийский криминологический журнал. – 2021. – Т. 15, № 6. – С. 665-680. – DOI 10.17150/2500-4255.2021.15(6).665-680. – EDN QJQBPR.

6. Киреев Н.В. Моделирование преступного поведения в экономической теории // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. 2013. №21. EDN: QZBULB

7. Попов, В. П. К проблеме управления региональной системой скорой медицинской помощи / В. П. Попов, В. С. Казанцев, В. А. Фиалко // Скорая медицинская помощь. – 2005. – Т. 6, № 4. – С. 6-10. – EDN OVTRRL.

8. Бегичева, С. В. Применение нечетко-множественного подхода при решении задач об оптимальном управлении службой скорой медицинской помощи / С. В. Бегичева // Глобальный научный потенциал. – 2019. – № 9(102). – С. 151-152. – EDN ZLGBFY.

9. Бегичева, С. В. Компьютерное моделирование пространственного местоположения станций скорой медицинской помощи в условиях крупного города / С. В. Бегичева // Фундаментальные исследования. – 2019. – № 6. – С. 24-28. – EDN LEJKNV.

10. Увалиев, Д. С. О рациональном привлечении сил и средств по повышенным рангам пожаров / Д. С. Увалиев // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений : Сборник материалов седьмого научного семинара, Москва, 23 марта 2023 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 509-513. – EDN KLTXRМ.

11. Увалиев, Д. С. Критерии выбора подразделения для сбора и следования в место постоянной дислокации подразделений пожарной охраны по повышенным рангам пожаров / Д. С. Увалиев, М. К. Напалков // ОБЩЕСТВО - НАУКА - ИННОВАЦИИ : Сборник статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 06 июля 2023 года. – Стерлитамак: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2023. – С. 69-71. – EDN SAPJXU.

УДК 614.842.4
ГРНТИ 81.92.01
ББК 35.10н68

**Владимир Владимирович ХАРИН¹, Андрей Александрович КОНДАШОВ²,
Елена Юрьевна УДАВЦОВА³, Ольга Сергеевна МАТОРИНА⁴,
Евгений Васильевич БОБРИНЕВ⁵**

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия

¹ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 4971-1967, ID: 748197)

² (akond2008@mail.ru, SPIN 2248-9764, ID: 102556)

³ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 1125-8841, ID: 561477)

⁴ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 9823-4458, ID: 953884)

⁵ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 7690-7389, ID: 748201)

Использование информационных технологий при анализе необходимости создания служб и групп СПСЧ в субъектах Российской Федерации

Аннотация. С использованием теории нечетких множеств разработана математическая модель для обоснования необходимости создания специализированных пожарно-спасательных частей ФПС ГПС в субъектах Российской Федерации. Модель учитывает природно-климатические и географические особенности субъектов, показатели социального и технико-экономического развития и риски возникновения чрезвычайных ситуаций и пожаров. Также учитывается наличие сил и средств поисково-спасательных отрядов. Для каждого субъекта проведены расчеты интегрального показателя необходимости создания СПСЧ. Определены субъекты, в которых потребность в создании СПСЧ наиболее высокая.

Ключевые слова: безопасность, СПСЧ, риск, нечеткие множества.

**Vladimir V. KHARIN, Andrey A. KONDASHOV, Elena Yu. UDAVTSOVA,
Olga S. MATORINA, Evgeny V. BOBRINEV**

Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Fire Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

The use of information technologies in the analysis of the need to create services and groups of PRNG in the constituent entities of the Russian Federation

Abstract. Using the theory of fuzzy sets, a mathematical model has been developed to justify the need to create specialized fire and rescue units of the Federal Fire Service of the State Fire Service in the constituent entities of the Russian Federation. The model takes into account the

natural, climatic and geographical features of the subjects, indicators of social and technical and economic development and the risks of emergencies and fires. The presence of forces and means of search and rescue teams is also taken into account. For each subject, calculations were made of the integral indicator of the need to create a HRMS. The subjects in which the need for the creation of SSCH is the highest are determined.

Key words: security, PRSN, risk, fuzzy sets.

Деятельность специализированных пожарно-спасательных частей (далее СПСЧ) не всегда может обеспечить их эффективное применение при ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) по причинам привязки СПСЧ к району выезда и ограниченности в видах работ [4].

На СПСЧ в территориальных гарнизонах пожарной охраны возлагаются следующие задачи:

- тушение крупных пожаров в населенных пунктах и на объектах, проведение аварийно-спасательных, водолазных и иных специальных инженерно-технических работ, связанных с ликвидацией пожаров;
- ликвидация последствий взрывов и других техногенных аварий в населённых пунктах и на объектах;
- ликвидация аварий на магистральных трубопроводах;
- ликвидация аварий на транспортных магистралях и узлах;
- тушение природных пожаров;
- ликвидация последствий затоплений и наводнений;
- ликвидация последствий землетрясений [2, 4].

Согласно типовому штатному расписанию [1] в состав специализированных пожарно-спасательных частей ФПС ГПС (далее – СПСЧ) могут входить следующие службы и группы:

- водолазная служба;
- медицинская служба;
- служба телекоммуникации и связи;
- инженерная служба;
- служба радиационной и химической защиты;
- служба тушения пожаров и проведения АСР;
- кинологическая группа;
- группа пиротехнических работ;
- группа технического обеспечения и обслуживания;
- группа робототехнических средств и БАС.

В настоящей статье представлена математическая модель, разработанная с применением теории нечетких множеств [3], для определения необходимости использования служб (групп) СПСЧ для обеспечения пожарной безопасности и защиты территорий от чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации.

Показатели, характеризующие необходимость использования служб (групп) СПСЧ в отдельном субъекте Российской Федерации, разбиты на три группы. В первую группу входят показатели, характеризующие природно-климатические и географические особенности субъекта. В вторую группу входят социальные и технико-экономические факторы. В третью группу входят показатели, характеризующие риски возникновения чрезвычайных ситуаций и пожаров в субъектах Российской Федерации, а также наличие сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в рассматриваемом и соседних субъектах Российской Федерации.

Для каждого показателя определена функция желательности, значения которой лежат в интервале от 0 до 1. Функция желательности показывает, какие значения показателя являются наиболее приемлемыми с точки зрения необходимости использования СПСЧ.

Показателям, значения которых меняются непрерывно, соответствуют нечеткие логические переменные. Если с увеличением значения показателя желательность создания СПСЧ возрастает, функция желательности имеет вид

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 0, & x < x_1, \\ \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}, & x_1 \leq x \leq x_2, \\ 1, & x > x_2, \end{cases} \quad (1)$$

где:

x_1 и x_2 – опорные точки, значения которых определялись путем анализа статистических данных.

Если с увеличением значения показателя желательность создания СПСЧ уменьшается, функция желательности имеет вид

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 1, & x < x_1, \\ \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1}, & x_1 \leq x \leq x_2, \\ 0, & x > x_2. \end{cases} \quad (2)$$

Для формализации показателей, задаваемых на качественном уровне, используются лингвистические оценки степени выраженности показателя. Функция желательности для таких показателей принимает дискретные значения.

Вид функции желательности и ее параметры для каждого показателя приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 - Параметры функции желательности и весовые множители для показателей, имеющих непрерывные значения

№ п/п	Название показателя	Функция	Значение x_1	Значение x_2	Весовой множитель
Природно-климатические и географические характеристики ($\beta_1 = 0,127$)					
1	Площадь территории, тыс. км ²	$\mu_1(x)$	20	200	0,385
2	Площадь водной поверхности, км ²	$\mu_1(x)$	500	5000	0,061
3	Длина морской береговой линии, км	$\mu_1(x)$	100	500	0,061
4	Площадь лесов, тыс. км ²	$\mu_1(x)$	10	100	0,145
5	Среднегодовое количество осадков, мм в год	$\mu_1(x)$	400	800	0,037
6	Средняя температура июля, °С	$\mu_1(x)$	15	25	0,033
7	Средняя температура января, °С	$\mu_2(x)$	-20	-5	0,057
Социальные и технико-экономические характеристики ($\beta_2 = 0,222$)					
1	Численность населения, тыс. чел.	$\mu_1(x)$	500	3000	0,285
2	Уровень ВРП на душу населения, тыс. руб./чел.	$\mu_2(x)$	300	600	0,020
3	Доля городского населения, %	$\mu_1(x)$	60	80	0,026
4	Доля промышленного производства в общем объеме, %;	$\mu_2(x)$	20	50	0,044
5	Удельный вес ветхого и аварийного жилья, %;	$\mu_1(x)$	2	5	0,019
6	Степень износа основных производственных фондов, %	$\mu_1(x)$	40	60	0,042
7	Длина автомобильных дорог с твердым покрытием, км	$\mu_1(x)$	5000	20000	0,013
8	Длина железнодорожных путей общего пользования, км	$\mu_1(x)$	500	2000	0,050
9	Длина магистральных трубопроводов, км	$\mu_1(x)$	500	2000	0,051

№ п/п	Название показателя	Функция	Значение x_1	Значение x_2	Весовой множитель
10	Количество радиационно-опасных объектов, ед.	$\mu_1(x)$	0	5	0,130
11	Количество химически опасных объектов, ед.	$\mu_1(x)$	30	100	0,130
12	Количество взрывопожароопасных объектов, ед.	$\mu_1(x)$	50	150	0,038
13	Количество гидродинамических опасных объектов, ед.	$\mu_1(x)$	5	15	0,037
Риски возникновения чрезвычайных ситуаций и пожаров ($\beta_3 = 0,651$)					
1	Расстояние до ближайшего ПСО, км	$\mu_1(x)$	50	250	0,015
2	Риск чрезвычайных ситуаций, связанных с природными пожарами, год ⁻¹		0	0,2	0,033
3	Риск чрезвычайных ситуаций, связанных с высоким уровнем вод, селями, год ⁻¹	$\mu_1(x)$	0	0,5	0,029
4	Риск чрезвычайных ситуаций, связанных со сходом лавин и оползней на транспорте, год ⁻¹	$\mu_1(x)$	0	0,1	0,028
5	Риск чрезвычайных ситуаций на транспорте, год ⁻¹	$\mu_1(x)$	0,5	2	0,052
6	Риск чрезвычайных ситуаций на магистральных трубопроводах, год ⁻¹	$\mu_1(x)$	0	0,2	0,262
7	Риск чрезвычайных ситуаций, связанных с химической и радиационной опасностью, год ⁻¹	$\mu_1(x)$	0	0,2	0,381
8	Риск возникновения крупных пожаров, год ⁻¹	$\mu_1(x)$	0,3	1,5	0,135
9	Риск чрезвычайных ситуаций, связанных со взрывами, обрушениями, год ⁻¹	$\mu_1(x)$	0	0,4	0,066

Таблица 2 - Параметры функции желательности и весовые множители для показателей, имеющих дискретные значения

№ п/п	Название показателя	Значение показателя	Значение функции желательности	Весовой множитель
Природно-климатические и географические характеристики				
8	Сейсмическая опасность (наличие населенных пунктов с указанной сейсмической интенсивностью для степени сейсмической опасности С)	низкая (менее 6)	0	0,143
		незначительная (6)	0,2	
		средняя (7)	0,4	
		значительная (8)	0,6	
		высокая (9)	0,8	
		очень высокая (10)	1	
9	Наличие горных массивов	нет	0	0,078
		немного (0-20%)	0,25	
		некоторое количество (20-40%)	0,5	
		достаточно (40-60 %)	0,75	
		много (больше 60%)	1	

Для каждой из трех групп показателей для каждого субъекта Российской Федерации определена обобщенная оценка по формуле

$$w_m = \sum_{k=1}^{N_m} \alpha_{km} \mu_{km}(x_{km}), \quad (3)$$

где:

N_m – количество показателей в m -ой группе,

α_{km} – весовой множитель для k -го показателя в m -ой группе,

μ_{km} – функция желательности для k -го показателя,

x_{km} – значение k -го показателя для субъекта Российской Федерации.

Интегральная оценка необходимости использования СПСЧ в субъекте Российской Федерации определяется по формуле

$$W = \sum_{m=1}^3 \beta_m w_m, \quad (4)$$

где:

β_m – весовой множитель для m -ой группы показателей.

Для определения весовых множителей показателей для каждой группы используется метод попарных сравнений на основе лингвистической шкалы оценок [5]. При сравнении i -го и j -го показателей ставится оценка a_{ij} в зависимости от степени важности этих показателей с точки зрения необходимости использования той или иной службы (группы) СПСЧ.

Искомые значения весовых множителей $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ являются решением оптимизационной задачи

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} \alpha_j - \alpha_i)^2 \rightarrow \min; \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad (5)$$

которое находится с использованием методом неопределенных множителей Лагранжа [1].

Разработанная математическая модель применена для обоснования необходимости использования служб (групп) СПСЧ для обеспечения пожарной безопасности и защиты территорий от чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации. Значения показателей социально-экономического развития субъектов определены по данным Федеральной службы государственной статистики [6]. Количество опасных объектов в субъектах определено с использованием данных [8]. Риски возникновения ЧС определены на основании анализа данных по видам источников возникновения и характера ЧС в субъектах Российской Федерации за период 2010-2021 гг.

На первом этапе была определена необходимость использования СПСЧ в субъектах Российской Федерации.

Сначала определялась потребность в СПСЧ 1-го разряда. Для этого проверялось выполнение условия

$$W_i \geq W_{гр} = W_{min} + \frac{2}{3}(W_{max} - W_{min}), \quad (6)$$

где W_i – значение интегрального показателя необходимости использования СПСЧ в i -ом субъекте Российской Федерации, W_{min} – минимальное значение интегрального показателя среди всех субъектов Российской Федерации, W_{max} – максимальное значение интегрального показателя среди всех субъектов Российской Федерации. Значение $W_{гр}$ получено равным 0,650.

Условие (6) выполнено для следующих субъектов Российской Федерации: Красноярский край, Московская область, Ростовская область, Хабаровский край, Свердловская область, г. Санкт-Петербург.

Затем определялись значения показателя «среднее расстояние до ближайшей СПСЧ» с учетом СПСЧ 1-го разряда и для каждого субъекта Российской Федерации вычислялись значения интегрального показателя необходимости использования СПСЧ. В результате

получено, что СПСЧ 2-го разряда необходимо использовать в субъектах Российской Федерации, для которых выполнено условие (6), в котором $W_{гр} = 0,530$. В остальных субъектах Российской Федерации достаточно использовать СПСЧ 3-го разряда.

На втором этапе была определена потребность в отдельных службах (группах) для каждой СПСЧ. В каждой СПСЧ 1-го разряда все службы и группы также имеют 1-ый разряд.

Службы (группы) 2-го разряда создаются в СПСЧ в тех субъектах, для которых выполнено условие (6) для интегрального показателя, характеризующего необходимость использования данных служб (групп). Значения интегрального показателя определялись с учетом расстояния до ближайшей СПСЧ, в которой создана соответствующая служба (группа) 1-го разряда.

Затем для каждой службы (группы) определялось значение показателя «Среднее расстояние до ближайшей СПСЧ, в которой есть аналогичная служба» с учетом соответствующих служб (групп) 1-го и 2-го разрядов. Для каждой службы (группы) для каждого субъекта Российской Федерации вычислялись значения интегрального показателя. Службы (группы) 3-го разряда создаются в тех субъектах, для которых выполнено условие (6) для интегрального показателя, характеризующего необходимость использования данных служб (групп) [7].

Таким образом, разработана математическая модель на основе теории нечетких множеств для обоснования необходимости использования служб (групп) СПСЧ для обеспечения пожарной безопасности и защиты территорий от чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации. На основе разработанной модели проведены расчеты интегрального показателя необходимости использования служб (групп) СПСЧ для каждого субъекта Российской Федерации и определена разрядность каждой службы (группы).

Список источников

1. Бахтин, В.И. Метод множителей Лагранжа: метод. пособие для студентов спец. 1-31 03 01-03 «Математика (экономическая деятельность)». / В.И. Бахтин, И.А. Иванишко, А. В. Лебедев, О. И. Пиндрик - Минск: БГУ, 2012. – 40 с.
2. Дагиров, Ш. Ш. Специализированные подразделения пожарной охраны: монография / Ш. Ш. Дагиров, М. В. Алешков, А. Д. Ищенко и др. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. – 173 с.
3. Дилигенский, Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. / Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов - М.: Издательство Машиностроение, 2004. – 397 с.
4. Киселёв, Д.В. Модели управления развитием специализированных пожарно-спасательных частей // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2020. № 3. С. 77-83.
5. Миллер, Д.А. Магическое число семь плюс-минус два: некоторые ограничения в нашей способности обрабатывать информацию. Инженерная психология. Москва: Прогресс. 1964. – С. 192-255.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели. // Федеральная служба государственной статистики: офиц. сайт. – Электрон. дан. – Москва, 2021. – Режим доступа: https://www.gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm
7. Харин, В. В. Анализ необходимости создания служб и групп СПСЧ в субъектах Российской Федерации на основе научного подхода / В. В. Харин, А. А. Кондашов, В. А. Маштаков Удавцова Е. Ю., Бобринев Е. В. // Наука как призвание: теория и практика : Материалы 2-й междисциплинарной научно-практической конференции – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 243-247.
8. Цаликов, Р.Х. Оценка природной, техногенной и экономической безопасности России. / Р.Х. Цаликов, В.А. Акимов, К.А. Козлов - М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, 2009. – 464 с.

УДК 614.842.4
ГРНТИ 81.92.01
ББК 35.10н68

**Олег Васильевич СТРЕЛЬЦОВ¹, Андрей Александрович КОНДАШОВ²,
Евгений Васильевич БОБРИНЕВ³, Елена Юрьевна УДАВЦОВА⁴,
Светлана Игоревна РЮМИНА⁵**

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия

¹ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 2655-6108, ID: 760431)

² (akond2008@mail.ru, SPIN 2248-9764, ID: 102556)

³ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 7690-7389, ID: 748201)

⁴ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 1125-8841, ID: 561477)

⁵ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 2523-5991, ID: 952798)

Программное обеспечение для прогнозирования профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России

Аннотация. Представлена компьютерная программа для автоматизации процесса прогнозирования профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России. Для оценки готовности курсантов используются методика оценки структуры интеллекта Амтхауэра, методика диагностики мотивационной структуры личности Мильмана, многоуровневый личностный опросник «Адаптивность», тест-опросник темперамента Стреляу. Данная программа может быть использована при разработке мероприятий по повышению эффективности обучения и воспитания курсантов, как показателей качества образовательной деятельности высших учебных заведений МЧС России.

Ключевые слова: профессиональная готовность, курсант, высшее учебное заведение, дискриминантная функция, база данных, интегрированная среда программирования

**Oleg V. STRELTISOV, Andrey A. KONDASHOV, Evgeniy V. BOBRINEV,
Elena Yu. UDAVTSOVA, Svetlana I. RYUMINA**

Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Fire Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

Software for predicting the professional readiness of cadets of higher educational institutions of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. A computer program is presented for automating the process of predicting the professional readiness of cadets of higher educational institutions of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. To assess the readiness of cadets, the method of assessing the structure of Amthauer's intellect, the method of diagnosing the motivational structure of the personality of Milman, the multi-level personality questionnaire "Adaptiveness", the test questionnaire of Strelau's temperament are used. This program can be used in the development of measures to improve the effectiveness of training and education of cadets, as indicators of the quality of educational activities of higher educational institutions of the EMERCOM of Russia.

Keywords: professional readiness, cadet, higher educational institution, discriminant function, database, integrated programming environment

Традиционная система оценивания академических знаний не в полной мере обеспечивает объективную оценку профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России, из-за чего обладает недостаточной прогностической ценностью. Это приводит к ситуации, при которой невозможно определить степень успешности будущей профессиональной деятельности выпускников [2].

В работе [6] представлена прогностическая модель успешности профессиональной деятельности курсантов образовательных учреждений высшего образования ГПС МЧС России. Данная модель учитывает не только уровень академической успеваемости курсантов, но и умение применять полученные знания в практической деятельности, умение адаптироваться к сложным условиям, психологические и личностные качества.

На основе прогностической модели, представленной в [6], разработана компьютерная программа, позволяющая автоматизировать процесс прогнозирования успешности профессиональной деятельности курсантов образовательных учреждений высшего образования ГПС МЧС России.

Для разработки программы прогнозирования профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России (в дальнейшем – программа «Готовность курсантов») выбран язык программирования C++.

При разработке программного обеспечения использовалась интегрированная среда программирования (IDE) C++ Builder компании Borland Software [1]. Работа с базой данных реализована с использованием Borland Data Engine (BDE).

Блок-схема программы «Готовность курсантов» представлена на рис. 1.

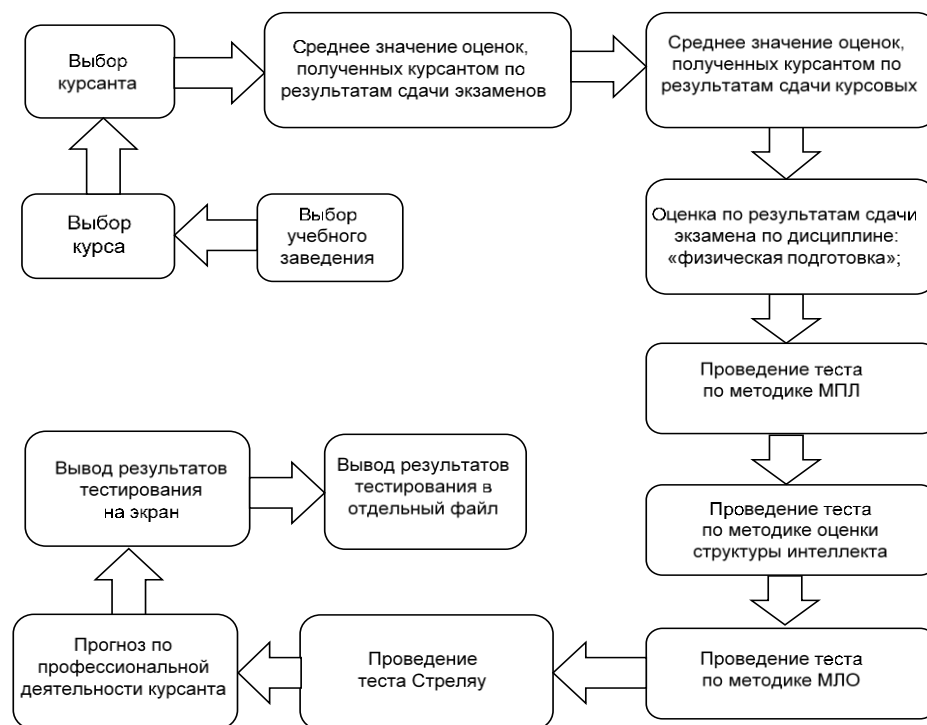


Рисунок 1 - Блок-схема программы «Готовность курсантов»

При запуске программы открывается заставка, на которой отображается название программы. Через несколько секунд заставка закрывается и открывается главное окно программы (рис. 2).

В главном окне можно выбрать высшее учебное заведение, уже занесенное в базу данных программы или добавить новый вуз. Из списка курсантов выбранного вуза можно выбрать курсанта, занесенного в базу данных программы, или добавить нового, указав курс, на котором он обучается.

При нажатии кнопки «Провести тест» последовательно открываются окна, в которых указываются показатели академической успеваемости курсанта:

- среднее значение всех оценок, полученных курсантом по результатам сдачи экзаменов, за весь период обучения (за исключением оценки по дисциплине: «физическая культура»);

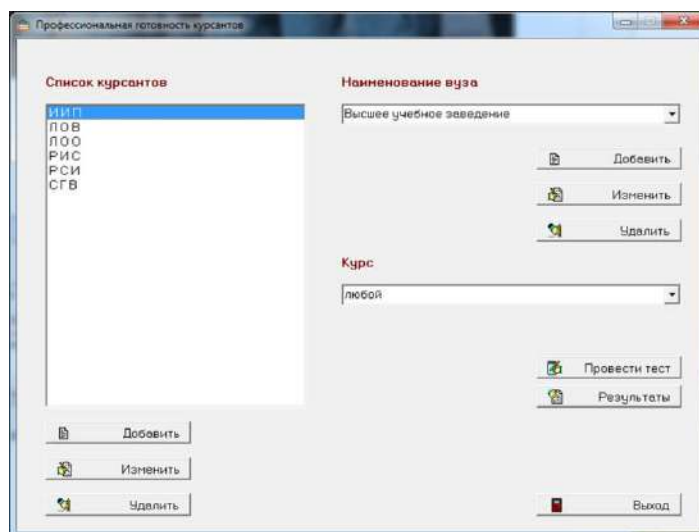


Рисунок 2 - Главное окно программы «Готовность курсантов»

- среднее значение всех оценок, полученных курсантом по результатам сдачи курсовых работ (проектов), за весь период обучения;
- оценка по результатам сдачи экзамена по дисциплине: «физическая культура (подготовка)».

Также проводится тестирование по нескольким методикам:

- методика диагностики мотивационной структуры личности В.Э. Мильмана (МПЛ) [4] - последовательно выводятся 14 утверждений, касающиеся жизненных стремлений и некоторых сторон образа жизни курсанта с вариантами ответов;
- методика оценки структуры интеллекта Амтхауэра (TSI) [3], субтест «Исключение слова» - предлагается 20 заданий, в которых из пяти слов нужно исключить лишнее;
- методика Амтхауэра, субтест «Аналогии» - предлагается 20 заданий, в которых из пяти слов нужно недостающее во второй паре слово по аналогии с первой парой;
- методика Амтхауэра, субтест «Аналогии» - предлагается 20 заданий, в которых нужно продолжить числовой ряд на основании обнаруженной закономерности представленного ряда чисел;
- многоуровневый личностный опросник (МЛО) «Адаптивность» - нужно ответить «да» или «нет» на вопросы, касающиеся самочувствия, поведения или характера;
- тест-опросник темперамента Я. Стреляу [5] - нужно ответить «да», «нет» или «не знаю» на вопросы особенностей вашего поведения в различных условиях и ситуациях.

В качестве примера на рис. 3 приведено окно «Методика диагностики мотивационной структуры личности В.Э. Мильмана (МПЛ)».

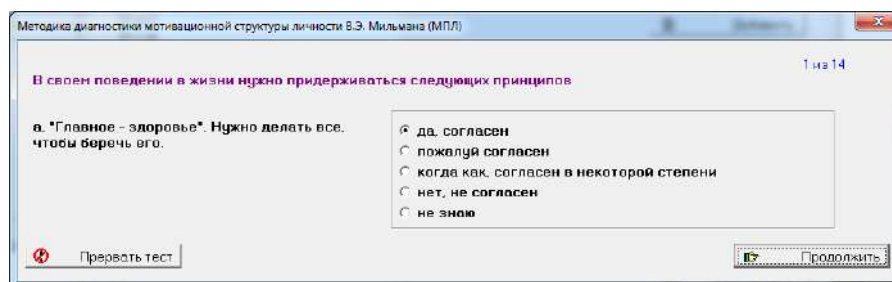


Рисунок 3 - Окно проведения тестирования курсантов по «Методике диагностики мотивационной структуры личности В.Э. Мильмана (МПЛ)»

При нажатии кнопки «Результаты» в главном окне программы (рис. 2) выводятся значение показателей академической успеваемости курсанта, а также результаты тестирования по каждой из методик, и итоговый показатель успешности профессиональной деятельности курсантов. В конце делается заключение о готовности курсанта к профессиональной деятельности. Результаты тестирования можно экспортировать в отдельный файл в формате Microsoft Word.

Таким образом, разработана компьютерная программа «Готовность курсантов», предназначенная для автоматизации процесса прогнозирования профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России. Данная программа может быть использована при разработке мероприятий по повышению эффективности обучения и воспитания курсантов, как показателей качества образовательной деятельности высших учебных заведений МЧС России.

Список источников

1. Архангельский, А. Я. Программирование в С++ Builder 6 и 2006 / А. Я. Архангельский, М. А. Тагин. М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. 1184 с.
2. Войтенок, О.В. Модели и методы управления образовательной системой вуза МЧС России: дис. канд. тех. наук. СПб., 2013. 194 с.
3. Елисеев, О.П. Тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра (TSI): практикум по психологии личности. СПб., 2003. С.342–370.
4. Козлов, В.В. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. / В.В. Козлов, В.А. Мазилов, Н.П. Фетискин. М.: Институт психотерапии и клинической психологии, 2018. 720 с.
5. Стреляу, Я. Роль темперамента в психологическом развитии. М.: Прогресс, 1982. 231 с.
6. Харин, В.В. Прогностическая модель успешности профессиональной деятельности выпускников образовательных учреждений высшего образования ГПС МЧС России / В.В. Харин, О.В. Стрельцов, С.И. Рюмина // Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: материалы международной научно-практической конференции. СПб., 2017. С. 90-94.

ГСНТИ 82.33.17

УДК 614.8

ББК 30н

Александр Владимирович МОКШАНЦЕВ¹, Кирилл Сергеевич ШАЛИМОВ²,

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mok-av@yandex.ru, SPIN 2276-4010, ID: 730998)

² Главное управление МЧС России по г. Москва, Москва, Россия (1122086@mail.ru)

Обоснование факторов, влияющих на эффективность проведения поисково-спасательных работ в местах с массовым пребыванием людей

Аннотация. Существует необходимость в эффективной организации поисково-спасательных работ в местах с массовым пребыванием людей для минимизации потерь жизней и повреждений в случае чрезвычайных ситуаций. В данной статье рассматриваются основные факторы, которые влияют на эффективность таких спасательных операций. Исследуются физические характеристики мест пребывания, включая размеры и планировку зданий или территорий, а также преграды и препятствия, влияющие на доступ и передвижение. Рассматривается также роль окружающей среды, включая погодные условия и временные факторы. Важное внимание уделяется правильному планированию и организации поисково-спасательных работ, а также качеству предварительных и аварийных

планов, подготовке специалистов и координации и коммуникации между участниками операции. В статье также отмечается роль технических средств поисково-спасательных работ, включая использование современных технологий и оборудования, а также их надежность и доступность.

Ключевые слова: поисково-спасательные работы, поиск пострадавших, места с массовым пребыванием людей, поиск людей.

Alexander V. MOKSHANTSEV, Kirill S. SHALIMOV²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² The Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in Moscow, Moscow, Russia

Substantiation of factors affecting the effectiveness of search and rescue operations in places with a mass stay of people

Abstract. There is a need for effective organization of search and rescue operations in places with a massive presence of people to minimize loss of life and damage in case of emergencies. This article discusses the main factors that affect the effectiveness of such rescue operations. The physical characteristics of the places of residence are investigated, including the size and layout of buildings or territories, as well as barriers and obstacles affecting access and movement. The role of the environment, including weather conditions and time factors, is also considered. Important attention is paid to the proper planning and organization of search and rescue operations, as well as the quality of preliminary and emergency plans, training of specialists and coordination and communication between the participants of the operation. The article also notes the role of technical means of search and rescue operations, including the use of modern technologies and equipment, as well as their reliability and availability.

Key words: search and rescue operations, search for victims, places with mass stay of people, search for people.

Природные и техногенные чрезвычайные ситуации являются реальной угрозой для жизни и безопасности людей в местах с массовым пребыванием. Необходимость проведения эффективных поисково-спасательных работ в таких ситуациях неоспорима. Эти работы требуют грамотного планирования и организации, а также учета множества факторов, которые влияют на их эффективность.

1. Физические характеристики места с массовым пребыванием людей - это ключевой аспект, определяющий эффективность поисково-спасательных работ. Размеры и планировка зданий или территорий могут существенно влиять на возможность доступа и передвижения спасательных групп. Например, внутренняя структура и путевая сеть торгового центра или стадиона могут оказаться сложными, что затрудняет проведение операций поиска и спасения. Кроме того, наличие преград и препятствий, таких как разрушенные здания или обрушившиеся конструкции, также создает сложности при проведении спасательных работ.

Имея дело с этими факторами, спасательным службам необходимо быть гибкими и эффективными в выборе оптимальных маршрутов и методов спасения. Они должны применять стратегии и тактики, которые позволят обойти или преодолеть препятствия, а также использовать доступные средства передвижения. Например, это может включать использование вертикальных и горизонтальных эвакуационных маршрутов, специальных инструментов для преодоления преград. Эффективное использование ресурсов и максимальная адаптация к конкретным условиям места пребывания являются важными аспектами при разработке стратегии поисково-спасательных работ.

Кроме того, спасательные службы должны учитывать возможные изменения в физических характеристиках места, особенно в случае аварийных ситуаций. Они должны быть готовы к появлению новых преград или ухудшению состояния уже существующих. Для этого они должны внимательно наблюдать за происходящим и быстро реагировать на изменяющиеся условия. Регулярное обновление предварительных планов и учет новых данных также являются важными мерами для поддержания эффективности работы спасательных служб.

Правильное учет и анализ размеров, планировки, преград и препятствий позволяют спасательным службам разработать наиболее эффективные и адаптивные стратегии поисково-спасательных работ. Гибкость и эффективность в выборе маршрутов и методов спасения являются ключевыми качествами спасателей, помогающими преодолеть физические преграды и успешно выполнить миссию по спасению людей.

2. Окружающая среда имеет значительное влияние на проведение поисково-спасательных работ, и поэтому важно учесть различные аспекты, связанные с окружающей средой, при разработке стратегии поисково-спасательных работ. Во-первых, погодные условия могут существенно затруднить проведение поисково-спасательных работ. Сильные ветра, дождь или снегопады могут создавать опасные условия и повышать риск для спасателей и пострадавших. Эти погодные явления могут также ограничить видимость, что затрудняет поиск и локализацию пострадавших или создает трудности при передвижении по месту происшествия.

Второй аспект, связанный с окружающей средой, - это временные факторы. Например, ограниченная видимость из-за повышенной концентрации дыма или тьмы ночью может затруднить поиск и оценку ситуации на месте. Также стоит учитывать, что поисково-спасательные работы могут занимать продолжительное время, поэтому спасатели должны быть готовы к изменению погодных условий и внезапному наступлению темноты.

Третий аспект связан с состоянием окружающей среды, такими как наличие водоемов или опасных веществ. Наличие водоемов и рек может потребовать специфического оборудования и навыков для спасения пострадавших из воды или находящихся на поверхности воды. Кроме того, если ситуация связана с опасными веществами, спасатели должны принять соответствующие меры предосторожности и использовать соответствующие защитные средства.

Итак, окружающая среда является важным аспектом для спасательных служб, и при проведении поисково-спасательных работ должны приниматься во внимание погодные условия, временные факторы и особенности окружающей среды. Адаптивность, способность быстро реагировать на изменяющиеся условия и использование специализированных знаний и оборудования являются ключевыми для успешного выполнения миссий по спасению.

3. Правильное планирование и организация являются ключевыми факторами для успешного выполнения поисково-спасательных работ. Предварительные планы представляют собой предварительное изучение местности, анализ рисков и разработку стратегий для быстрого и эффективного реагирования в случае необходимости. Аварийные планы, в свою очередь, разрабатываются для конкретных ситуаций и включают подробную информацию о действиях, которые необходимо предпринять при возникновении аварийных ситуаций.

Для успешного проведения операций спасения специалисты должны обладать необходимыми знаниями, навыками и опытом. Это включает в себя знание основных принципов поиска и спасения, умение работать с необходимым оборудованием и инструментами, а также умение принимать быстрые и обоснованные решения в экстренных ситуациях. Подготовка специалистов включает участие в тренировочных программах, симуляциях и обучающих курсах, которые помогают им развить необходимые навыки и овладеть передовыми техниками и методами.

Поиск и спасение - сложные и многогранные задачи, в которых задействованы разные специалисты и ресурсы. Сплоченная команда и хорошая коммуникация между участниками

операции существенно повышают эффективность и позволяют эффективно реагировать на изменяющиеся обстоятельства. Координация включает в себя планирование распределения ролей и задач, контроль за выполнением операции и регулярную связь между участниками.

Качественные предварительные и аварийные планы, подготовка квалифицированных специалистов, координация и коммуникация между участниками - все эти факторы способствуют успешному выполнению задач по поиску и спасению людей в экстремальных условиях.

4. Технические средства являются неотъемлемой частью поисково-спасательных работ. Использование современных технологий и оборудования позволяет значительно повысить эффективность поисково-спасательных работ. Например, дроны могут использоваться для обзора больших площадей или недоступных мест, таких как горные районы или лесные участки. Они оснащены камерами и специализированными сенсорами, которые позволяют обнаружить пропавших людей или опасные участки.

Работы по поиску и спасению часто проводятся в экстренных и сложных условиях, поэтому оборудование должно быть надежным и готовым к использованию в любое время. Наличие современного и хорошо обслуживаемого оборудования позволяет спасательным службам быстро реагировать на ситуацию и предоставлять помощь тем, кто находится в опасности.

В поисково-спасательных работах часто используются специализированные технические средства. Например, тепловизоры позволяют обнаруживать тепловые следы, что особенно полезно при поиске людей в темное время суток или в условиях низкой видимости. Радиопеленгаторы используются для определения местоположения людей по сигналам их радиостанций или мобильных телефонов. Все эти технические средства помогают сократить время поиска и обнаружения пропавших людей или любых других объектов интереса.

Итак, использование технических средств является важной составляющей поисково-спасательных работ. Они обеспечивают высокую эффективность операций, позволяют быстро обнаруживать людей в опасности и сокращать время реагирования на аварийные ситуации. Надежность и доступность такого оборудования являются ключевыми факторами для успешного выполнения поисково-спасательных работ.

Для формализации проведенного анализа составлен перечень факторов и причин влияющих на эффективность проведения поисково-спасательных работ в местах с массовым пребыванием людей:

1. Физические характеристики места пребывания:
 - Размер и планировка объекта;
 - Количество и состав людей;
 - Структура здания и возможности для проведения работ;
 - Наличие опасных или уязвимых зон;
 - Возможности эвакуации и выходов.
2. Влияние окружающей среды:
 - Опасные вещества и материалы;
 - Огнестойкость и устойчивость к стихийным бедствиям;
 - Состояние инженерных коммуникаций;
 - Наличие и доступность аварийных систем.
3. Планирование и организация поисково-спасательных работ:
 - Координация с оперативными службами;
 - Распределение обязанностей и ответственности;
 - Тренировка персонала;
 - Управление информацией и коммуникация.
4. Роль технических средств:
 - Доступность и состояние оборудования;
 - Использование систем видеонаблюдения;
 - Использование тепловизионной и радиационной техники;
 - Обеспечение связи и коммуникации;
 - Использование передвижных поисково-спасательных систем.

Изложенные выше факторы имеют важное значение для эффективности проведения поисково-спасательных работ в местах с массовым пребыванием людей. Учет этих факторов при планировании и организации таких операций позволяет спасательным службам оперативно и эффективно действовать и таким образом снижать потери жизней и повреждения. Дальнейшие исследования в этой области могут помочь улучшить стратегии и методы проведения поисково-спасательных работ и обеспечить более безопасное пребывание людей в местах массового скопления.

Список источников

1. Шихалев, Д. В. Информационно-аналитическая поддержка управления эвакуацией при пожаре в торговых центрах : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.13.10 / Шихалев Денис Владимирович; [Место защиты: Акад. гос. противопожарной службы МЧС России]. - Москва, 2015. - 23 с.
2. Береснев, Д. С. Информационно-аналитические модели и алгоритмы поддержки управления поисково-спасательными операциями в природной среде : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.13.10 / Береснев Денис Сергеевич; [Место защиты: Акад. гос. противопожарной службы МЧС России]. - Москва, 2018. - 23 с.
3. Мокшанцев, А. В. Модели и алгоритмы поддержки принятия управленческих решений при поиске пострадавших под завалами : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.13.10 / Мокшанцев Александр Владимирович; [Место защиты: Акад. гос. противопожарной службы МЧС России]. - Москва, 2013. - 23 с.
4. Мокшанцев, А. В. Универсальный модуль обработки радиолокационной информации при проведении поисково-спасательных работ / А. В. Мокшанцев, Х. А. М. Н. Малфи // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2023. – № 2. – С. 100-111. – DOI 10.25257/FE.2023.2.100-111.
5. Мокшанцев, А. В. Метод поиска людей в завалах с помощью мобильного радиолокационного комплекса / А. В. Мокшанцев // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – 2013. – № 2. – С. 188-190. – EDN VSQNJX.
6. Топольский, Н. Г. Модели и алгоритмы автоматизации поддержки управления проведением поисково-спасательных работ / Н. Г. Топольский, А. В. Мокшанцев, Е. А. Мешалкин [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2020. – № 3(89). – С. 53-64. – DOI 10.25257/TTS.2020.3.89.53-64. – EDN OTIOAS.
7. Мокшанцев, А. В. Модель информационной системы поддержки принятия управленческих решений при проведении поисковых работ в условиях пожара / А. В. Мокшанцев, Н. Г. Топольский, Т. Х. До // Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области пожарной безопасности : Сборник тезисов докладов материалов международной научно-практической конференции, Москва, 18–19 октября 2018 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2018. – С. 543-547. – EDN YUZYLR.

ГСНТИ 20.53.19
УДК 355.588
ББК 30.2

Александр Владимирович МОКШАНЦЕВ¹, Халил Алаззи Наджи МАЛФИ¹

¹(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия)
Москва, Россия (mok-av@yandex.ru, SPIN 2276-4010, ID: 7309981)

¹(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия)
Москва, Россия (kh.lilasy6@gmail.com, SPIN 6105-5540, ID: 1169601)

Шлем дополненной реальности при проведении поисково-спасательных работ

В результате исследования авторами разработан шлем дополненной реальности при проведении поисково-спасательных работ, приведены основные его элементы, продемонстрирована работа, а также представлены результаты проведенного эксперимента в условиях отсутствия освещённости, искусственного дыма и естественного дыма.

Ключевые слова: шлем; дополненная реальность; мониторинг; информационная поддержка; пожарный; поисково-спасательные работы

Alexandr V. MOKSHANTSEV¹, Khalil Alezzi Musaedi Naji Malfi¹

¹(Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation)
Moscow, Russia (mok-av@yandex.ru, SPIN 2276-4010, ID: 7309981)

¹(Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation)
Moscow, Russia (kh.lilasy6@gmail.com, SPIN 6105-5540, ID: 1169601)

Augmented reality helmet for search and rescue works

Abstract. As a result of the research, the authors developed an augmented reality helmet during search and rescue operations, presented its main elements, demonstrated the work, and also presented the results of the experiment in the absence of illumination, artificial smoke and natural smoke. Key words: helmet; augmented reality; monitoring; Information support; firefighter; search and rescue operations.

Key words: helmet; augmented reality; monitoring; information support; firefighter; search and rescue operations.

В сфере поисково-спасательных работ (ПСР) обеспечение безопасности и повышение функциональных возможностей пожарных имеет высокое значение. В работе представлен разработанный авторами шлем дополненной реальности (ШДР) при проведении ПСР, предназначенного для решения уникальных задач [1, 2]. Одни из основных компонентов ШДР при проведении ПСР были идентифицированы посредством анализа существующих тепловизионных систем [3].

Авторами разработан ШДР при проведении ПСР, общий вид которого представлен на рисунке 1.

Предназначение ШДР при проведении ПСР: позволяет спасателям и пожарным получать оперативную информацию в режиме реального времени повышая их ситуационную осведомлённость.

Задачи, которые возможно решить с использованием ШДР при проведении ПСР:

- проведение ПСР;
- обнаружение источника сигнатуры;
- обеспечение связи между членами команды и центром управления;
- оповещение при радиационной опасности;
- предоставление базы (на основе шлема) для разработки программного обеспечения.

На рисунке 3 продемонстрирована работа ШДР при проведении ПСР.



Рисунок 1 – Общий вид шлема дополненной реальности при проведении поисково-спасательных работ

На рисунке 2 представлены основные элементы разработанного ШДР при проведении ПСР.



Рисунок 2 – Основные элементы шлема дополненной реальности при проведении поисково-спасательных работ

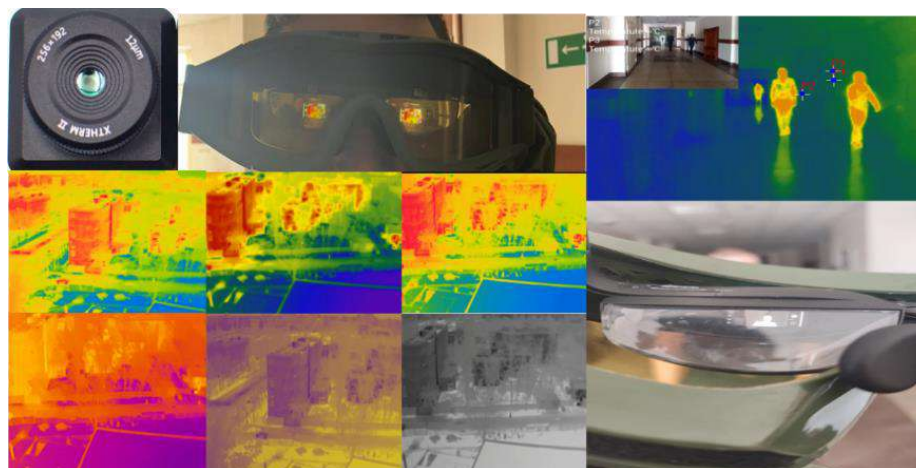
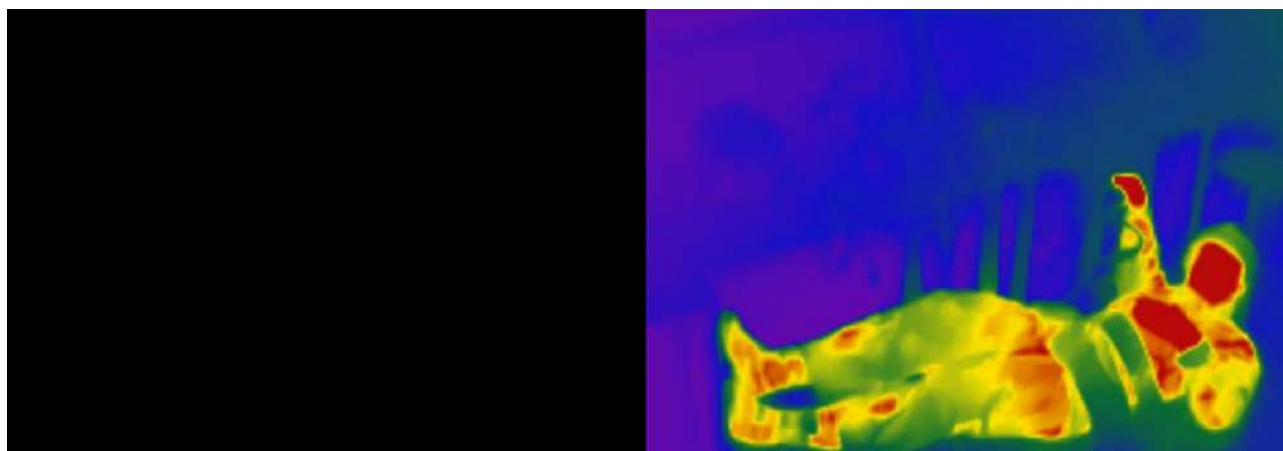


Рисунок 3 – Демонстрация работы шлема дополненной реальности при проведении поисково-спасательных работ

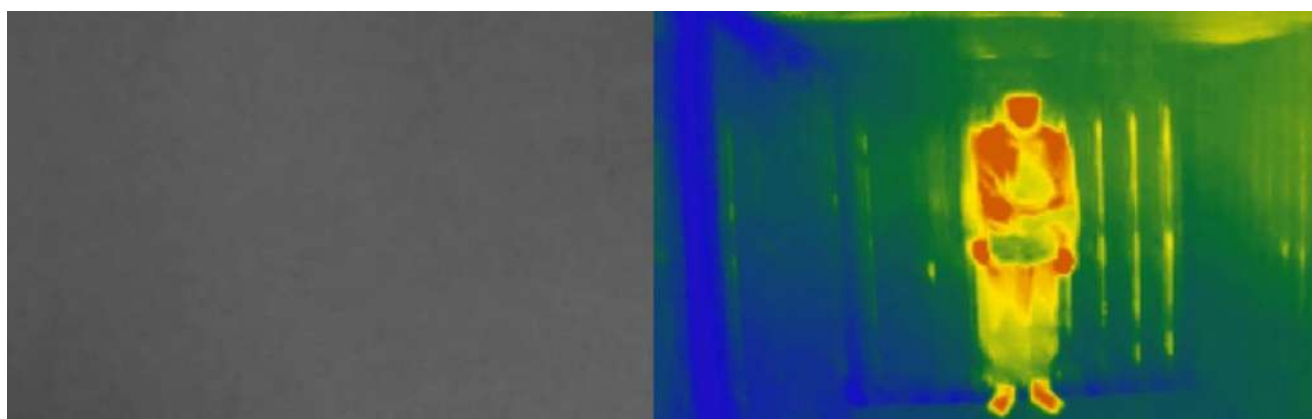
25.05.2023 года на базе Академии ГПС МЧС России проведены испытания разработанного ШДР при проведении ПСР работ в условиях отсутствия освещенности (рисунок 4), в условиях искусственного дыма (рисунок 5).



а) Фотография в видимом диапазоне электромагнитного спектра

б) Фотография в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра

Рисунок 4 – Участок подвального помещения при идентификации пострадавшего в условиях отсутствия освещенности



а) Фотография в видимом диапазоне электромагнитного спектра

б) Фотография в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра

Рисунок 5 – Участок в помещении контейнерного типа при идентификации пострадавшего в условиях искусственного дыма

В августе 2023 года на испытательном полигоне загородного учебного центра "Нагорное" Академии ГПС МЧС России проведены испытания ШДР при проведении ПСР, на рисунке 6 представлен скриншот видеопотока, который видит в режиме реального времени пожарный в условиях задымления. Результаты измерения наглядно демонстрируют (рисунок 4 - 5), где пожарный обладает ситуационной осведомлённостью, что позволяет выполнять профессиональные задачи в таких условиях.

Результаты серии экспериментов подтвердили оптимальность выбранных элементов, на основе которых пожарный получает видеопоток (рисунок 6) в режиме реального времени. Выбранные элементы (датчики), структура положена в основу сборки ШДР при проведении ПСР.

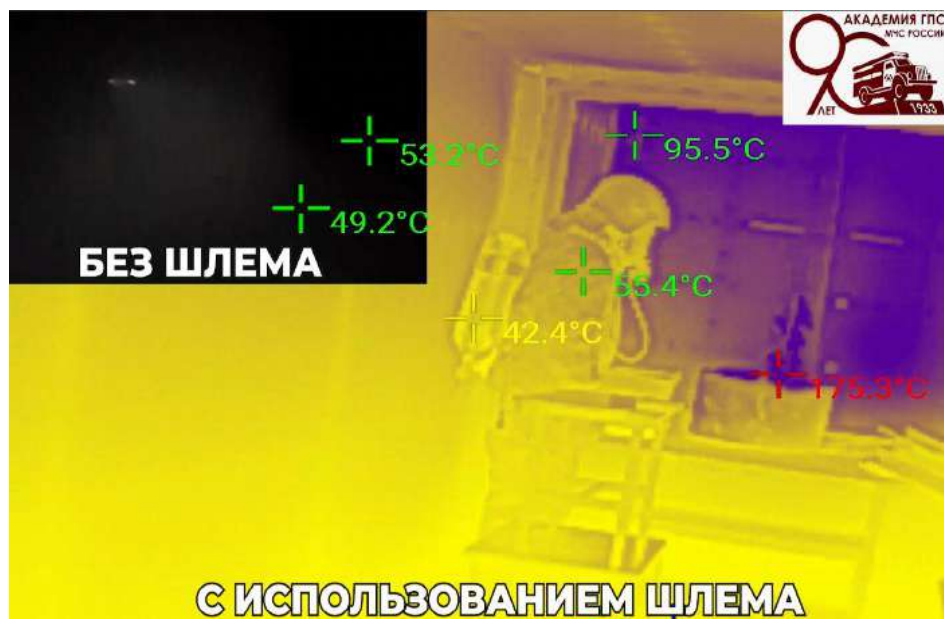


Рисунок 6 – Скриншот видео в режиме реального времени, которое видит пожарный в условиях естественного дыма

Совместно с коллективом ГУ МЧС России по Тульской области сформулированы рекомендации по применению ШДР при проведении ПСР:

1. Включить блок управления шлема дополненной реальности для пожарного. Время работы блока управления составляет 8 ч.
2. Надеть очки на маску пожарного, затянуть лямку так, чтобы очки вплотную прилегли к маске. Если отсутствует изображение, то необходимо перепроверить соединения и перезапустить блок управления.
3. Проверить визуально наличие изображения на экране.
4. Приступить к выполнению профессиональных задач.

Заключение

Поставленная в работе цель по разработке первой версии ШДР при проведении ПСР достигнута. Проведена серия экспериментов на определение работоспособности ШДР при проведении ПСР в условиях отсутствия освещённости, искусственного дыма и естественного дыма.

Список источников

1. Мокшанцев А. В., Малфи Х. А. М. Н. О применении модуля системы радиолокационных сигналов при проведении поисково-спасательных работ // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2022. № 4. С. 13–22. DOI:10.25257/FE.2022.4.13-22
2. International Association of Fire Chiefs. (2017). Thermal Imaging Cameras: A Vital Tool for Firefighting. Retrieved from https://www.iafc.org/docs/default-source/1assoc/shs/shsrt_res_tool-thermal-imaging-cameras.pdf
3. Алешков М.В., Попов С.В., Топольский Н.Г., Мокшанцев А.В., Михайлов К.А., Афанасов Д.С., Самсонов К.Н., Хамидулин К.А., Ифтоди Л.А. Анализ результатов испытаний средств визуализации различных диапазонов спектра для обнаружения очага возгорания и человека в огневом тренажерном комплексе ПТС «Уголек» // Успехи прикладной физики, 2022, том 10, № 1. – С. 63-70. <https://doi.org/10.51368/2307-4469-2022-10-1-63-70>.

Содержание

<i>Акимов В. А., Бедило М. В., Иванова Е. О., Мишурный А. В., Олтян И. Ю.</i>	
Требования к организации и тушению лесных пожаров с использованием прогнозной аналитической модели	3
<i>Арабчикова Ю. И., Суворкин В. В., Королев М. С.</i>	
Информационные технологии в обеспечении мероприятий по пожаротушению	7
<i>Аристархов В. А., Сатин А. П.</i>	
Современные подходы к подготовке специалистов в области материально-технического обеспечения при освоении профессиональных компетенций	9
<i>Батенков К. А.</i>	
Сквозные параметры ошибок и нормы для международных цифровых каналов и трактов	15
<i>Кишкурно А. А., Дидух В. В., Королев И. С.</i>	
Поддержка управления оперативной дежурной смены центра управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по субъекту РФ в современных условиях	18
<i>Жуков В. Т., Колдомов А. В., Орлов Ю. Н., Шахрамьян М. А.</i>	
О функциональном наполнении аэрокосмической информационной системы борьбы с лесными пожарами	23
<i>Колеров Д. А.</i>	
О необходимости создания систем поддержки принятия управленческих решений при проведении поисково-спасательных работ в акватории Санкт-Петербурга	27
<i>Королев Д. С., Калач А. В.</i>	
Применение цифрового двойника объекта защиты	32
<i>Данилов М. М., Денисов А. Н., Королев П. С.</i>	
Интеллектуализация процесса управления тушением пожара в подземных сооружениях	37
<i>Костенко О. Н., Сатин А. П.</i>	
Направления инжиниринга организационной системы работы с кадрами	42
<i>Лахвицкий Г. Н., Сатин А. П., Ахмедов К. А.</i>	
Цифровизация процессов управления пожарно-профилактической работой	46
<i>Малютин О. С., Хабибулин Р. Ш.</i>	
Анализ суточного изменения скоростей движения пожарных автомобилей для определения мест оптимального размещения подразделений ГПС	52
<i>Москвина Н. В.</i>	
Применение технологий интернета вещей для своевременного обнаружения утечек газа в многоквартирных домах	60
<i>Сафронов Н. А., Смирнов А. В., Тараканов Д. В.</i>	
Эффективность использования информационно-аналитической поддержки при управлении техническим обслуживанием многоагентных систем противопожарной защиты	65
<i>Сафронов Н. А.</i>	
Процедуры принятия решений при разработке планов технического обслуживания многоагентных системы противопожарной защиты	68
<i>Сергеев Е. Б.</i>	
К вопросу соединения электронных карт	71
<i>Степанова Н. В.</i>	
Формирование психологической устойчивости курсантов МЧС в образовательном процессе с использованием технологии виртуальной и дополненной реальности	76
<i>Таран К. А.</i>	
Цифровизация процессов управления при предупреждении и ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций	81

<i>Толпекина М. Е.</i>	
Проблемы внедрения и перспективы использования искусственного интеллекта при обеспечении пожарной безопасности	86
<i>Увалиев Д. С.</i>	
Критерии привлечения сил и средств экстренных оперативных служб на крупные происшествия	89
<i>Харин В. В., Кондашов А. А., Удавцова У. Ю., Ольга Сергеевна Маторина О. С., Бобринев Е. В.</i>	
Использование информационных технологий при анализе необходимости создания служб и групп СПСЧ в субъектах Российской Федерации	94
<i>Стрельцов О. В., Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова У. Ю., Рюмина С. И.</i>	
Программное обеспечение для прогнозирования профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России	100
<i>Мокшанцев А. В., Шалимов К. С.</i>	
Обоснование факторов, влияющих на эффективность проведения поисково-спасательных работ в местах с массовым пребыванием людей	103
<i>Мокшанцев А. В., Халил Алаззи Наджи Малфи</i>	
Шлем дополненной реальности при проведении поисково-спасательных работ	108

Составители:
АЛЕШКОВ Михаил Владимирович
КОСЬЯНОВА Елена Николаевна
ФЕДЯЕВ Владислав Дмитриевич
ЩЕТНЕВ Кирилл Петрович
ТАРАСЕВИЧ Ольга Сергеевна
ФУРС Светлана Петровна
ИГОЛЬНИКОВА Елена Алексеевна
ШУРЫГИН Максим Андреевич
БЕРЕЖНОЙ Денис Анатольевич
ЛОПУХОВА Нина Вячеславовна
ТИТКОВА Елена Николаевна
БОНДАРЕНКО Анна Васильевна
ЕРМАКОВА Елена Владимировна
СМИРНИКОВА Евгения Алексеевна
ЭЛЬТЕМЕРОВА Ольга Валериановна

Академия
Государственной противопожарной службы МЧС России:
Теория. Инновации. Практика

Материалы научно-практической конференции с международным участием,
посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России

19 октября 2023 года

В 5 частях

Часть IV

Секция 4. «Цифровые технологии в деятельности
Государственной противопожарной службы»

Издано в авторской редакции

Подписано в печать _____. Формат 60×90 1/16.

Печ. л. 7,25. Уч.-изд. л. 5,2. Бумага офсетная.

Тираж 50 экз. Заказ _____.

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4



ОРДЕНА ПОЧЕТА АКАДЕМИЯ ГПС МЧС РОССИИ
129366, Россия, г. Москва, ул. Б. Галушкина, 4