



Основан в 2016 году

Выходит 4 раза в год

Научный журнал
Вестник
Университета гражданской защиты
МЧС Беларуси
(Journal of Civil Protection)
Том 9, № 2, 2025

Редакционная коллегия:

главный редактор:

Полевода
Иван Иванович

доктор технических наук,
доцент

зам. главного редактора:

Гончаренко
Игорь Андреевич

доктор физико-математических наук,
профессор

Платонов
Александр Сергеевич

кандидат физико-математических
наук, доцент

Редакционный совет:

Ковтун Вадим Анатольевич, доктор технических наук, профессор – председатель; Богданова Валентина Владимировна, доктор химических наук, профессор – зам. председателя; Акулов Артем Юрьевич, кандидат технических наук (Россия); Байков Валентин Иванович, доктор технических наук, старший научный сотрудник; Барановский Николай Викторович, кандидат физико-математических наук (Россия); Батуро Алексей Николаевич, кандидат технических наук (Россия); Бирюк Виктор Алексеевич, кандидат технических наук, доцент; Бордак Сергей Сергеевич, кандидат военных наук, доцент; Волочко Александр Тихонович, доктор технических наук, профессор; Волянин Ежи, доктор технических наук, профессор (Польша); Иваницкий Александр Григорьевич, кандидат технических наук, доцент; Иванов Юрий Сергеевич, кандидат технических наук; Ильюшонок Александр Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент; Каван Степан, доктор технических наук (Чехия); Калач Андрей Владимирович, доктор химических наук, доцент (Россия); Камлюк Андрей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент; Карпиленя Николай Васильевич, доктор военных наук, профессор; Кремень Маркс Аронович, доктор психологических наук, профессор; Кудряшов Вадим Александрович, кандидат технических наук, доцент; Кузьмицкий Валерий Александрович, доктор физико-математических наук, доцент; Лебедева Наталья Шамильевна, доктор химических наук, доцент (Россия); Лешенюк Николай Степанович, доктор физико-математических наук, профессор; Мурзич Игорь Константинович, доктор военных наук, профессор; Пасовец Владимир Николаевич, кандидат технических наук, доцент; Поздеев Сергей Валерьевич, доктор технических наук, профессор (Украина); Соколов Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор (Россия); Тихонов Максим Михайлович, кандидат технических наук, доцент; Тур Виктор Владимирович, доктор технических наук, профессор; Федюк Роман Сергеевич, доктор технических наук, профессор (Россия); Фурманов Игорь Александрович, доктор психологических наук, профессор; Чень Цзяньго, доктор технических наук, профессор (Китай); Шарипханов Сырым Дюсенгазиевич, доктор технических наук (Казахстан).

Учредитель – Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»

Решением коллегии Высшей аттестационной комиссии № 18/8 от 9 декабря 2016 г.
журнал включен в перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации № 1835 от 19 сентября 2016 г.

Журнал включен в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по психологическим, техническим (по научным направлениям – безопасность в чрезвычайных ситуациях; пожарная и промышленная безопасность; гражданская оборона) и военным (по научному направлению – гражданская оборона) наукам.

С декабря 2023 г. журнал включен в российский перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по 5 научным специальностям отрасли технических наук: 1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества, 2.10.1. Пожарная безопасность, 2.10.2. Экологическая безопасность, 2.10.3. Безопасность труда, 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Ответственность за подбор и точность приведенных данных, а также за использование сведений, не подлежащих открытой публикации, несут авторы опубликованных материалов.

Статьи, поступающие для публикации в журнале, рецензируются.

Полная или частичная перепечатка, размножение, воспроизведение или иное использование опубликованных материалов допускаются с обязательной ссылкой на журнал «Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси».

Адрес редакции: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск

Контактные телефоны: +37517 340-53-93 (главный редактор)

+37517 341-32-99

Сайт Университета гражданской защиты: www.ucsp.by

Email редакции: vestnik@ucsp.by

ISSN 2519-237X (print)

ISSN 2708-017X (online)

© Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Пожаробезопасность и взрывозащита. Огнестойкость строительных материалов

Пастухов С.М., Чорный А.Д., Тетерюков А.В. Инженерная методика определения противопожарных разрывов между зданиями с двускатными крышами, выполненными из горючих материалов 139

Дробыш А.С. Метод моделирования поведения стеклопластикового профиля при высокотемпературном воздействии в программно-вычислительном комплексе ANSYS 155

Материалы и вещества, применяемые в сфере предупреждения и ликвидации ЧС, производстве техники. Технологии их применения

Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д. Пленкообразующий огнетушащий химический состав для автоматических установок пожаротушения, подаваемый методом распыления 167

Технологии и программное обеспечение в сфере предупреждения и ликвидации ЧС

Полевода И.И., Короткевич С.Г., Нехань Д.С., Ковтун В.А., Суриков А.В., Рябцев В.Н. Методология разработки обучающего тренажера для подготовки специалистов органов государственного пожарного надзора с применением технологии виртуальной реальности. 184

Промышленная безопасность. Повышение надежности технических объектов и оборудования. Охрана труда

Нго Ван Нам, Нгуен Хыу Хиеу, Фан Ань Опасности химических пожаров и взрывов в морских портах: обзор человеческих факторов, последствий и стратегий предотвращения 203

Эвакуация населения при пожаре и ЧС

Иваницкий А.Г., Шалавинский А.С. Обеспечение успешной эвакуации людей с использованием сигнальной разметки 214

Безопасность в ЧС. Экологическая безопасность

Ахметалин Б.Н., Маршалко О.В., Хроколов В.А. Создание мобильных групп волонтеров по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Республике Казахстан 230

Кузнецова М.А., Зарипова С.Н. Профессиональные ориентиры обучающихся как основа формирования кадрового потенциала ФПС ГПС МЧС России. 240

Подготовка специалистов в сфере предупреждения и ликвидации ЧС. Обучение населения по вопросам безопасности жизнедеятельности

Закалинская К.В., Суриков А.В., Зайнудинова Н.В. Теоретические аспекты создания электронных средств обучения безопасности жизнедеятельности детей младшего школьного возраста 253

Ковалева Т.Г., Дементьева Т.Г., Луц Л.Н. Роль языка и культуры в формировании личности спасателя 272

История и развитие пожарно-спасательной службы. Культура безопасности жизнедеятельности

Ласута Г.Ф., Богданович А.Б., Щур А.С. Интерактивные технологии в формировании культуры безопасности жизнедеятельности: потенциал социальных площадок МЧС Беларуси 280

Правила предоставления статей 292

CONTENTS

Fire safety and explosion protection of buildings and structures. Fire resistance of building materials

Pastukhov S.M., Chorny A.D., Teteryukov A.V. Engineering method for determining fire safety spacing between buildings with gable roofs made of combustible materials 139

Drobysch A.S. Method of simulation of fibreglass profile behaviour under high-temperature impact in ANSYS software-computing complex 155

Materials and substances used for emergency prevention and elimination, as well as equipment production. Application technologies of these materials

Ivanov I.Yu., Navrotsky O.D. Film-forming fire extinguishing chemical composition for automatic fire extinguishing systems, supplied by spraying 167

Technologies and software in the sphere of emergency prevention and elimination, industrial and fire safety

Palevoda I.I., Korotkevich S.G., Nekhan' D.S., Kovtun V.A., Surikov A.V., Ryabtsev V.N. Methodology of development of a training simulator for preparing specialists of state fire supervision bodies with the use of virtual reality technology 184

Industrial safety. Improving the reliability of technical facilities and equipment. Labor protection

Ngo Van Nam, Nguyen Huu Hieu, Phan Anh Chemical fire and explosion hazards at seaports: a review of human – causes, consequences and prevention strategies 203

Evacuation of population in case of fire and emergencies

Ivanitskiy A.G., Shalavinskiy A.S. Providing the effectiveness of people evacuation using emergency sign marking 214

Safety in emergencies. Ecological safety

Akhmetalina B.N., Marshalko O.V., Khrokolov V.A. Creation of mobile volunteer groups for the elimination the consequences of natural and man-made emergencies in the Republic of Kazakhstan. 230

Kuznetsova M.A., Zaripova S.N. Professional orientations of students as a basis for forming the staffing potential of the Fire Service of Russian Ministry of Emergency Situations ... 240

Training of specialists in the sphere of emergency prevention and elimination. Training of the population in life safety

Zakalinskaya K.V., Surikov A.V., Zaynudinova N.V. Theoretical aspects of creating electronic teaching tools for life safety for primary school children 253

Kovaleva T.G., Dement'eva T.G., Luts L.N. The role of language and culture in the formation of the personality of a rescuer. 272

History and development of fire and rescue service. Life safety culture

Lasuta G.F., Bogdanovich A.B., Shchur A.S. Interactive technologies in shaping a culture of safety: the potential of social platforms of the Ministry for Emergency Situations of Belarus 280

Rules of submitting articles for publication 292

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ МЕЖДУ ЗДАНИЯМИ С ДВУСКАТНЫМИ КРЫШАМИ, ВЫПОЛНЕННЫМИ ИЗ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Пастухов С.М., Чорный А.Д., Тетерюков А.В.

Цель. Разработать научно обоснованную инженерную методику определения противопожарных разрывов между жилыми зданиями с двускатными крышами, выполненными из горючих материалов, учитывающую форму крыши и геометрические параметры излучающей поверхности.

Методы. Анализ экспериментальных данных площади излучающей поверхности, температурных полей на расстоянии от 0,5 до 1,5 м по вертикали и горизонтали от экспериментального фрагмента двускатной кровли, а также плотности теплового потока. Численное моделирование процессов тепломассопереноса и лучистого теплообмена с помощью гидрогазодинамического решателя ANSYS Fluent.

Результаты. Установлено, что при горении фронтона кровли формируется излучающая поверхность треугольной формы, что принципиально отличается от существующей модели, применяемой в расчетах и базирующейся на прямоугольных формах излучающей поверхности. Получены экспериментальные зависимости изменения температуры, плотности теплового потока и площади излучающей поверхности от времени продолжительности пожара. Разработана численная модель расчета, позволяющая определять новые данные без проведения натурных экспериментальных исследований. Получены аналитические зависимости между геометрическими параметрами кровли и высотой излучающей поверхности.

Область применения исследований. Определение величины противопожарных разрывов между зданиями с двускатными крышами, выполненными из горючих материалов. Проектирование жилой малоэтажной застройки в части оценки противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями, а также разработка и актуализация технических нормативных правовых актов в области обеспечения пожарной безопасности. Результаты исследования представляют практический интерес для инженерных организаций, проектных институтов, сотрудников МЧС и научно-образовательных учреждений.

Ключевые слова: противопожарный разрыв, геометрические параметры пламени, угловой коэффициент облученности, экспериментальные исследования, моделирование.

(Поступила в редакцию 10 апреля 2025 г.)

Введение

В последние десятилетия на территории Республики Беларусь наблюдается устойчивая тенденция к росту плотности малоэтажной индивидуальной застройки, особенно в пригородных и сельских населенных пунктах. Такие здания, как правило, возводятся с применением недорогих и технологичных строительных материалов, среди которых преобладают конструкции, выполненные с использованием таких горючих материалов, как древесина, древесно-стружечные плиты, горючие утеплители, мягкие битумные черепицы и полимерные покрытия. Применение указанных строительных материалов обеспечивает ряд преимуществ: стоимость, доступность и скорость монтажа. Вместе с тем формируют высокую пожарную нагрузку, особенно в конструкциях крыш.

Анализ количества пожаров за 2015–2024 гг., приведших к повреждению или уничтожению двух и более зданий в жилой застройке вследствие несоблюдения противопожарных разрывов, согласно данным базы ПК «Учет ЧС»¹ и приказу МЧС Республики Беларусь от

¹ База данных ПК «Учет ЧС» / Систем треб. PostgreSQL 9.6 (дата обращения: 25.02.2025).

19 сентября 2019 г. № 282² показал, что в целом за рассматриваемый период среднегодовое значение составило 462 пожара в год. Это свидетельствует о системном характере проблемы и устойчивой тенденции к быстрому распространению огня между строениями в жилом секторе (рис. 1).

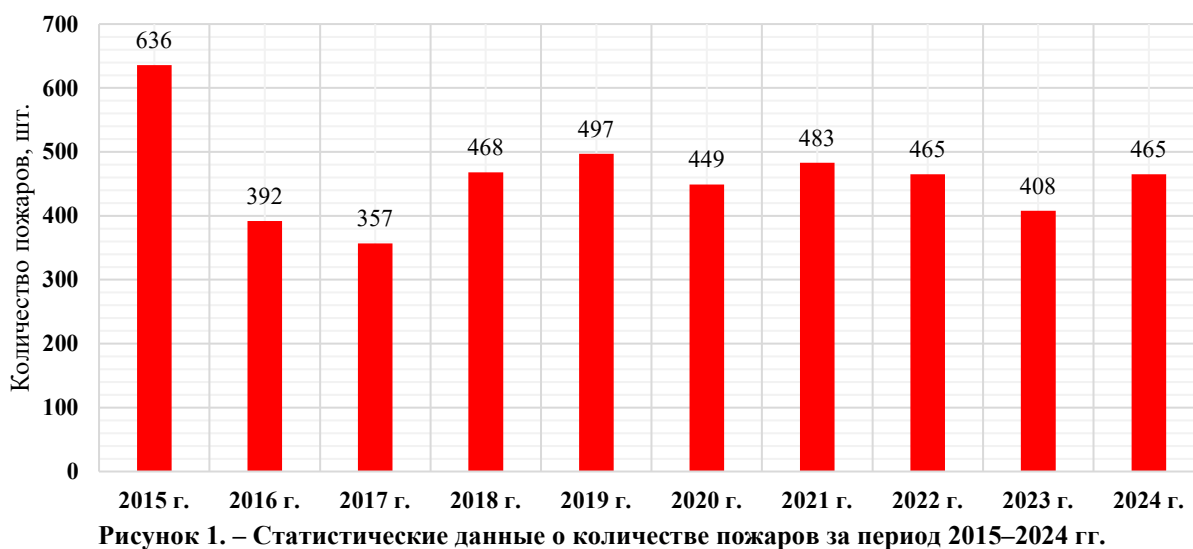


Рисунок 1. – Статистические данные о количестве пожаров за период 2015–2024 гг.

Анализ значений потерь показывает, что в среднем прямые потери составляли основную долю общего ущерба – около 59 %, а косвенные потери (в том числе связанные с непригодностью дальнейшей эксплуатации здания/сооружения, потерей имущества и т.п.) – оставшиеся 41 %. Среднегодовые общие экономические потери за десятилетие составили приблизительно 5919 тыс. руб., в том числе прямые и косвенные потери – 4396 и 1513 тыс. руб. соответственно (рис. 2).

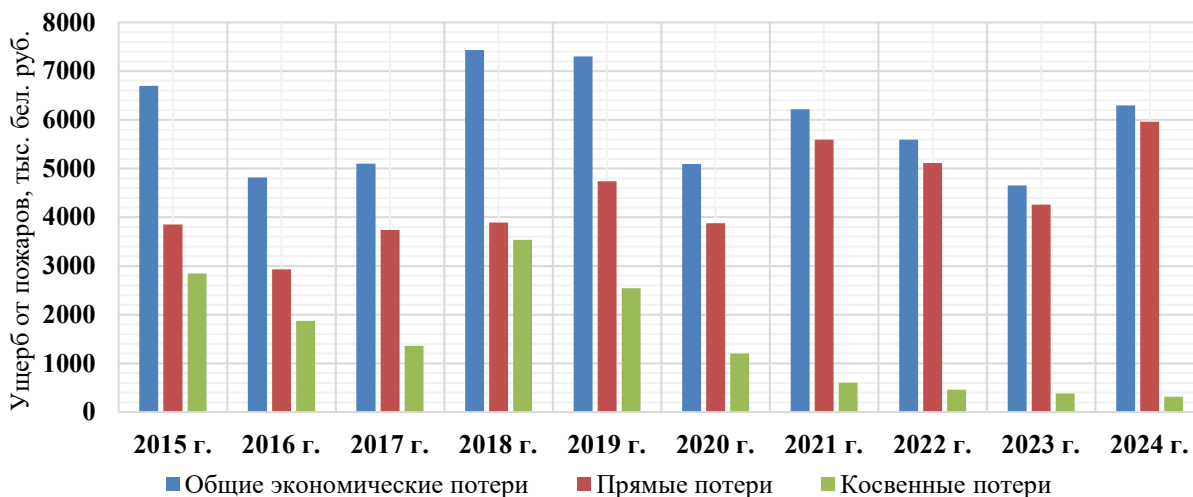


Рисунок 2. – Экономические потери от пожаров за период 2015–2024 гг.

Эти данные подтверждают, что пожары с возгоранием одновременно нескольких строений представляют собой не только повышенную угрозу для плотной жилой застройки, но и значительную экономическую нагрузку для собственников и государства.

На данный момент в практике обеспечения пожарной безопасности зданий применяются три основных метода определения противопожарных разрывов: табличный, аналитический (инженерный) [1] и метод численного моделирования (полевой метод моделирования

² Об учете пожаров и последствий от них в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь: приказ М-ва по чрезвычайн. ситуациям Респ. Беларусь, 19 сент. 2019 г., № 282. – Минск: МЧС Респ. Беларусь, 2019. – 70 с.

пожаров) [2; 3]. Каждый из них обладает достоинствами и недостатками, областью применения и ограничениями.

Табличный метод основывается на заранее установленных значениях расстояний между зданиями, дифференцированных в общем случае по степени огнестойкости и классу функциональной пожарной опасности. Указанный подход изложен в СН 2.02.05-2020³ и СП 4.13130.2013⁴. Элементы табличного метода встречаются в рекомендациях NFPA 80A⁵, в котором предлагаются значения противопожарных разрывов в зависимости от степени воздействия пожара на конструктивные характеристики зданий. В странах Европы такие таблицы чаще входят в национальные документы, например DTU 20.12⁶ (Франция), но почти всегда сочетаются с возможностью проведения расчета. Табличные данные чаще используются для предварительного проектирования. Данный метод, с одной стороны, является простым в применении, с другой стороны, не учитывает особенности застройки и является достаточно консервативным.

Аналитический (инженерный) метод предусматривает расчет интенсивности теплового излучения от горящего объекта на соседнее здание. При расчете критической плотности теплового потока учитывается угловой коэффициент облученности от излучающей поверхности. Суть метода заключается в определении значения падающего теплового потока и сравнении его со значением критической плотности теплового потока для горючих материалов на принимающей поверхности, способной вызвать воспламенение и, как следствие, распространение пожара на соседние здания и сооружения. Такие подходы изложены в различных отечественных методиках: СН 2.01.03-2019⁷, СТБ 11.05.03-2010⁸, М.Я. Ройтман [4, с. 317–341] и В.Ф. Кудаленкин [5, с. 179–194]; и зарубежных методиках: R. Chitty [6, с. 27–39], D. Drysdale [7, с. 53–74], В. Karlsson и J. Quintiere [8, с. 171–184], Е. Carlsson [9, с. 9–14], М. Law [10]. Аналитический метод позволяет оценивать противопожарные разрывы, учитывая индивидуальные особенности объектов, однако имеет ограничения и упрощения для удобства расчета. Как и табличный метод, в большинстве случаев приводит к завышенной оценке расчетных значений.

Метод численного моделирования, как правило, применяется для сложных объектов или плотной застройки и включает использование программных комплексов (например, FDS, PyroSim, Ansys и др.), позволяющих моделировать развитие пожара и тепловое воздействие на соседние здания и сооружения. Примеры использования данного подхода изложены в работах [11; 12]. Метод имеет высокую точность, учитывает множество факторов: геометрические особенности здания, воздействие ветра, количество проемов, используемые строительные материалы и др. Вместе с тем для реализации данного метода требуется процедура валидации, включающая проведение натурных экспериментальных исследований.

³ Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы Республики Беларусь: СН 2.02.05-2020. – Введ. 12.05.2020. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2020. – 70 с.

⁴ Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. Свод правил системы противопожарной защиты: СП 4.13130.2013. – Введ. 24.04.2013 приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 24.04.2013 № 288. – 187 с.

⁵ Guide for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposure: NFPA 80A. – 2017. – Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2017. – 24 p.

⁶ Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité: NF DTU 20.12. – 2012. – Paris: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 2012. – 70 p.

⁷ Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости. Строительные нормы Республики Беларусь: СН 2.01.03-2019. – Введ. 16.12.2019. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2020. – 38 с.

⁸ Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная безопасность технологических процессов. Методы оценки и анализа пожарной опасности. Общие требования: СТБ 11.05.03-2010. – Введ. 28.04.10. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 76 с.

Таким образом, можно сделать вывод, что на сегодня отсутствует универсальная методика, позволяющая оценить значение плотности теплового потока от горящей двускатной кровли с учетом ее геометрических параметров и применить результаты оценки при определении противопожарных разрывов между зданиями. При этом такие кровли широко распространены в малоэтажной жилой застройке Республики Беларусь. Отсутствие соответствующих подходов делает невозможным достоверно оценить противопожарные разрывы, что ставит под угрозу безопасность населения. С учетом изложенного проведение комплексного исследования, включающего натурное экспериментальное изучение горения фрагмента двускатной кровли, моделирование процессов тепломассопереноса и лучистого теплообмена, а также разработка инженерной методики определения противопожарных разрывов, учитывающей горение двускатной кровли, является актуальным и практически значимым. Результаты такого исследования могут быть использованы в качестве основы для обновления нормативного регулирования противопожарных требований для малоэтажной застройки в Республике Беларусь.

Основная часть

Экспериментальные исследования. С целью получения новых данных о распределении температур и плотности теплового потока, а также температуры и геометрических параметров излучающей поверхности при горении двускатной кровли, выполненной из горючих материалов, были проведены натурные экспериментальные исследования (рис. 3). Подробная методика проведения данных исследований изложена в [13].

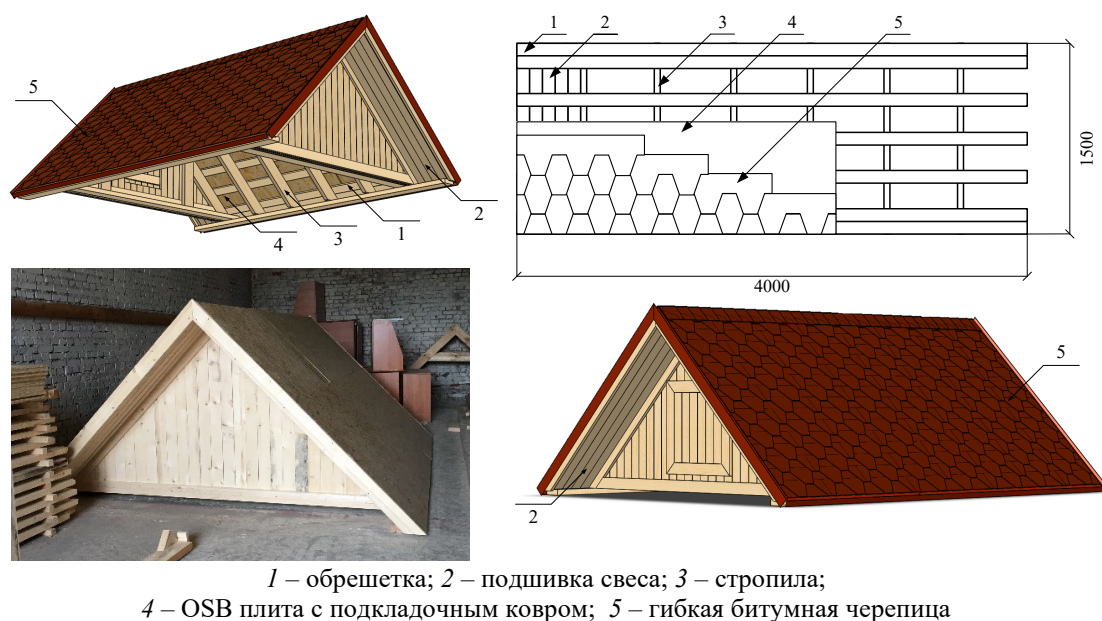


Рисунок 3. – Экспериментальный фрагмент двускатной кровли, выполненной из горючих материалов

Для повышения достоверности получаемых данных выполнено четыре последовательных идентичных эксперимента, проведенных при одинаковых условиях, с применением однотипного фрагмента двускатной кровли и повторяющейся схемы измерений. Сопоставление результатов показало высокую степень воспроизводимости тепловизионных изображений, температурных графиков и значений плотности теплового потока.

На основании анализа полученных тепловизионных изображений установлено, что при горении фронтона экспериментального фрагмента формируется излучающая поверхность треугольной формы, при горении ската кровли – излучающая поверхность принимает прямоугольную конфигурацию. Указанные геометрические формы являются ключевыми

при расчете плотности теплового потока на соседние объекты, в том числе в рамках определения величин противопожарных разрывов. Согласно существующим нормативным методикам прямоугольная модель излучающей поверхности широко применяется в расчетах и теоретических моделях, в то время как треугольная форма пламени ранее не рассматривалась как обоснованная геометрия излучающей поверхности. Полученные экспериментальные зависимости изменения площади излучающей поверхности от времени представлены на рисунке 4. Для сопоставления результатов экспериментальных значений площади излучающей поверхности на график нанесены две постоянные величины: расчетная площадь излучающей поверхности для фронтона кровли $4,5 \text{ м}^2$, принимаемая в расчетах как прямоугольник, и площадь проекции фронтона $2,25 \text{ м}^2$, соответствующая треугольной конфигурации.

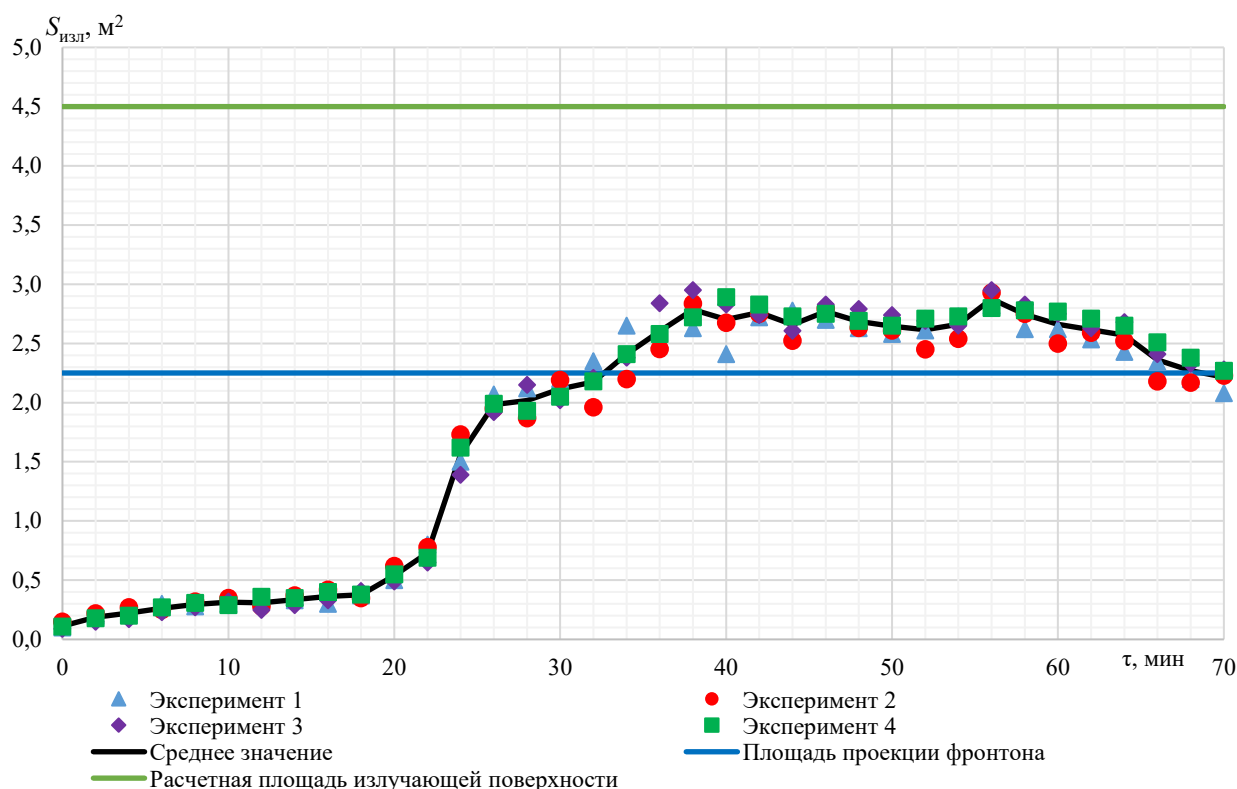


Рисунок 4. – Зависимость изменения площади излучающей поверхности от времени пожара

Экспериментальные значения площади излучающей поверхности превышают площадь вертикальной проекции фронтона после 32-й мин, однако значительно ниже расчетной площади излучающей поверхности. Площадь излучающей поверхности увеличивается до максимальных значений, достигающих порядка $3,0 \text{ м}^2$. Далее наблюдается ее стабилизация и последующее снижение, обусловленное частичным выгоранием горючих материалов экспериментального фрагмента.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют необходимость учета различных геометрических форм излучающей поверхности при расчетах углового коэффициента облученности. На основании вышеизложенного была разработана математическая модель определения углового коэффициента облученности для расчета плотности теплового потока от излучателя плоской формы, изложенная в работах [14; 15].

В рамках экспериментального исследования проводилась регистрация температурных полей на расстояниях (от 0,5 до 1,5 м по горизонтали и вертикали) от горящего фрагмента двускатной кровли. На рисунке 5 представлена кривая, которая показывает максимальные экспериментальные значения температуры, измеренной термоэлектрическим преобразователем, находившимся на расстоянии 1,0 м по вертикали и горизонтали от исследуемого объекта.

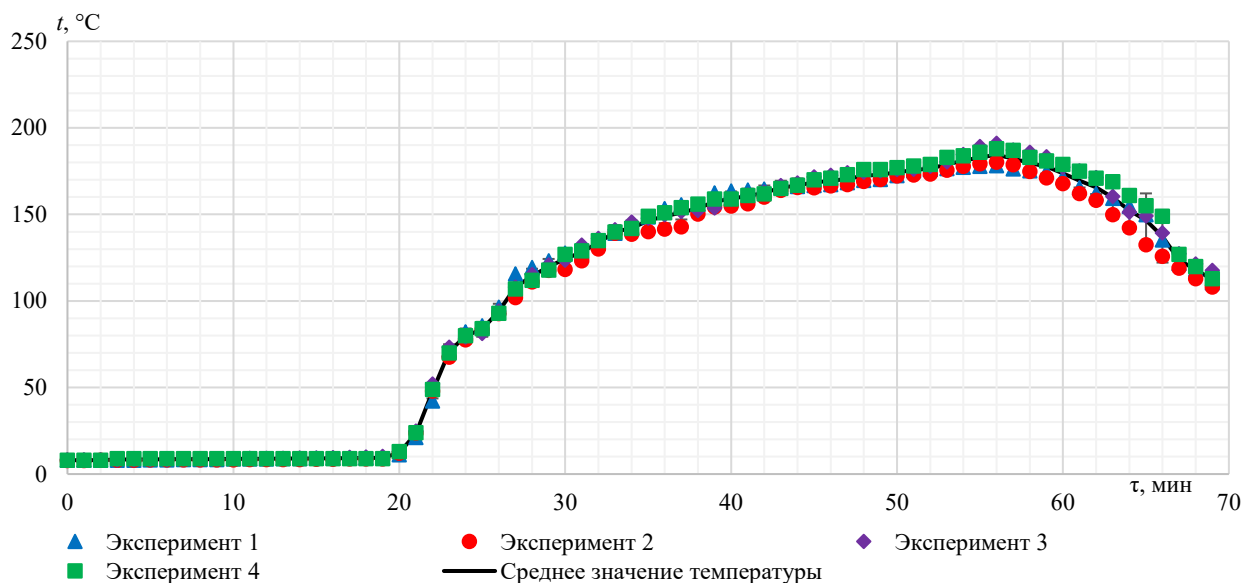


Рисунок 5. – Экспериментальные значения температур на расстоянии 1,0 м по вертикали и горизонтали от экспериментального фрагмента

Максимальное значение температуры от термоэлектрического преобразователя составило 184 ± 4 °C, данное значение было зафиксировано на 55-й мин проведения экспериментального исследования. После 55-й мин началось снижение температуры, т.к. уменьшалась площадь излучающей поверхности из-за выгорания горючих материалов конструкции фрагмента.

На рисунке 6 представлены экспериментальные данные о плотности теплового потока, зафиксированные при горении фронтона экспериментального фрагмента двускатной кровли. Датчик измерения плотности теплового потока и термоэлектрический преобразователь располагались на одинаковом расстоянии от экспериментального фрагмента.

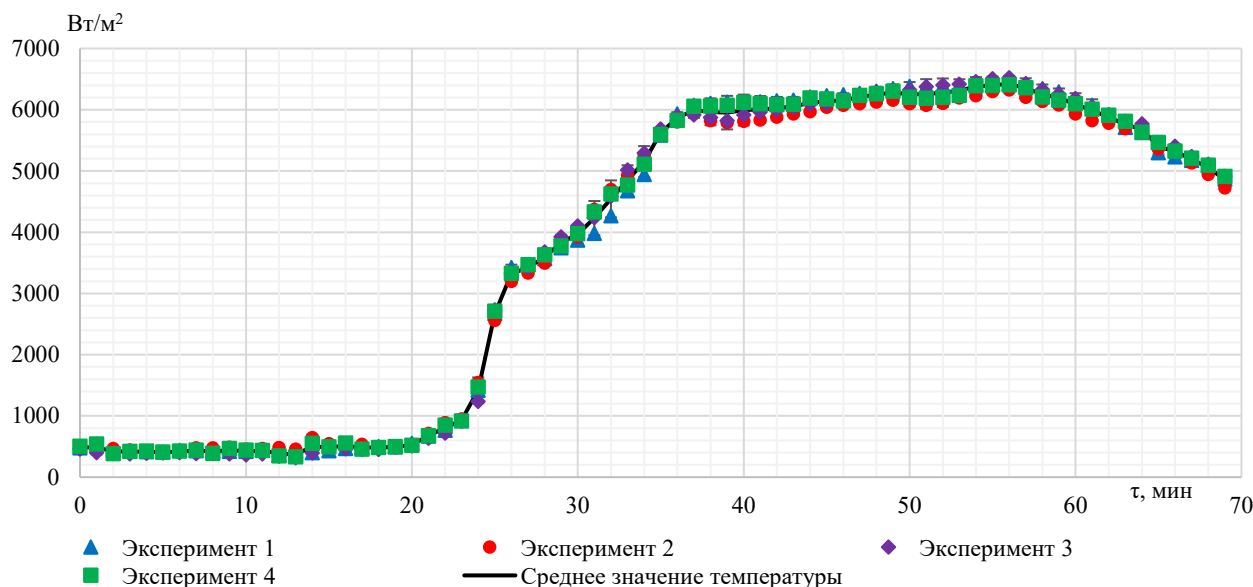


Рисунок 6. – Экспериментальные значения плотности теплового потока на расстоянии 1,0 м по вертикали и горизонтали от экспериментального фрагмента

При горении фронтона экспериментального фрагмента плотность теплового потока постепенно увеличивалась, достигая максимальных значений 6524 ± 131 Вт/м² на 55–57-й мин эксперимента. После достижения максимума наблюдается плавное снижение плотности теплового потока, что может быть обусловлено постепенным снижением интенсивности горения и выгоранием горючей нагрузки.

Для распространения результатов натурных экспериментальных исследований на другие возможные случаи, учитывающие различные геометрические размеры и угол наклона двускатных кровель, проведено численное моделирование с последующим сравнительным анализом результатов моделирования и экспериментальных данных. Это позволит уточнить и верифицировать расчетные методики, а также повысить точность определения противопожарных разрывов между зданиями.

Численное моделирование. Для этого разработана трехмерная физико-математическая модель нестационарного теплопереноса в условиях открытого горения, учитывающая геометрию экспериментального фрагмента и свойства горючих материалов, использованных для его возведения. Моделирование выполнено с помощью гидрогазодинамического решателя ANSYS Fluent [16; 17], в частности моделью теплопереноса при горении. Набор математических зависимостей, включенных в модель, представлен на схеме (рис. 7).



Рисунок 7. – Описание математической модели

В основу численного расчета положен метод RANS, который предполагает решение осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье – Стокса и уравнения неразрывности [16]. Для неизоэнтальпических потоков реагирующих многокомпонентных газов с учетом пульсаций плотности вместо осреднения по Рейнольдсу применяется осреднение по Фавру. Дополнительными для решения являются уравнение для удельной энергии и уравнение переноса концентрации продуктов сгорания [16]. Учет турбулентности осуществлялся определением рейнольдсовых напряжений и турбулентных тепловых и концентрационных потоков через запись дополнительных дифференциальных уравнений для характеристик турбулентности с применением гипотезы о турбулентной вязкости и диффузии [17]. Также использовалась SST $k-\omega$ модель турбулентности Ментера (модель переноса сдвиговых напряжений Ментера) [18].

Система уравнений модели может быть представлена в виде (применяется суммирование по повторяющемуся индексу. Например, в производной $\partial(\rho u_j)/\partial x_j$ следующей формулы повторяется индекс j , поэтому запись $\partial(\rho u_j)/\partial x_j$ обозначает сумму $\sum_{j=1}^3 \partial(\rho u_j)/\partial x_j$):

– уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j)}{\partial x_j} = 0, \quad (1)$$

где ρ – осредненная плотность газа, м;

t – время, с;

x_j – декартовы координаты 3-мерного пространства ($j = 1..3$), м;

– уравнения движения

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial(\tau_{ij} + \tilde{\tau}_{ij})}{\partial x_j} + \rho g_i, \quad i = 1..3, \quad (2)$$

где u_i – компоненты вектора осредненной (по Фавру) скорости, м/с;

$$\tau_{ij} = \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_m}{\partial x_m} \delta_{ij} \right) - \text{осредненный тензор вязких напряжений, Па;}$$

$$\tilde{\tau}_{ij} = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_m}{\partial x_m} \delta_{ij} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij} - \text{осредненный тензор турбулентных напряжений, Па;}$$

μ и μ_t – динамическая и турбулентная вязкость, Па·с;

k – кинетическая энергия турбулентности (КЭТ), м²/с²;

δ_{ij} – символ Кронекера ($\delta_{ij} = 1$ при $i = j$, и $\delta_{ij} = 0$ при $i \neq j$);

g_i – координаты вектора ускорения свободного падения, м/с²;

уравнения SST k - ω модели Ментера (1994) [18]:

– уравнение кинетической энергии турбулентности k

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j k)}{\partial x_j} = P_k - \beta^* \rho \omega k + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\mu + \sigma_k \mu_t) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right]; \quad (3)$$

– уравнение удельной скорости диссипации ω (1/с)

$$\frac{\partial(\rho \omega)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j \omega)}{\partial x_j} = \gamma \frac{\omega}{k} P_k - \beta \rho \omega^2 + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\mu + \sigma_\omega \mu_t) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + 2(1 - F_1) \rho \sigma_{\omega 2} \frac{1}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j}. \quad (4)$$

В этих уравнениях генерация турбулентной энергии P_k (кг/(м·с³)), турбулентная вязкость μ_t и функции смешивания F_1 и F_2 определяются по формулам:

$$P_k = \tilde{\tau}_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_j}, \quad \mu_t = \frac{\rho a_1 k}{\max(a_1 \omega, \Omega F_2)} \quad (a_1 = 0,31), \quad F_1 = \tanh(\arg_1^4) \quad \text{и} \quad F_2 = \tanh(\arg_2^2),$$

где Ω – интенсивность скорости деформации, 1/с;

$$\arg_1 = \min \left(\max \left(\frac{\sqrt{k}}{\beta^* \omega y}, \frac{500 \mu}{y^2 \omega \rho} \right), \frac{4 \rho \sigma_{\omega 2} k}{CD_{k\omega} y^2} \right), \quad \arg_2 = \max \left(\frac{2 \sqrt{k}}{\beta^* \omega y}, \frac{500 \mu}{y^2 \omega \rho} \right);$$

$$CD_{k\omega} = \max \left(2 \rho \sigma_{\omega 2} \frac{1}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j}, 10^{-20} \right);$$

y – расстояние от точки потока до ближайшей поверхности, м.

Константы модели β , σ_k , σ_ω и γ вычисляются из соответствующих констант по формуле $\phi = F_1 \phi_1 + (1 - F_1) \phi_2$:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,075; & \sigma_{k1} &= 0,85; & \sigma_{\omega 1} &= 1; \\ \beta_2 &= 0,0828; & \sigma_{k2} &= 1; & \sigma_{\omega 2} &= 0,856; \end{aligned}$$

$$\gamma_1 = \beta_1 / \beta^* - \sigma_{\omega 1} \kappa^2 / \sqrt{\beta^*} \quad \text{и} \quad \gamma_2 = \beta_2 / \beta^* - \sigma_{\omega 2} \kappa^2 / \sqrt{\beta^*} \quad \text{при} \quad \beta^* = 0,09 \quad \text{и} \quad \kappa = 0,41;$$

– уравнение энергии в терминах тепловой энтальпии h (Дж/кг)

$$\frac{\partial(\rho h)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j h)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu}{Pr} + \frac{\mu_t}{Pr_t} \right] \frac{\partial h}{\partial x_j} + \frac{\partial \dot{q}_j^R}{\partial x_j}; \quad (5)$$

– уравнение для концентрации компонент газа Y_l (кг/м³), $l = 1..N$,

$$\frac{\partial(\rho Y_l)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j Y_l)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu}{Sc} + \frac{\mu_t}{Sc_t} \right] \frac{\partial Y_l}{\partial x_j} + S_l; \quad (6)$$

– уравнение для концентрации сажи S (кг/м³)

$$\frac{\partial(\rho S)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j S)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu}{Sc} + \frac{\mu_t}{Sc_t} \right] \frac{\partial S}{\partial x_j} + S_s, \quad (7)$$

где Pr , Sc и Pr_t , Sc_t – молекулярные и турбулентные числа Прандтля и Шмидта соответственно;

$\dot{q}_j^R$ – тепловой поток за счет лучистого теплообмена, Вт/м² [16];

S_i и S_s – осредненные скорости химических реакций образования продуктов сгорания и сажи, кг/(м³·с) [16].

Система уравнений должна быть дополнена уравнением состояния газа

$$p = R\rho T \sum_{i=1}^N Y_i / M_i, \quad (8)$$

где $R = 8,314$ Дж/(моль·К) – универсальная газовая постоянная; T – температура, К; M_i – молярная масса газовых компонент, кг/моль.

Для расчета лучистого теплопереноса применена модель S2S (Surface-to-Surface), описывающая обмен лучистой энергией между двумя поверхностями [16]. Геометрические параметры (длина, ширина, высота и угол наклона скатов) и состав конструктивных элементов кровли (битумная черепица, подкладочный ковер, плита OSB, стропильная система и другие конструктивные элементы, выполненные из древесины) заданы в соответствии методикой, изложенной в работе [13].

Скорость образования сажи учитывалась на основе одношаговой модели ее образования с использованием эмпирической зависимости скорости образования сажи, справедливой для турбулентного горения углеводородов [16; 19].

Численный расчет производился с привлечением сеточного метода. В связи с этим расчетная область разбивалась на множество объемных сеточных ячеек конечного размера, совокупность которых представляет собой расчетную сетку. При этом первоначально расчетная область разбивалась на элементы в виде тетраэдров или параллелепипедов, однако для трехмерной постановки задачи производилось преобразование тетраэдральной сетки в полихедральную сетку, где в качестве элементов выступают ячейки в виде многогранников. Такой подход необходим для уменьшения количества расчетных ячеек и ускорения процесса счета. Процедура перевода в другой тип ячеек привела к тому, что первоначальная сетка, содержащая 21,3 млн ячеек, уменьшилась до 6,28 млн ячеек. Кроме того, использование полихедральных ячеек приводит к лучшей сходимости численного метода с меньшими невязками.

В результате моделирования получены значения плотности теплового потока и значения температур на расстояниях (от 0,5 до 1,5 м по горизонтали и вертикали), а также площади излучающей поверхности. Для сравнительного анализа экспериментальные данные и значения, полученные при моделировании, сведены в таблицу 1.

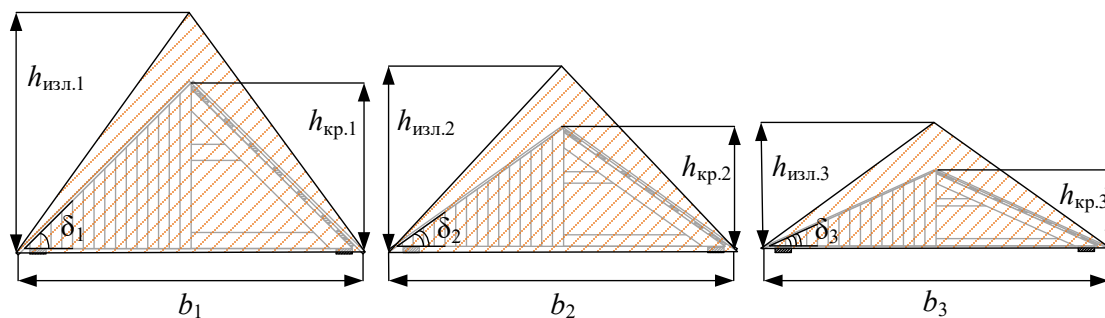
Таблица 1. – Сопоставление результатов эксперимента и численного моделирования

№ п/п	Рассматриваемый параметр	Эксперимент	Моделирование	Расхождение относительно экспериментальных данных, %
1	Максимальное значение плотности теплового потока, Вт/м ²	6524±131	7483	14,70
2	Максимальное значение температуры на расстоянии 1 м по вертикали и горизонтали от экспериментального образца, К	457±4	480	5,03
3	Максимальная площадь излучающей поверхности, м ²	2,99	3,33	11,37

Таким образом, разработанная модель подтверждает высокую степень соответствия расчетных данных экспериментальным значениям, что позволяет использовать ее при расчете других конструкций с различными углами наклона скатов и геометрическими размерами крыши. Это, в свою очередь, позволяет применять разработанную модель при

инженерной оценке противопожарных разрывов, а также для прогнозирования теплового воздействия на соседние здания и сооружения.

Далее с использованием разработанной численной модели тепломассопереноса, реализованной в ANSYS Fluent, проведен расчет для ряда геометрически различающихся конфигураций двускатной кровли, выполненной из горючих материалов. В расчетах варьировались следующие параметры: ширина и высота фронтона кровли. Принципиальная схема влияния рассматриваемых геометрических параметров приведена на рисунке 8.



b_1, b_2, b_3 – ширина фронтона, м; $h_{кр.1}, h_{кр.2}, h_{кр.3}$ – высота фронтона, м;
 $h_{изл.1}, h_{изл.2}, h_{изл.3}$ – высота излучающей поверхности; $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – угол наклона ската кровли

Рисунок 8. – Схема определения высоты излучающей поверхности

По результатам моделирования была установлена эмпирическая зависимость (9), связывающая высоту излучающей поверхности $h_{изл}$ (м) с основными геометрическими параметрами двускатной кровли.

$$h_{изл} = k_{h_{изл}}(h_{кр}, b) \cdot h_{кр}, \quad (9)$$

где $h_{кр}$ и b – высота и ширина фронтона кровли, м;

$k_{h_{изл}}(h_{кр}, b)$ – коэффициент, учитывающий геометрические размеры кровли.

Таким образом, численное моделирование позволило количественно описать влияние геометрических параметров двускатной кровли на геометрические параметры излучающей поверхности, что важно для обоснования и проектирования противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями.

Инженерная методика. На основании результатов проведенных экспериментальных исследований и численного моделирования разработана методика определения противопожарных разрывов между жилыми зданиями с двускатными крышами, выполненными из горючих материалов, учитывающая форму крыши и геометрические параметры излучающей поверхности. Указанная методика отличается от существующих тем, что позволяет рассчитывать излучающие поверхности различной формы (рис. 9).

Представленная методика включает несколько блоков: определение исходных данных, анализ геометрических параметров, расчет теплового воздействия и оценку выполнения условия пожарной безопасности.

На первом этапе проводится сбор геометрических исходных данных: ширина фронтона b (м), длина ската a (м) и высота кровли h (м). А также определяются теплофизические параметры:

- критическая плотность теплового потока $q_{кр}$ (Вт/м²) для принимающей поверхности на смежном объекте. Принимается по существующим справочным данным либо на основе экспериментально полученных значений;

- температура излучающей поверхности $T_{ф}$ (К) может быть получена по результатам моделирования или принята по существующим расчетным методикам;

- температура воспламенения принимающей поверхности $T_{в}$ (К) определяется по справочным данным в зависимости от веществ и материалов, на которые воздействует лучистый тепловой поток, либо определена экспериментально согласно [13];

– степень черноты пламени ε_{ϕ} и степень черноты принимающей поверхности ε_{π} определяются по существующим методикам и справочным данным.

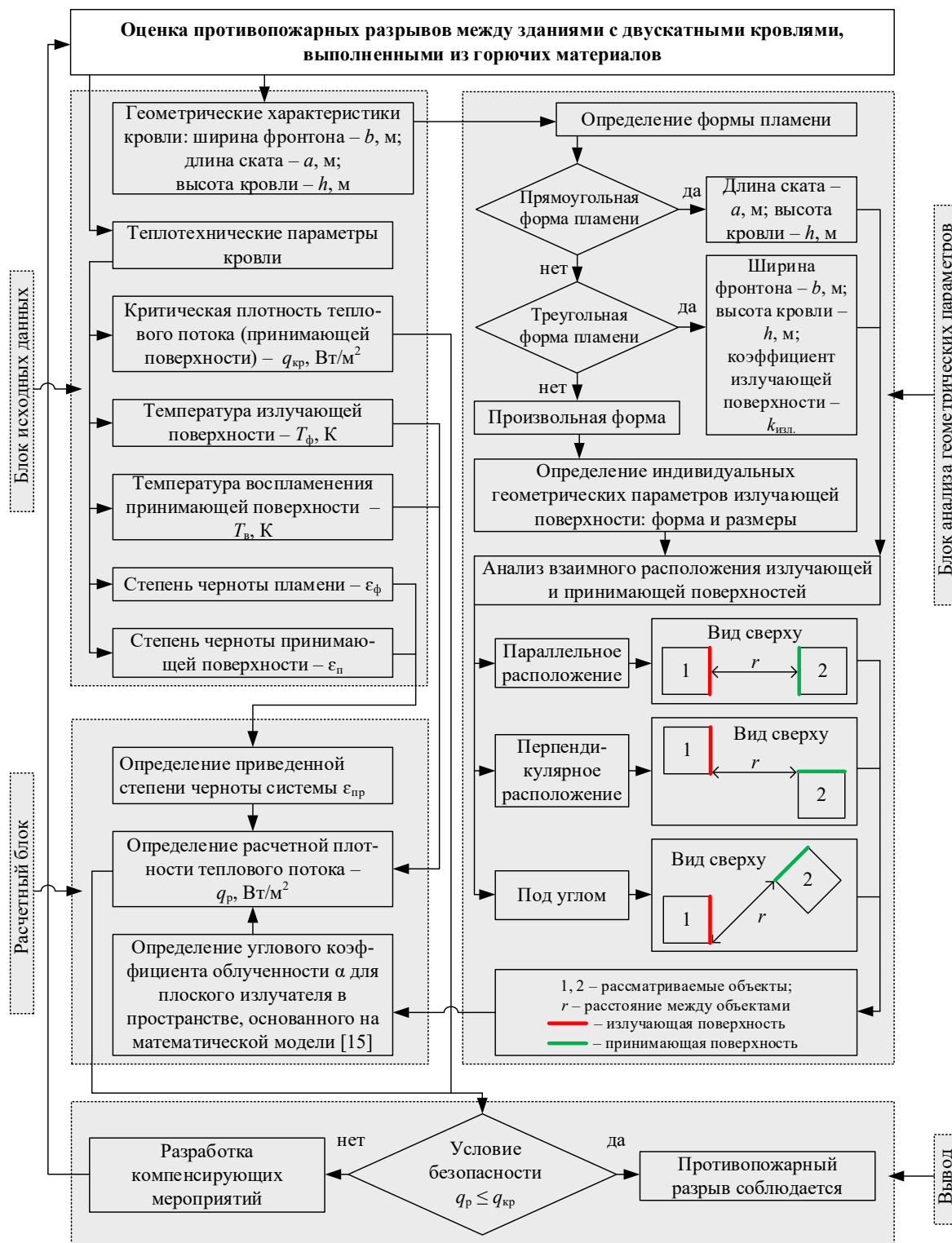


Рисунок 9. – Методика определения противопожарных разрывов между зданиями с двускатными кровлями, выполненными из горючих материалов

На следующем этапе определяется форма пламени (прямоугольная, треугольная или произвольная), например, при исследовании экспериментальных данных). В зависимости от формы пламени задаются соответствующие геометрические параметры излучающей поверхности. В частности, при горении ската кровли излучающая поверхность будет определяться

как вертикальная проекция в форме прямоугольника, в свою очередь, фронтон – треугольник, высота которого определяется на основании выражения (9). Затем проводится анализ пространственного расположения объектов (параллельно, перпендикулярно или под углом) относительно друг друга. В соответствии с пространственным расположением на математической модели плоского излучателя [15] рассчитывается угловой коэффициент облученности α .

Далее формируется расчетный блок, в котором на основе теплотехнических параметров и значения углового коэффициента облученности определяется расчетная плотность теплового потока q_p (Вт/м²). На заключительном этапе осуществляется проверка соблюдения условия безопасности – выполнение неравенства $q_p \leq q_{кр}$, при положительном результате противопожарный разрыв признается достаточным, при отрицательном – необходима разработка компенсирующих мероприятий: изменение геометрических параметров кровли, замена материалов конструкции и др. Абсолютно все предложенные мероприятия приведут к изменению исходных данных, поэтому необходимо определять достаточность противопожарного разрыва заново.

Заключение

В результате выполненного комплексного исследования, включающего натурные экспериментальные исследования и численное моделирование процессов тепломассопереноса и лучистого теплообмена при горении фрагмента двускатной кровли, выполненной из горючих материалов, получены новые научно обоснованные данные, необходимые для совершенствования методики расчета противопожарных разрывов.

В ходе экспериментальных исследований были установлены зависимости распределения температурных полей на расстояниях от 0,5 до 1,5 м по горизонтали и вертикали от горящего объекта, а также получены значения площади излучающей поверхности пламени и плотности теплового потока от времени при горении фронтона и ската исследуемого объекта. Доказано, что при горении фронтона кровли формируется излучающая поверхность в форме треугольника, в отличие от традиционно используемой в расчетах прямоугольной формы.

Разработана инженерная методика оценки противопожарных разрывов между жилыми зданиями с двускатными кровлями, выполненными из горючих материалов (основание из древесины и гибкая битумная черепица). Методика учитывает влияние геометрических параметров кровли (высоту и ширину), основана на экспериментально полученном коэффициенте высоты излучающей поверхности и угловом коэффициенте облученности для плоского излучателя в пространстве.

Результаты исследования могут быть использованы при проектировании новых и модернизации существующих зданий малоэтажной жилой застройки, а также при разработке технических нормативных правовых актов в области обеспечения пожарной безопасности.

Геометрические параметры и формы излучающих поверхностей при горении ската и фронтона двускатной кровли были определены в ходе моделирования, выполненного в рамках проекта Ф24М-029 Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (государственная регистрация № 20241248).

ЛИТЕРАТУРА

1. Пастухов, С.М. Анализ подходов по оценке минимально допустимых расстояний между зданиями при воздействии пожара / С.М. Пастухов, С.М. Жамойдик, А.В. Тетерюков // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2014. – № 2 (20). – С. 23–31. – EDN: SWENLV.
2. Cox, G. Combustion fundamentals of fire / G. Cox. – London: Academic Press, 1995. – 476 p.

3. Пузач, С.В. Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности / С.В. Пузач. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 150 с.
4. Ройтман, М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве / М.Я. Ройтман. – М.: Стройиздат, 1985. – 590 с.
5. Пожарная профилактика в строительстве: учебник / Б.В. Грушевский [и др.]; под ред. В.Ф. Кудаленкина. – М., 1985. – 454 с.
6. Chitty, R. External fire spread: building separation and boundary distances; 2nd ed. / R. Chitty. – Garston, Watford: Building Research Establishment, 2014. – 68 p. – ISBN 9781848063198.
7. Drysdale, D. An Introduction to Fire Dynamics / D. Drysdale. – Chichester: University of Edinburgh, 1999. – 470 p.
8. Karlsson, B. Enclosure Fire Dynamics / B. Karlsson, J.G. Quintiere. – Boca Raton: CRC Press, 2000. – 316 p.
9. Carlsson, E. External fire spread to adjoining buildings – A review of fire safety design guidance and related research / E. Carlsson. – Lund: Department of Fire Safety Engineering Lund University, 1999. – 125 p.
10. Law, M. Heat radiation from fires and building separation distance. Fire Research Technical Paper No. 5 / M. Law. – London: Her Majesty's Stationery Office, 1963. – 45 p.
11. Pesic, D. Simulation of fire spread between residential buildings regarding safe separation distance / D. Pesic, D. Zigar, M. Raos, I. Anghel // Technical gazette. – 2017. – Vol. 24, No. 4. – P. 1137–1145. – DOI: 10.17559/TV-20150923233514.
12. Edalati-Nejad, A. Numerical simulation of the effect of fire intensity on wind driven surface fire and its impact on an idealized building / A. Edalati-Nejad, M. Ghodrat, S.A. Fanaee, A. Simeoni // Fire. – 2022. – Vol. 5, No. 1. – Article 17. – 18 p. – DOI: 10.3390/fire5010017.
13. Пастухов, С.М. Методика проведения экспериментальных исследований по определению геометрических параметров пламени при горении кровельных материалов / С.М. Пастухов, А.В. Тетерюков // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 176–185. DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-2.176. – EDN: XPAHID.
14. Пастухов, С.М. Математическая модель определения углового коэффициента облученности при расчете противопожарных разрывов между зданиями с двускатными кровлями, выполненными из горючих материалов / С.М. Пастухов, А.С. Платонов, А.В. Тетерюков, А.С. Дробыш // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2021. – Т. 1, № 1. – С. 93–103. – DOI: 10.33408/2519-237X.2021.5-1.93. – EDN: DBRUSN.
15. Пастухов, С.М. Математическая модель определения углового коэффициента облученности для расчета плотности теплового потока от излучателя плоской формы / С.М. Пастухов, А.С. Платонов, А.В. Тетерюков, А.С. Дробыш // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2025. – Т. 9, № 1. – С. 5–20. – DOI: 10.33408/2519-237X.2024.9-1.5. – EDN: DIVTKW.
16. Снегирев, А.Ю. Теоретические основы пожаро- и взрывобезопасности / А.Ю. Снегирев, В.А. Талалов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 215 с.
17. Wilcox, D.C. Turbulence modeling for CFD / D.C. Wilcox. – La Canada, California: DCW Industries Inc, 1998. – 537 p.
18. Menter, F.R. Two-equation eddy-viscosity turbulence models for engineering applications / F.R. Menter // AIAA Journal. – 1994. – Vol. 32, No. 8. – P. 1598–1605. – DOI: 10.2514/3.12149.
19. Hankalin, V. On thermal properties of a pyrolysing wood particle / V. Hankalin, T. Ahonen, R. Raiko // Proc. of Finnish-Swedish Flame Days 2009, January 28–29, 2009, Naantali, Finland. – 16 p.

**Инженерная методика определения противопожарных разрывов между зданиями
с двускатными крышами, выполненными из горючих материалов**

**Engineering method for determining fire safety spacing between buildings
with gable roofs made of combustible materials**

Пастухов Сергей Михайлович

кандидат технических наук, доцент
ООО «ССПЭБ» (Союз специалистов
промышленной и экологической
безопасности), главный специалист
по пожарной безопасности, гражданской
обороне и чрезвычайным ситуациям
Адрес: Новинский бульвар, 31,
123242, г. Москва, Россия
Email: plamennyj98@gmail.com
SPIN-код: 3018-2219

Sergey M. Pastukhov

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Limited Liability Company «SSPEB»
(Union of Industrial and Environmental
Safety Specialists), Chief Specialist
in Fire Safety, Civil Defense,
and Emergency Situations
Address: Novinsky boulevard, 31,
123242, Moscow, Russia
Email: plamennyj98@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1437-1913

Чорный Андрей Дмитриевич

кандидат физико-математических наук,
доцент
Государственное научное учреждение
«Институт тепло- и массообмена имени
А.В. Лыкова Национальной академии
наук Беларуси», лаборатория турбулентности,
заведующий лабораторией
Адрес: ул. П. Бровки, 15,
220072, г. Минск, Беларусь
Email: anchor@hmti.ac.by
SPIN-код: 7604-9094

Andrey D. Chorny

PhD in Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor
State Scientific Institution
«A.V. Luikov Institute of Heat and Mass
Transfer of the National Academy of Sciences
of Belarus», Turbulence Laboratory,
Head of Laboratory
Address: P. Brovki str., 15,
220072, Minsk, Belarus
Email: anchor@hmti.ac.by
ORCID: 0000-0003-4716-6123
ScopusID: 14048109000

Тетерюков Алексей Васильевич

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра
пожарной безопасности, доцент
Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
Email: teter9212@gmail.com
SPIN-код: 4855-1354

Aleksey V. Teteryukov

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Fire Safety, Associate Professor
Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus
Email: teter9212@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7405-5774

ENGINEERING METHOD FOR DETERMINING FIRE SAFETY SPACING BETWEEN BUILDINGS WITH GABLE ROOFS MADE OF COMBUSTIBLE MATERIALS

Pastukhov S.M., Chorny A.D., Teteryukov A.V.

Purpose. To develop a scientifically grounded engineering method for determining fire separation distances between residential buildings with gable roofs made of combustible materials, taking into account the shape of roof and geometric parameters of the radiating surface.

Methods. Analysis of experimental data on the area of the radiating surface, temperature fields at distances ranging from 0.5 to 1.5 m both vertically and horizontally from an experimental fragment of a gable roof, as well as heat flux density. Numerical simulation of heat and mass transfer and radiative heat exchange processes using the ANSYS Fluent computational fluid dynamics solver.

Findings. It was found that during the combustion of the gable end, a triangular radiating surface is formed, which fundamentally differs from the existing calculation model based on rectangular radiating surfaces. Experimental dependencies were obtained for the variation of temperature, heat flux density, and radiating surface area over the duration of the fire. A numerical calculation model was developed, enabling the acquisition of new data without full-scale fire tests. Analytical relationships were established between the geometric parameters of the roof and the height of the radiating surface.

Application field of research. Determination of the size of fire safety spacing between buildings with gable roofs made of combustible materials. Design of low-rise residential buildings, in terms of assessing fire safety spacing between buildings and structures, as well as the development and updating of technical regulatory legal acts in the field of fire safety. The results of the study are of practical interest to engineering organisations, design institutes, workers of the Ministry for Emergency Situations, and scientific and educational institutions.

Keywords: fire safety spacing, geometric parameters of flame, configuration factor, experimental studies, modeling.

(The date of submitting: April 10, 2025)

REFERENCES

1. Pastukhov S.M., Zhamoydik S.M., Teteryukov A.V. Analiz podkhodov po otsenke minimal'no dopustimyykh rasstoyaniy mezhdu zdaniyami pri vozdeystvii pozhara [Analysis approaches for the assessment minimum distance between the buildings at the case of fire exposure]. *Vestnik Komandno-inzhenerenogo instituta MChS Respubliki Belarus'*, 2014. No. 2 (20). Pp. 23–31. (rus). EDN: SWENLV.
2. Cox G. *Combustion fundamentals of fire*. London: Academic Press, 1995. 476 p.
3. Puzach S.V. *Metody rascheta teplomassoobmena pri pozhare v pomeshchenii i ikh primeneniye pri reshenii prakticheskikh zadach pozharovzryvobezopasnosti* [Methods for calculating heat and mass transfer during indoor fires and their application to practical fire and explosion safety tasks]. Moscow: Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2005. 150 p. (rus)
4. Roytman M.Y. *Protivopozharnoe normirovanie v stroitel'stve* [Fire safety regulation in construction]. Moscow: Stroyizdat, 1985. 590 p. (rus)
5. Grushevskiy B.V., Yakovlev A.I., Krivosheev I.N., Shurin E.T., Klimushin N.G. *Pozharnaya profilaktika v stroitel'stve* [Fire prevention in construction]: textbook. Ed. by V.F. Kudalengin. Moscow, 1985. 454 p. (rus)
6. Chitty R. *External fire spread: building separation and boundary distances*. 2nd ed. Garston, Watford: Building Research Establishment, 2014. 68 p. ISBN 9781848063198.
7. Drysdale D. *An Introduction to Fire Dynamics*. Chichester: University of Edinburgh, 1999. 470 p.
8. Karlsson B., Quintiere J.G. *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton: CRC Press, 2000. 316 p.
9. Carlsson E. *External fire spread to adjoining buildings – A review of fire safety design guidance and related research*. Lund: Department of Fire Safety Engineering Lund University, 1999. 125 p.
10. Law M. *Heat radiation from fires and building separation distance*. *Fire Research Technical Paper No. 5*. London: Her Majesty's Stationery Office, 1963. 45 p.
11. Pesic D., Zigar D., Raos M., Anghel I. Simulation of fire spread between residential buildings regarding safe separation distance. *Technical Gazette*, 2017. Vol. 24, No. 4. Pp. 1137–1145. DOI: 10.17559/TV-20150923233514.

12. Edalati-Nejad A., Ghodrat M., Fanaee S.A., Simeoni A. Numerical Simulation of the Effect of Fire Intensity on Wind Driven Surface Fire and Its Impact on an Idealized Building. *Fire*, 2022. Vol. 5, No. 1. Article 17. 18 p. DOI: 10.3390/fire5010017.
13. Pastukhov S.M., Teteryukov A.V. Metodika provedeniya eksperimental'nykh issledovaniy po opredeleniyu geometricheskikh parametrov plameni pri gorenii krovel'nykh materialov [The method of experimental researches to determine the geometric parameters of the flame during combustion of roofing materials]. *Journal of Civil Protection*, 2018. Vol. 2, No. 2. Pp. 176–185. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-2.176. EDN: XPAXID.
14. Pastukhov S.M., Platonov A.S., Teteryukov A.V., Drobysh A.S. Matematicheskaya model' opredeleniya uglovogo koeffitsiyenta obluchennosti pri raschete protivopozharnykh razryvov mezhdu zdaniyami s dvuskatnymi krovlyami, vypolnennymi iz goryuchikh materialov [Mathematical model for determining the configuration factor when calculating fire risks between buildings with double roofs made of combustible materials]. *Journal of Civil Protection*, 2021. Vol. 1, No. 1. Pp. 93–103. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2021.5-1.93. EDN: DBRUSN.
15. Pastukhov S.M., Platonov A.S., Teteryukov A.V., Drobysh A.S. Matematicheskaya model' opredeleniya uglovogo koeffitsiyenta obluchennosti dlya rascheta plotnosti teplovogo potoka ot izluchatelya ploskoy formy [Mathematical model for determining the angular irradiation coefficient for calculating the heat flux density coming from a plane-shaped emitter]. *Journal of Civil Protection*, 2025. Vol. 9, No. 1. Pp. 5–20. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2024.9-1.5. EDN: DIVTKW.
16. Snegirev A.Yu., Talalov V.A. *Teoreticheskie osnovy pozharo- i vzyvobezopasnosti* [Theoretical foundations of fire and explosion safety]. St. Petersburg Polytechnic University, 2007. 215 p. (rus)
17. Wilcox D.C. *Turbulence modeling for CFD*. La Canada, California: DCW Industries Inc, 1998. 537 p.
18. Menter F.R. Two-equation eddy-viscosity turbulence models for engineering applications. *AIAA Journal*, 1994. Vol. 32, No. 8. Pp. 1598–1605. DOI: 10.2514/3.12149.
19. Hankalin V., Ahonen T., Raiko R. On thermal properties of a pyrolysing wood particle. *Proc. of Finnish-Swedish Flame Days 2009, January 28-29, 2009, Naantali, Finland*. 16 p.

Copyright © 2025 Pastukhov S.M., Chorny A.D., Teteryukov A.V.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОГО ПРОФИЛЯ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS

Дробыш А.С.

Цель. Разработать в программно-вычислительном комплексе ANSYS научно обоснованный и экспериментально валидированный метод моделирования поведения стеклопластикового двутаврового профиля с конструктивной огнезащитой при высокотемпературном воздействии пожара, учитывающий изменения его напряженно-деформированного состояния.

Методы. Анализ, моделирование, сравнение существующих результатов экспериментальных и теоретических исследований по исследуемой тематике.

Результаты. Рассмотрено применение модуля ANSYS Composite PrepPost (ACP) для численного моделирования строительных конструкций из композиционных материалов в условиях высокотемпературного воздействия. Описаны этапы построения геометрической модели стеклопластикового двутаврового профиля, определения свойств многослойных композитов и проведения тепломеханического расчета. Выполнено сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными, подтверждающее высокую точность метода моделирования поведения стеклопластикового двутаврового профиля.

Область применения исследований. Проектирование и строительство зданий и сооружений с использованием полимерных композитных (стеклопластиковых) материалов и конструкций.

Ключевые слова: композитные материалы, стеклопластик, моделирование, метод конечных элементов, огнестойкость, огнезащита, экспериментальные исследования.

(Поступила в редакцию 10 апреля 2025 г.)

Введение

Развитие современных технологий в области обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений позволяет использовать численные методы расчета, реализуемые в специализированных программно-вычислительных комплексах. Существует множество программно-вычислительных комплексов, среди которых можно выделить ANSYS, ABAQUS, SolidWorks, Компас APM FEM, IDEA StatiCa и ряд других, которые используют численный анализ методом конечных элементов (далее – МКЭ) для решения задач, связанных с механикой деформируемого твердого тела, включая расчет прочности, устойчивости и др., а также анализ температурных, тепловых и других полей в исследуемых строительных конструкциях.

Применение имеющихся комплексов позволяет значительно сократить экономические затраты на проведение экспериментальных исследований, а также уменьшить временной ресурс, необходимый на выполнение работы. Отличительной особенностью при работе в программных комплексах является возможность многократного воспроизведения сценариев (условий) проведения исследования, вариативность и оперативность изменения необходимых параметров, а также детализация протекающих процессов во всем временном интервале. Стоит отметить, что применение комплексов играет важную роль на стадии проектирования, разработки и оптимизации нового или уже имеющегося объекта (строительные конструкции), которое позволяет найти оптимальное (рациональное) решение для исследуемого объекта, а также существенно увеличить эффективность проведения работы по исследуемой тематике.

Важную роль программно-вычислительные комплексы играют при оценке огнестойкости строительных конструкций, что связано с необходимостью моделирования их поведения при пожаре при длительном высокотемпературном воздействии. МКЭ позволяет смоделировать распределение значений температур по сечению и объему конструкции, изменение физико-механических свойств материалов в зависимости от значений температуры, термические деформации и напряжения, прогибы, а также процессы потери устойчивости и разрушения. Иногда МКЭ является единственно возможным способом прогнозирования, например, при оценке огнестойкости уникальных объектов или конструкций, а также в нестандартных условиях эксплуатации, когда проведение натурных испытаний в ряде случаев затруднено, экономически нецелесообразно или технически невозможно. Достоверность результатов, полученных при моделировании МКЭ, напрямую зависит от соответствия показателей (параметров) при моделировании и в реальной конструкции и не может быть гарантировано без сопоставления результатов моделирования с экспериментальными данными.

Таким образом, применение программно-вычислительных комплексов, основанных на МКЭ, является важным и перспективным направлением повышения эффективности проектирования и обеспечения пожарной безопасности строительных объектов, которые будут соответствовать установленным требованиям нормативных документов в области пожарной безопасности.

Основная часть

Определение пределов огнестойкости, а также моделирование поведения конструкций при пожаре возможно в ANSYS, который является одним из самых универсальных и мощных комплексов конечно-элементного анализа и позволяет решить линейные и нелинейные, стационарные и нестационарные пространственные задачи механики деформируемого твердого тела и механики конструкций, задачи механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей и др. [1; 2].

Существует множество примеров, где с помощью ANSYS в модуле Mechanical для стандартных строительных конструкций, выполненных из бетона, железобетона, дерева и стали, в том числе с огнезащитой, моделируют их поведение при высокотемпературном воздействии пожара, а также определяют предел огнестойкости исследуемой конструкции. Так, в работе [3], используя ANSYS, была создана модель, позволяющая учесть в расчетах напряжения и деформации бетона выше критических с учетом пластичности и возможных сдвиговых деформаций, что наиболее полно описывает поведение материала при нагружении. Полученные в статье результаты теоретических исследований использованы при проведении расчетов огнестойкости железобетонных предварительно напряженных плит без сцепления арматуры с бетоном, т.к. полученные данные хорошо согласуются с экспериментальными. Компьютерное моделирование в ANSYS также было использовано для определения пределов огнестойкости современных строительных конструкций из железобетона [4]. В результате была разработана методика определения пределов огнестойкости по потере несущей способности (R) современных строительных конструкций из железобетона, и с помощью программно-вычислительного комплекса ANSYS был определен предел огнестойкости по потере несущей способности, а также разработаны методы повышения их огнестойкости. Результаты компьютерного моделирования задач по оценке огнестойкости незащищенных стальных колонн и стальных колонн с огнезащитой из вермикулитовых плит были представлены в работе [5], где была проведена оценка достоверности численного моделирования в ANSYS стальной колонны без огнезащиты. Было осуществлено сравнение представленных результатов решения теплофизической и прочностной задачи с имеющимися результатами натурных огневых испытаний. Проводилась оценка влияния толщины огнезащитного покрытия на огнестойкость стальных колонн, где был разработан ряд подпрограмм для параметрического расчета огнестойкости стальных колонн с различной приведенной толщиной

огнезащиты. Достоверности результатов численного моделирования в ANSYS и применения полученных результатов для параметрического расчета огнестойкости металлических конструкций, а именно моделированию работы вспучивающихся защитных покрытий посвящена работа [6]. В результате авторами получены данные с применением ANSYS, которые имеют хорошую сходимость с результатами натурных огневых испытаний, проводимых в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны». Оценке огнестойкости стальных конструкций с конструктивной огнезащитой из гипсовых плит посвящена работа [7], где в ANSYS на основании экспериментальных данных были созданы трехмерные расчетные компьютерные модели для моделирования теплообмена с газовой средой пожара для поперечных сечений вертикальных стальных профилей, защищенных огнестойкими гипсовыми плитами Knauf Fireboard толщиной 15...50 мм. Подводя итог, можно сделать вывод, что в стандартном модуле численного анализа Mechanical, используемом в ANSYS для стандартных строительных конструкций, возможно получить схожие с экспериментальными данными результаты поведения стандартных материалов и конструкций при высокотемпературном воздействии. Используя компьютерное моделирование, возможно создать верифицированную экспериментальными данными модель, которая позволит прогнозировать поведение аналогичных стандартных материалов и конструкций при пожаре.

Стоит отметить, что при моделировании композитных материалов и строительных конструкций стандартный модуль численного анализа Mechanical, используемый в ANSYS, не позволяет полноценно учесть сложную анизотропную структуру, состоящую из нескольких слоев с различными механическими характеристиками, которые существенно зависят от направления укладки волокон, поскольку он изначально предназначен для однородных или изотропных материалов. Применение стандартного модуля значительно упрощает модель и структуру композитных материалов, что приводит к снижению точности и достоверности результатов расчетов при моделировании. Для корректного моделирования поведения композитных материалов требуется специализированное программное обеспечение, в котором возможно задать количество и направление укладки слоев, ориентацию волокон, межслойные взаимодействия, критерии прочности и т.д. В рамках настоящей статьи в качестве основного инструмента численного анализа использован модуль Ansys Composite PrepPost (далее – АСР). АСР – это специализированный модуль в ANSYS, который специально разработан для моделирования композитных материалов, позволяющий детально задавать многослойную структуру материала с указанием последовательности слоев, ориентации и типа армирования. Кроме того, модуль АСР обеспечивает возможность проведения draping-анализа – растяжения и смещения волокон при укладке на поверхности сложной формы, что крайне важно при изучении реальных процессов укладки композитных материалов, а также для точности при расчете прочности в реальных изделиях.

Возможности модуля АСР от стандартного модуля Mechanical в ANSYS значительно отличаются и представлены в таблице 1.

Таким образом, использование специализированного модуля АСР в ANSYS существенно повышает точность и достоверность численного моделирования поведения композитных материалов. Это достигается благодаря детальному учету послойной структуры композитов, ориентации волокон, особенностей межслоевого взаимодействия и разрушения. Особенно важным преимуществом модуля является способность моделировать и визуализировать по слоям поведение материала в условиях сложного термомеханического нагружения. В результате применение модуля АСР в ANSYS становится незаменимым инструментом для комплексных исследований и прогнозирования поведения композитных материалов и конструкций, позволяя более эффективно проектировать материалы и изделия, а также дает возможность более точно и рационально достичь необходимых показателей (характеристик) материала или конструкции.

Таблица 1. – Основные отличия модуля ACP и стандартного модуля Mechanical в ANSYS

Критерий	Модуль Mechanical	Модуль ACP
Основное назначение	Общий МКЭ-анализ конструкций	Специализированный анализ композитных материалов
Поддержка композитов	Ограниченная (вручную задаются ортотропные свойства)	Расширенная: послойное моделирование, ориентация волокон, толщина, последовательность
Интерфейс для послойной выкладки (layup)	Отсутствует специализированный интерфейс	Специализированный интерфейс для задания layup и ориентации волокон
Визуализация layup-схемы	Отсутствует	Есть
Поддержка нестандартной геометрии layup	Ограничена	Есть
Импорт траекторий выкладки волокон	Отсутствует	Есть
Массовый расчет layup-вариантов	Отсутствует	Есть
Draping-анализ (деформация ткани)	Отсутствует	Есть
Редактирование слоев	Отсутствует	Есть, включая шаблоны и многослойные материалы
Задание свойств по толщине	Упрощенное (единоразово)	Послойное задание толщины
Межслойные напряжения	Недоступны напрямую	Доступны и визуализируемы

В настоящей статье в ANSYS (бессрочная лицензия ANSYS Academic Associate Mechanical and CFD и ANSYS Mechanical Pro по договору от 19 сентября 2019 г. № 3286-2019-ГС) с применением специализированного модуля ACP был описан метод моделирования поведения при высокотемпературном воздействии профиля двутаврового, балочного, полимерного, размером $200 \times 100 \times 10$ мм и длиной 3000 мм, изготовленного методом пултрузии с использованием изофталевой смолы, непрерывно армированного стекловолокном, который соответствует требованиям EN13706-2:2002E¹ (далее – профиль). На рисунке 1 показана общая структура проекта ANSYS, моделирующего поведение профиля при высокотемпературном воздействии.

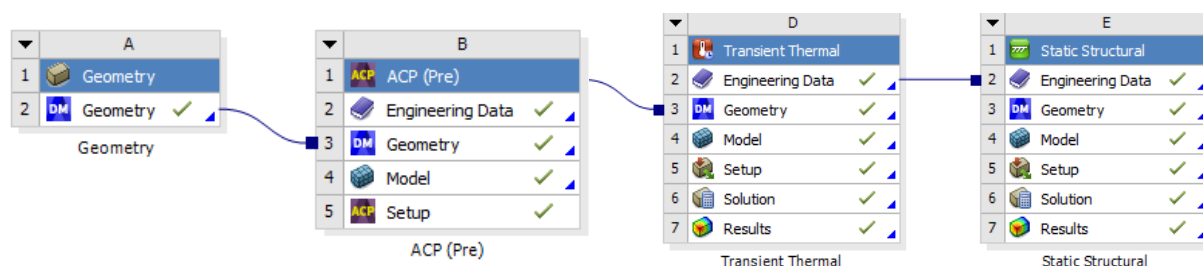
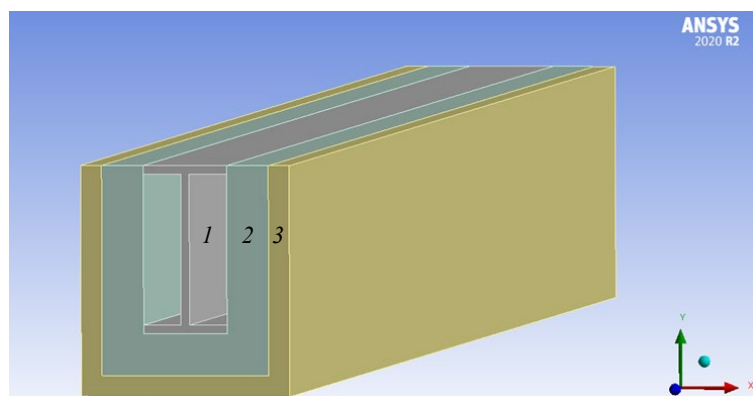


Рисунок 1. – Общая структура проекта ANSYS-модели поведения профиля

Моделирование поведения профиля включает: *Geometry* – создание геометрической модели профиля; *Engineering Data* – задание параметров материалов модели; *ACP* – настройка композитных слоев профиля; *Transient Thermal* – нестационарный тепловой расчет; *Static Structural* – прочностной расчет профиля.

На начальном этапе моделирования была создана геометрическая модель профиля с конструктивной огнезащитой и минеральной ватой, который ранее был исследован в работе [8] (рис. 2).

¹ Reinforced plastics composites – Specifications for pultruded profiles – Part 2: Methods of test and general requirements: EN 13706-2:2002; effect. 01.05.2003. – 40 p.



1 – профиль; 2 – минеральная вата; 3 – конструктивная огнезащита

Рисунок 2. – Геометрическая модель профиля с огнезащитой

Второй этап включал задание параметров материалов модели и послойной структуры профиля. В качестве материала использовался стеклопластик – композиционный материал, включающий волокна из Е-стекла, пропитанные термореактивной изофталевой смолой. Конструктивная огнезащита состояла из гипсовой армированной огнестойкой плиты толщиной 25 мм и минеральной ваты.

Для более точного моделирования поведения профиля в условиях реального нагружения на третьем этапе была реализована послойная структура слоев. Укладка волокон выполнялась с различной ориентацией, позволяющей воспринимать нагрузки по всем основным направлениям. Схемы укладки слоев для различных элементов конструкции заданы следующим образом: полка профиля $[0^\circ/45^\circ/-45^\circ/90^\circ]$ – симметричная укладка с шестью слоями толщиной 0,25 мм каждый, обеспечивающими сопротивление как нормальным, так и касательным напряжениям; стенка профиля: $[0^\circ/45^\circ/-45^\circ/0^\circ]$ – толщина каждого из шести слоев 0,25 мм, обеспечивающих усиление по вертикальной оси и устойчивость к расслоению. Координатные системы укладки волокон были заданы индивидуально для каждого участка конструкции, что критически важно при наличии сложной формы сечения и различной ориентации армирования. После формирования послойной структуры она была применена к соответствующим телам геометрии: полкам и стенке. Таким образом, каждая часть конструкции получила свою уникальную послойную структуру (рис. 3).

В модуле ANSYS Meshing выполнялась генерация конечной элементной сетки с типом элемента Shell и шагом 5 мм, подходящим для моделирования тонкостенных композитных оболочек.

На четвертом этапе выполнялся нестационарный тепловой расчет профиля, необходимый для определения температурных полей в различные моменты времени. В модели принят трехсторонний прогрев профиля с огнезащитой, температура на обогреваемых сторонах огнезащиты изменялась в соответствии с температурой стандартного пожара:

$$T_f = T_0 + 345 \cdot \lg(8t + 1), \quad (1)$$

где t – время нагрева, мин;

$T_0 = 20^\circ\text{C}$ – начальная температура;

345°C и 8 мин^{-1} – размерные коэффициенты.

При выполнении четвертого этапа заданы граничные условия, которые идентичны граничным условиям при проведении полномасштабных экспериментальных исследований [8] и показаны на рисунке 4.

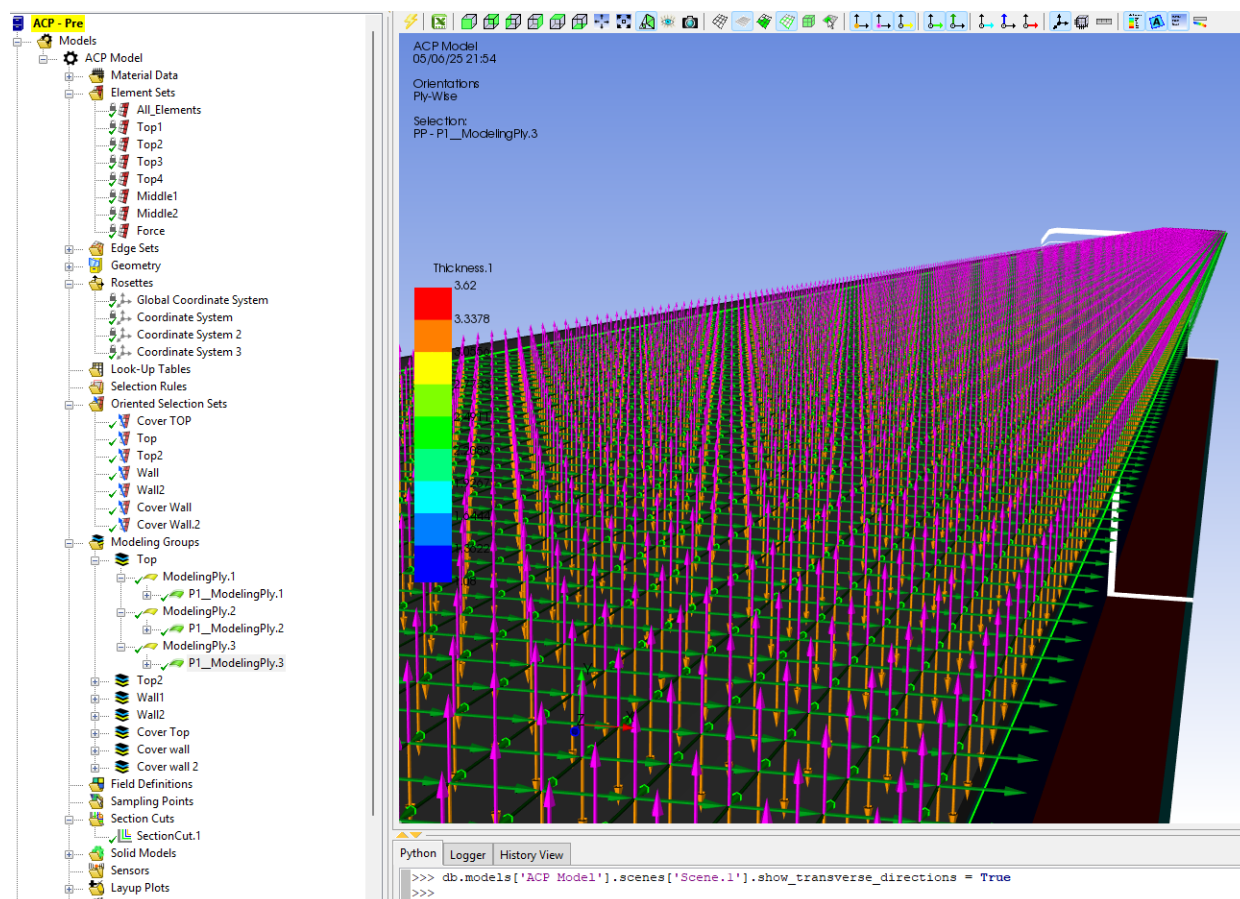


Рисунок 3. – Схема проекта в модуле ACP, а также визуализация направления слоев на полке профиля

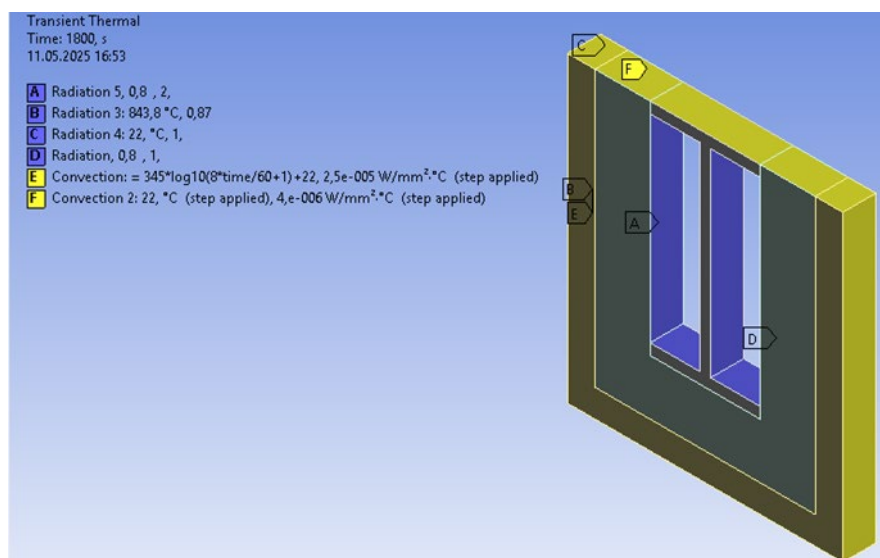


Рисунок 4. – Представление граничных условий задачи теплообмена в ANSYS

Перенос теплоты от обогреваемой поверхности огнезащиты к профилю осуществлялся теплопроводностью через короб огнезащиты и излучением с необогреваемой поверхности на поверхность двутавра. Тепловые свойства материалов огнезащиты и профиля принимались согласно ранее полученным экспериментальными и теоретическими данным [7–8; 13–14]. Далее рассчитанные температурные поля (рис. 5) импортированы в прочностной модуль, где на их основе рассчитывалось напряженно-деформированное состояние профиля на протяжении временного интервала высокотемпературного воздействия.

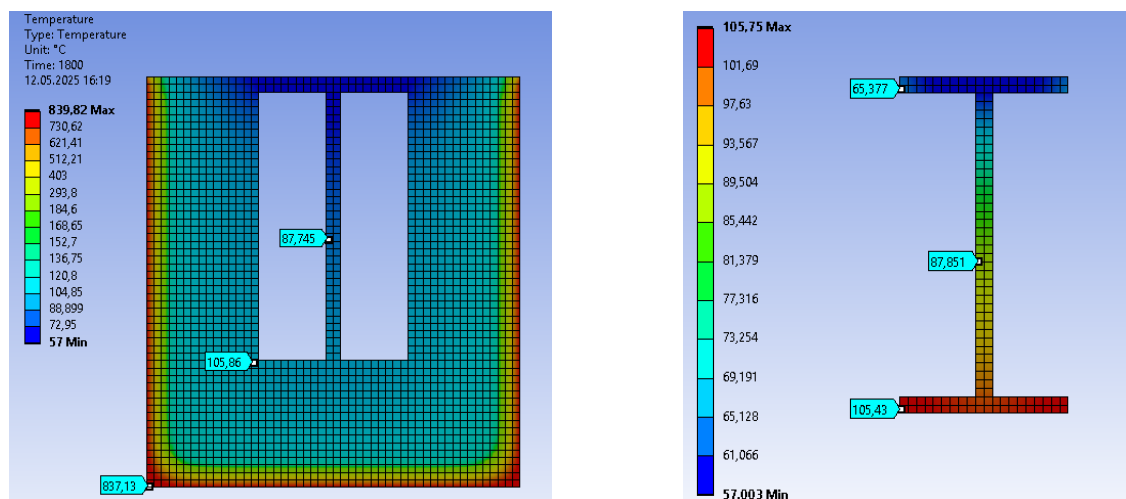


Рисунок 5. – Температурное поле профиля с конструктивной огнезащитой и минеральной ватой на 30-й мин моделирования

В экспериментальных исследованиях [8] конструктивная огнезащита не получила видимых повреждений, поэтому при расчете напряженно-деформированного состояния профиля она не учитывалась, а только была добавлена ее собственная масса к нагрузке, приложенной к профилю. Согласно схеме нагружения (рис. 6), использованной ранее при проведении экспериментальных исследований [8] и граничных условий для теплообмена (рис. 4) проведен расчет напряженно-деформированного состояния за весь временной интервал нагрева профиля.

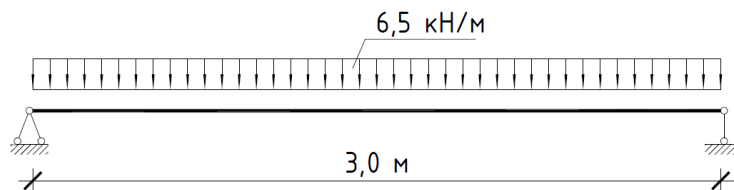


Рисунок 6. – Схема приложения нагрузки на профиль

Для построения модели поведения профиля под нагрузкой с учетом температуры нагрева профиля была использована диаграмма деформирования материала, включающая модуль упругости и предел прочности при нормальных условиях и коэффициенты из таблицы 2, полученные ранее в исследованиях [9; 14]:

$$\sigma_c(T) = \gamma_{ct} \sigma_{c_0}; \quad E_c(T) = \beta_{ct} E_{c_0}, \quad (1)$$

где $\sigma_c(T)$ – предел прочности при нагреве, МПа;

γ_{ct} – коэффициент снижения предела прочности материала;

σ_{c_0} – предел прочности при нормальных условиях (20 °C), МПа;

$E_c(T)$ – модуль упругости при нагреве, ГПа;

β_{ct} – коэффициент снижения начального модуля упругости материала;

E_{c_0} – модуль упругости при нормальных условиях (20 °C), ГПа.

Уравнение (2) используется для моделирования упруго-пластического поведения материала в среде ANSYS. Коэффициенты в уравнении (2) зависят от температуры и определяются экспериментально. Для рассматриваемого полимерного материала (наполнитель – стекловолокно) предел прочности и модуль упругости с ростом температуры будет уменьшаться в связи с расплавлением связующего и уменьшением прочности стекловолокна. Для этого необходимо задать прочностные и упругие характеристики материала и температуру нагрева профиля. Построение требуемых диаграмм в ANSYS осуществляется в автоматическом режиме.

Таблица 2. – Результаты экспериментальных прочностных испытаний [14]

Температура, °C	Прочность материала профиля при растяжении вдоль волокон, МПа	Коэффициент γ_{ct}	Модуль упругости материала профиля при растяжении вдоль волокон, ГПа	Коэффициент β_{ct}
20	380,0	1	9,0	1
60	350,0	0,92	8,4	0,93
80	320,0	0,84	7,8	0,87
100	290,0	0,76	6,7	0,74
150	240,0	0,63	6,3	0,70

В результате проведения прочностного расчета в ANSYS было установлено (рис. 7), что напряженно-деформированное состояние профиля с конструктивной огнезащитой при заданных температурных воздействиях соответствует результатам, полученным ранее при проведении полномасштабных экспериментальных исследований. Эти результаты подтверждают достоверность предложенной модели, а также ее применимость для прогнозирования огнестойкости аналогичных конструкций без проведения натурных огневых испытаний.

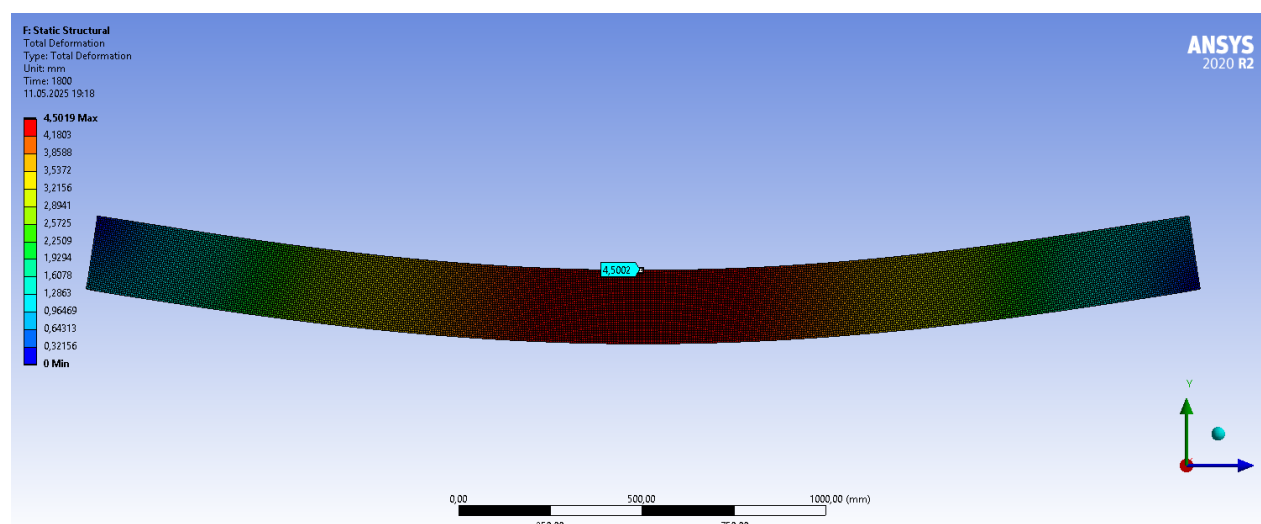


Рисунок 7. – Результат моделирования прогиба профиля

Как видно из рисунка 5, в результате моделирования среднее значение температуры профиля через 30 мин нагрева составило 87 °C, что говорит о хорошей сходимости с имеющимися экспериментальными данными по результатам двух испытаний, где среднее значение температуры профиля не превысило 85 и 83 °C. Максимальный прогиб по результатам моделирования составил 4,5 мм (рис. 7) и оказался близким к ранее полученным экспериментальным значениям максимального прогиба профиля – 4,0 и 4,3 мм [8]. Разница между расчетными и экспериментально полученными данными не превысила 12,5 %.

Заключение

Разработан научно обоснованный и экспериментально валидированный метод моделирования поведения стеклопластикового профиля при высокотемпературном воздействии в программном комплексе ANSYS с использованием модуля ACP. Учтены температурно-зависимые характеристики прочности и модуля упругости, а также реализована послойная структура композита с ориентацией армирующих волокон. Результаты моделирования сопоставлены с экспериментальными данными, и разница между расчетными и экспериментально полученными данными не превысила 12,5 %, что подтверждает достоверность и применимость созданной модели. Разработанный метод может использоваться для оценки огнестойкости и проектирования конструкций из полимерных материалов без проведения натурных испытаний. Полученные данные представляют практическую ценность и могут быть использованы для прогнозирования поведения полимерных конструкций и/или аналогичных

конструкций при пожаре работниками как Министерства по чрезвычайным ситуациям, так и Министерства архитектуры и строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шкода, И.В. Физическое и численное моделирование стальных и сталежелезобетонных конструкций из труб: монография / И.В. Шкода, П.А. Хазов, А.П. Помазов [и др.]. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – 135 с. – EDN: UYZEOS.
2. Полевода, И.И. Прочностной и теплотехнический расчеты инженерных конструкций методом конечно-элементного моделирования в программном комплексе ANSYS: учебно-методическое пособие / И.И. Полевода А.Н. Камлюк, В.А. Ковтун, С.Г. Короткевич. – Минск: Изд-во Колоград, 2024. – 275 с.
3. Полевода, И.И. Моделирование поведения железобетонных предварительно напряженных плит без сцепления арматуры с бетоном в программном комплексе ANSYS / И.И. Полевода, Н.В. Зайнудинова // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2017. – Т. 1, № 4. – С. 385–391. – DOI: 10.33408/2519-237X.2017.1-4.385. – EDN: ZRKOZD.
4. Полевода, И.И. Определение пределов огнестойкости современных строительных конструкций из железобетона с применением компьютерного моделирования в ANSYS / И.И. Полевода // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т. 6, № 1. – С. 42–57. – DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-1.42. – EDN: EJENKP.
5. Агафонова, В.В. Численное моделирование при оценках огнестойкости стальных конструкций с применением огнезащиты из вермикулитовых плит / В.В. Агафонова // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 8 (145). – С. 173–177. – EDN: RAJJDL.
6. Бардин, А.В. Огнестойкость металлоконструкций на примере метода численного моделирования / А.В. Бардин, О.Ю. Сударь // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 8 (35). – С. 36–47. – EDN: UZMYVN.
7. Басакович, И.А. Огнезащитная эффективность гипсовых плит Knauf Fireboard для вертикальных стальных профилей различного сортамента / И.А. Басакович, С.С. Ботян, С.М. Жамойдик [и др.] // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 3. – С. 268–282. – DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-3.268. – EDN: JCWJCS.
8. Кудряшов, В.А., Экспериментальные исследования огнестойкости полимерных композитных конструкций с огнезащитой / В.А. Кудряшов, И.И. Полевода, А.С. Дробыш, А.М. Соловьянчик // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2015. – № 1 (21). – С. 25–29. – EDN: TKPYGZ.
9. Ширко, А.В. Определение механических свойств композитной арматуры с учетом температурного воздействия / А.В. Ширко, А.Н. Камлюк, А.В. Спиглазов, А.С. Дробыш // Механика машин, механизмов и материалов – 2015. – № 2 (31). – С. 59–65. – EDN: TWAIHN.
10. Ширко, А.В. Прочностной расчет методом конечных элементов бетонной плиты перекрытия, армированной композитной арматурой, при пожаре / А.В. Ширко, А.Н. Камлюк, А.С. Дробыш, А.В. Спиглазов // Инженерно-физический журнал – 2017. – Т. 90, № 3. – С. 742–751. – EDN: ZBQOIZ.
11. Ширко, А.В. Анализ теплотехнических характеристик бетонных плит, армированных стальными и композитными стержнями, в программной среде ANSYS / А.В. Ширко, А.Н. Камлюк, И.И. Полевода, А.С. Дробыш // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2015. – № 2 (10). – С. 110–118.
12. Камлюк, А.Н. Влияние теплового воздействия пожара на механические свойства композитной арматуры / А.Н. Камлюк, А.В. Ширко А.В. Спиглазов, А.С. Дробыш // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2015. – № 2 (22). – С. 4–11. – EDN: UHNCAD.
13. Schleifer, V. Zum Verhalten von raumabschliessenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall: dissertation ETH Nr. 18156 / Vanessa Schleifer. – Zürich, 2009. – 147 s. – DOI: 10.3929/ethz-a-005771863.
14. Кудряшов, В.А. Результаты экспериментальных исследований огнестойкости полимерных композитных материалов, армированных стекловолокном / В.А. Кудряшов, А.С. Дробыш, А.М. Соловьянчик // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2015. – № 1 (21). – С. 17–24. – EDN: TKPYGP.

**Метод моделирования поведения стеклопластикового профиля
при высокотемпературном воздействии в программно-
вычислительном комплексе ANSYS**

**Method of simulation of fibreglass profile behaviour under high-temperature impact
in ANSYS software-computing complex**

Дробыш Антон Сергеевич

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», отдел научной
и инновационной деятельности,
начальник отдела

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Email: aantox@mail.ru

SPIN-код: 3169-0097

Anton S. Drobysh

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Department of Scientific and Innovation Activity,
Head of Department

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus

Email: aantox@mail.ru

ORCID: 0000-0002-9528-3108

METHOD OF SIMULATION OF FIBREGLASS PROFILE BEHAVIOUR UNDER HIGH-TEMPERATURE IMPACT IN ANSYS SOFTWARE-COMPUTING COMPLEX

Drobysh A.S.

Purpose. To develop a scientifically substantiated and experimentally validated method for modelling the behaviour of a fibreglass I-beam profile with structural fire protection under the high-temperature effect of fire, taking into account changes in its stress-strain state, in the ANSYS software-computing complex.

Methods. Analysis, modelling, comparison of existing results of experimental and theoretical research on the subject under study.

Findings. Application of ANSYS Composite PrepPost (ACP) module for numerical modelling of building structures made of composite materials under high-temperature conditions is considered. The stages of construction of geometrical model of fibreglass I-beam profile, determination of properties of multilayer composites and heat and mechanical calculation are described. The results of the simulation were compared with experimental data, confirming the high accuracy of the method for simulating the behavior of fiberglass I-beams.

Application field of research. Design and construction of buildings and structures using polymer composite (fibreglass) materials and structures.

Keywords: composite materials, fibreglass, simulation, finite element method, fire resistance, fire protection, experimental studies.

(The date of submitting: April 10, 2025)

REFERENCES

1. Shkoda I.V., Khazov P.A., Pomazov A.P., Sitnikova A.K., Kozhanov D.A. *Fizicheskoe i chislennoe modelirovanie stal'nykh i stalezhelezobetonnykh konstruksiy iz trub* [Physical and numerical simulation of steel and reinforced concrete structures made of pipes]: monograph. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, 2023. 135 p. (rus). EDN: UYZEOS.
2. Palevoda, I.I. Prochnostnoy i teplotekhnicheskoy raschety inzhenernykh konstruksiy metodom konechno-elementnogo modelirovaniya v programmnom komplekse ANSYS [Strength and thermal engineering calculations of engineering structures using finite element simulation in the ANSYS software package]: study guide. Minsk: Kolograd, 2024. 275 p. (rus)
3. Polevoda I.I., Zaynudinova N.V. Modelirovanie povedeniya zhelezobetonnykh predvaritel'no napryazhennykh plit bez stsepleniya armatury s betonom v programmnom komplekse ANSYS [Modelling of the behavior of concrete slabs with unbonded reinforcement in the ANSYS program complex]. *Journal of Civil Protection*, 2017. Vol. 1, No. 4. Pp. 385–391. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2017.1-4.385. EDN: ZRKOZD.
4. Polevoda I.I. Opredelenie predelov ognestoykosti sovremennykh stroitel'nykh konstruksiy iz zhelezobetona s primeneniem komp'yuternogo modelirovaniya v ANSYS [Determination of fire resistance limits for modern reinforced concrete building structures using computer simulation in ANSYS]. *Journal of Civil Protection*, 2022. Vol. 6, No. 1. Pp. 42–57. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-1.42. EDN: EJENKP.
5. Agafonova V.V. Chislennoe modelirovanie pri otsenkakh ognestoykosti stal'nykh konstruksiy s primeneniem ognezashchity iz vermikulitovykh plit [Computational modeling during assessment of fire resistance of steel constructions with the use vermiculite fire protection]. *Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*, 2013. No. 8. Pp.173–177. (rus). EDN: RAJJDL.
6. Bardin A.V., Sudar' O.Yu. Ognestoykost' metallokonstruksiy na primere metoda chislennogo modelirovaniya [Fire resistance numerical modeling on the example of metal structures]. *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2015. No. 8 (35). Pp. 36–47. (rus). EDN: UZMYVH.
7. Basakovich I.A., Botyan S.S., Zhamoydik S.M., Kudryashov V.A., Osyayev V.A., Palevoda I.I. Ogneshchitnaya effektivnost' gipsovykh plit Knauf Fireboard dlya vertikal'nykh stal'nykh profiley razlichnogo sortamenta [Knauf Fireboard fire protection efficiency for vertical steel profiles of various cross section shapes]. *Journal of Civil Protection*, 2019. Vol. 3, No. 3. Pp. 268–282. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-3.268. EDN: JCWJCS.

8. Kudryashov V.A., Palevoda I.I., Drobysh A.S., Solov'yanchik A.M. Eksperimental'nye issledovaniya ognestoykosti polimernykh kompozitnykh konstruktсий s ognezashchitoy [Experimental researches fire resistance of polymer composite structures with fire protection]. *Vestnik Komandno-inzhenerenogo instituta MChS Respubliki Belarus'*, 2016. No. 1 (21). Pp. 25–29. (rus). EDN: TKPYGZ.
9. Shirko A.V., Kamlyuk A.N., Spiglazov A.V., Drobysh A.S. Opredelenie mekhanicheskikh svoystv kompozitnoy armatury s uchetom temperaturnogo vozdeystviya [Composite reinforcement strength and stiffness analysis in temperature view]. *Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials*, 2015. No. 2 (31). Pp. 59–65. (rus). EDN: TWAIDH.
10. Shirko A.V., Kamlyuk A.N., Drobysh A.S., Spiglazov A.V. Strength and stiffness analysis by the finite-difference method of a concrete floor slab reinforced with composite rods during a fire. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 2017. Vol. 90, No. 3. Pp. 705–714. DOI: 10.1007/s10891-017-1618-6. EDN: YDLCFP.
11. Shirko A.V., Kamlyuk A.N., Palevoda I.I., Drobysh A.S., Analiz teplotekhnicheskikh kharakteristik betonnykh plit, armirovannykh stal'nymi i kompozitnymi sterzhnyami, v programmnoy srede ansys [Analysis of thermal engineering characteristics of concrete slabs, reinforced with steel and composite rods, in the ANSYS software environment]. *Emergency Situations: Education and Science*. – 2015. No. 2 (10). Pp. 110–118. (rus)
12. Kamlyuk A.N., Shirko A.V., Spiglazov A.V., Drobysh A.S. Vliyanie teplovogo vozdeystviya pozhara na mekhanicheskie svoystva kompozitnoy armatury [Influence of thermal effects of fire on mechanical properties composite reinforcement]. *Vestnik Komandno-inzhenerenogo instituta MChS Respubliki Belarus'*. 2015. No.2 (22). Pp. 4–11. (rus). EDN: UHHCAD.
13. Schleifer V. Zum Verhalten von raumabschliessenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall [For the behaviour of room-closing multi-layer wood components in case of fire]: Dissertation ETH Nr. 18156. Zürich, 2009. 147 s. (deu). DOI: 10.3929/ethz-a-005771863.
14. Kudryashov V.A., Drobysh A.S. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy ognestoykosti polimernykh kompozitnykh materialov, armirovannykh steklovoloknom [Results of experimental researches fire resistance of polymer composite materials reinforced with fiberglass]. *Vestnik Komandno-inzhenerenogo instituta MChS Respubliki Belarus'*. 2015. No. 1 (21). Pp. 17–24. (rus). EDN: TKPYGP.

Copyright © 2025 Drobysh A.S.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЙ ОГNETУШАЩИЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ, ПОДАВАЕМЫЙ МЕТОДОМ РАСПЫЛЕНИЯ

Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д.

Цель. Разработка универсального пленкообразующего огнетушащего химического состава для установок пожаротушения водой и пеной на основе фторированных поверхностно-активных веществ для тушения пожаров класса А и В (горение твердых и жидких горючих веществ), подаваемого на тушение методом распыления.

Методы. Эмпирические методы исследования (измерение поверхностного и межфазного натяжения растворов), метод рандомизации и полного факторного эксперимента для получения регрессионных моделей, а также модуль «Профили желательности» программного пакета STATISTICA. Определение коэффициентов поверхностного и межфазного натяжений растворов поверхностно-активных веществ в водных системах проводили методом отрыва кольца Дю Нуи на автоматическом тензиометре KRÜSS-K20.

Результаты. Обоснован выбор компонентов пленкообразующего огнетушащего химического состава: фторированных поверхностно-активных веществ (ФПАВ), углеводородных поверхностно-активных веществ (УПАВ) и сорастворителя. Представлены результаты полного факторного эксперимента, на основании которого получены регрессионные модели, описывающие изменение значения коэффициента растекания водной пленки по поверхности горючей жидкости, коэффициента межфазного натяжения, времени смачивания образца из хлопковой ткани, времени существования водной пленки на поверхности горючей жидкости, толщины водной пленки на поверхности горючей жидкости и времени тушения модельного очага пожара класса В в зависимости от соотношения компонентов пленкообразующих огнетушащих химических составов.

Из установленных зависимостей времени тушения модельных очагов пожаров от массовой доли компонентов пленкообразующего огнетушащего химического состава определены диапазоны коэффициента межфазного натяжения $1,7\text{--}1,9\text{ мН}\cdot\text{м}^{-1}$ и коэффициента растекания $3,0\text{--}3,2\text{ мН}\cdot\text{м}^{-1}$, при которых огнетушащая эффективность пленкообразующего огнетушащего химического состава максимальна и составляет 55 с, что на 35 % больше огнетушащей эффективности серийно выпускаемых пленкообразующих пенообразователей.

На основании установленных зависимостей времени тушения модельных очагов от коэффициента межфазного натяжения водных растворов ФПАВ, УПАВ с сорастворителем разработана рецептура пленкообразующего огнетушащего состава, состоящего из $2,9\pm 0,1$ мас. % амфотерного ФПАВ, $1,5\pm 0,1$ мас. % неионогенного УПАВ, $3,0\pm 0,1$ мас. % анионного УПАВ, $10,0\pm 0,1$ мас. % органического растворителя и $82,9\pm 0,1$ мас. % воды, отличающегося от исследуемых составов и существующих аналогов наибольшей огнетушащей эффективностью при подаче путем распыления.

Область применения исследований. Полученные результаты могут быть использованы при разработке рецептуры пленкообразующих огнетушащих составов для тушения пожаров.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, коэффициент поверхностного натяжения, коэффициент межфазного натяжения, полный факторный эксперимент, математическая модель, пенообразователь.

(Поступила в редакцию 10 апреля 2025 г.)

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью повышения огнетушащей эффективности установок пожаротушения при пожарах в производственных, складских и сельскохозяйственных зданиях и сооружениях, а также в установках промышленного назначения, оборудованных данными установками. Как показывает статистика, более чем

в 50% случаев сработка установок пожаротушения при пожарах на объектах защиты ликвидацию загорания не обеспечила [1].

Порядок разработки пленкообразующего огнетушащего химического состава для автоматических установок пожаротушения водой и пеной, подаваемого методом распыления, представлен в виде схемы на рисунке 1.



Рисунок 1. – Порядок разработки пленкообразующего огнетушащего химического состава для автоматических установок пожаротушения водой и пеной, подаваемого методом распыления

Литературный обзор по теме исследований. В результате проведенного анализа литературных источников [2–6] установлено, что одним из способов повышения огнетушащей эффективности существующих водяных и пенных установок пожаротушения является применение пленкообразующего огнетушащего химического состава и его подача на тушение в виде мелкодисперсных капель, что способствует одновременному образованию двух механизмов тушения: по поверхности и по объему [7].

Поскольку традиционные газовые и аэрозольные составы преимущественно обеспечивают объемное тушение пожара [7], эффективность их применения напрямую зависит от герметичности защищаемого помещения. На открытых площадях объемное тушение становится неэффективно¹. Для подавления горения необходимо создать достаточную концентрацию огнетушащего вещества, что и ограничивает область применения установок объемного тушения.

Для открытых пространств с обращением горючих жидкостей чаще применяют водные пенообразующие растворы, создающие воздушно-механическую пену. Однако у этого метода есть существенный недостаток: воздушно-механическая пена обладает относительно коротким временем эффективной работы. Уже через 5–7 мин пена начинает терять свои огнетушащие свойства из-за синерезиса – процесса самопроизвольного уменьшения объема пены за счет стекания воды. Это приводит к быстрому снижению эффективности тушения и необходимости оперативной подпитки пенного слоя [8].

Наиболее полно объемно-поверхностный способ тушения наблюдается при распылении пленкообразующего фторсодержащего огнетушащего химического состава таким образом, чтобы диаметр образующихся капель был менее 150 мкм [6]. За счет уменьшения размера частиц повышается площадь контакта огнетушащего состава с фронтом пламени и обеспечивается высокий охлаждающий эффект, а за счет пленкообразующего огнетушащего химического состава повышается смачивающая способность твердых горючих материалов и создаются условия для образования устойчивой паронепроницаемой водной пленки

¹ Пожарная автоматика зданий и сооружений: СН 2.02.03-2019. – Введ. впервые (с отменой на территории Респ. Беларусь: ТКП 45-4.02-317-2019). – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2019. – 81 с.

при попадании капель на поверхность горючей жидкости. Это особенно актуально для промышленных предприятий, где хранятся и обрабатываются разнообразные горючие вещества и материалы.

Для обеспечения высокой огнетушащей эффективности состава при тушении пожаров класса В образуемая на поверхности горючей жидкости паронепроницаемая водная пленка должна иметь положительный коэффициент растекания для самопроизвольного распространения по поверхности горючей жидкости, быть термостойкой для исключения разрушения от воздействия теплового потока пламени или нагретых предметов и сохраняться длительное время на поверхности горючей жидкости.

Образование водной пленки с необходимыми свойствами достигается путем применения в составе огнетушащей композиции фторированных поверхностно-активных веществ. Поскольку фторсодержащие поверхностно-активные вещества (ПАВ) эффективно снижают поверхностное натяжение раствора, но недостаточно сильно коэффициент межфазного натяжения, то понижение коэффициента межфазного натяжения достигается путем добавления к фторсодержащим ПАВ углеводородных ПАВ. В итоге смесь ПАВ работает эффективнее, чем каждый компонент по отдельности.

Применение смеси из фторированного и углеводородного ПАВ позволяет создать необходимые условия для образования изолирующей водной пленки на поверхности горючей жидкости, когда сумма коэффициента поверхностного натяжения водного раствора фторированного ПАВ и коэффициента его межфазного натяжения с горючей жидкостью меньше коэффициента поверхностного натяжения горючей жидкости:

$$\sigma_w + \sigma_{wo} < \sigma_o, \quad (1)$$

где σ_w – коэффициент поверхностного натяжения раствора пенообразователя, Н·м⁻¹;

σ_{wo} – коэффициент межфазного натяжения между раствором пенообразователя и горючей жидкостью, Н·м⁻¹;

σ_o – коэффициент поверхностного натяжения горючей жидкости, Н·м⁻¹.

Таким образом, для образования изолирующей водной пленки на поверхности н-гептана, имеющего коэффициент поверхностного натяжения примерно 20,5 мН/м, сумма коэффициентов поверхностного натяжения водного раствора фторированного ПАВ и его межфазного натяжения с н-гептаном должна быть не более 20,5 мН/м. Вместе с тем, для того чтобы исключить смешение огнетушащего состава и горючей жидкости, коэффициент межфазного натяжения должен быть не менее 1 мН/м.

Исходя из условий эксплуатации пленкообразующего огнетушащего химического состава были сформулированы требования к его рабочим характеристикам и способу подачи (табл. 1).

Таблица 1. – Разработанные требования к пленкообразующему огнетушащему химическому составу

Условия применения		Достигается	Способ реализации
Универсальность	Тушение пожаров класса А	Наличием смачивающего эффекта	Применение УПАВ
	Тушение пожаров класса В	Наличием изолирующего эффекта	Применение ФПАВ
Эффективность	Высокая изолирующая способность		
	Высокая охлаждающая способность	Формированием капель размером менее 150 мкм, равномерностью распределения капель в объеме факела распыла	Применение водяных розеточных оросителей
	Разбавление реагирующих веществ		

Основная часть

1. Разработка методов исследования и лабораторного оборудования. При анализе способов исследования свойств водяных огнетушащих составов, подаваемых на тушение путем распыления [9], было установлено, что большинство подходов являются материалоемкими. С целью установления количественного влияния компонентов пленкообразующего огнетушащего химического состава на его эксплуатационные, огнетушащие и физико-химические свойства с применением минимального количества расходного материала были разработаны лабораторные установки и методики выполнения измерений с использованием этих установок.

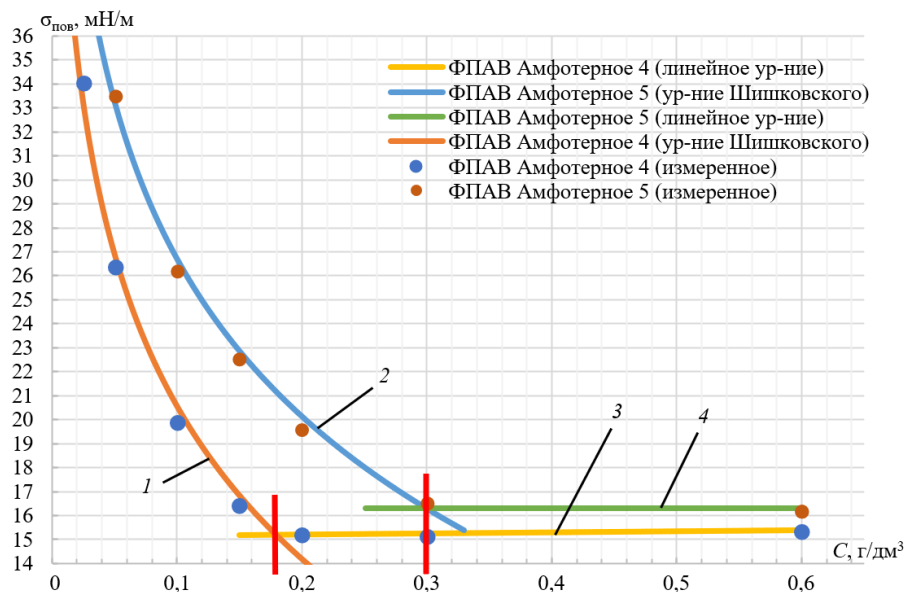
Поскольку основным механизмом тушения пленкообразующих огнетушащих химических составов является изоляция поверхности горючей жидкости для исключения выделения ее паров в зону горения, время устойчивости паронепроницаемой водной пленки на поверхности горючей жидкости является ключевым показателем, определяющим огнетушащую способность состава. Анализ существующих методов исследования скорости образования, толщины и времени существования водной пленки из пленкообразующих огнетушащих химических составов на поверхности горючей жидкости позволил прийти к выводу, что между собой подходы очень схожи и направлены на воспроизведение условий подачи огнетушащего состава на тушение. Для обеспечения достоверности и повторяемости получаемых результатов измерений была разработана методика оценки устойчивости паронепроницаемой водной пленки на поверхности горючей жидкости, которая позволяет имитировать поведение взаимодействия капли пленкообразующего огнетушащего химического состава при распылении через ороситель водяной установки пожаротушения с поверхностью горючей жидкости.

Для определения области и способов применения огнетушащего состава исследуется его огнетушащая эффективность. Для оценки огнетушащей эффективности применяются различные методы исследования, основная задача которых сводится к определению времени тушения модельного очага пожара при установленной интенсивности подачи огнетушащего состава. Для проведения сравнительных испытаний огнетушащей эффективности различных огнетушащих составов при подаче их путем распыления была разработана установка для исследования физических параметров и огнетушащей эффективности водных распыленных химических составов и методика проведения данных испытаний. Разработанная методика испытаний позволила создать постоянные и легко воспроизводимые условия проведения лабораторных исследований на огнетушащую эффективность с минимальным применением горючих и огнетушащих веществ и материалов.

2. Обоснование выбора компонентов пленкообразующего огнетушащего химического состава. В качестве фторированных ПАВ использовались поставляемые в Беларусь 14 наименований ПАВ различной химической природы: 2 ПАВ анионного типа, 5 ПАВ неионогенного типа, 5 ПАВ амфотерного типа и 2 состава, представляющих собой смесь фторированных и углеводородных ПАВ. В качестве углеводородных ПАВ использовались 8 наименований ПАВ: 4 ПАВ анионного типа и 4 ПАВ неионогенного типа. С целью защиты сведений о составе смесей наименование всех исследованных ПАВ представлено в виде условного названия «тип» и «номер ПАВ»: Амфотерное 1, Амфотерное 2, ..., Амфотерное 5.

2.1. Выбор ФПАВ. Разработка огнетушащей композиции включала обоснование выбора его компонентов: ФПАВ, сорастворителя и УПАВ. Выбор ФПАВ проводился по величине коэффициента поверхностного натяжения при критической концентрации мицеллообразования (ККМ). При ККМ коэффициент поверхностного натяжения раствора имеет значение, которое в дальнейшем слабо изменяется при увеличении концентрации ПАВ. Таким образом, ККМ является условной точкой с минимальным коэффициентом поверхностного натяжения раствора при минимальной концентрации ПАВ.

Для нахождения ККМ была построена зависимость коэффициента поверхностного натяжения растворов ФПАВ от его концентрации. Для нахождения ККМ область зависимости коэффициента поверхностного натяжения от концентрации ПАВ ниже ККМ аппроксимируется уравнением Шишковского, а выше ККМ – линейным уравнением. Значение ККМ определяется по точке пересечения двух экстраполированных кривых, которые отображают зависимость ниже и выше критической концентрации. В результате проведенных ранее исследований [10] было установлено, что наибольшее снижение поверхностного натяжения достигается при использовании ФПАВ Амфотерное 4, у которого значение ККМ в водном растворе равно $0,182 \text{ г/дм}^3$, и коэффициент поверхностного натяжения при ККМ равен $15,1 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$. Пример определения ККМ ФПАВ Амфотерное 4 и Амфотерное 5, как наиболее перспективных, приведен на рисунке 2.



- 1 – расчетная зависимость $\sigma = \sigma_0 - A \ln(KC + 1)$, где $\sigma_0 = 72,4 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$; $A = 9,243 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$; $K = 270,954 \text{ дм}^3/\text{г}$;
 2 – расчетная зависимость $\sigma = \sigma_0 - A \ln(KC)$, где $\sigma_0 = 72,4 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$; $A = 9,554 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$; $K = 122,107 \text{ дм}^3/\text{г}$;
 3 – расчетная зависимость $\sigma = aC + b$, где $\sigma = aC + b$, $a = 0,0425 [\text{мН} \cdot \text{м}^{-1}] \cdot [\text{дм}^3/\text{г}]$; $b = 15,125 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$;
 4 – расчетная зависимость $\sigma = b - aC$, где $a = 0,049 [\text{мН} \cdot \text{м}^{-1}] \cdot [\text{дм}^3/\text{г}]$; $b = 16,29 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$

Рисунок 2. – Экспериментальные зависимости коэффициента поверхностного натяжения $\sigma_{\text{пов}}$ от концентрации C ФПАВ Амфотерное 4 и Амфотерное 5

Поскольку при добавлении фторированных ПАВ в воду образуются нерастворимые сгустки, для полного их растворения в рецептурах пленкообразующих огнетушащих составов применяются различные сорастворители, такие как бутилгликоль, бутилдигликоль, 2-бутоксизтанол, моноэтиленгликоль и изопропиловый спирт. С целью установления влияния сорастворителей на коэффициент поверхностного натяжения огнетушащих композиций были исследованы растворы, содержащие: 1) ФПАВ Амфотерное 4 в концентрации $0,025$ до $0,6 \text{ г/дм}^3$ и сорастворитель; 2) ФПАВ Амфотерное 5 в той же концентрации и сорастворитель. В качестве сорастворителя использовали изопропиловый спирт, 2-бутоксизтанол и этиленгликоль. Концентрация сорастворителя была выше концентрации ФПАВ в 10 раз во всех измерениях. Результаты измерений зависимости коэффициента поверхностного натяжения от концентрации ФПАВ Амфотерное 4 и 5 в растворах с сорастворителем и без него приведены на рисунке 3.

Из рисунка 3 видно, что использование 2-бутоксизтанола совместно с ФПАВ Амфотерное 4 приводит к максимальному снижению коэффициента поверхностного натяжения в сравнении с другими композициями при минимальной концентрации, что и обусловило выбор данного ФПАВ и сорастворителя для дальнейших исследований.

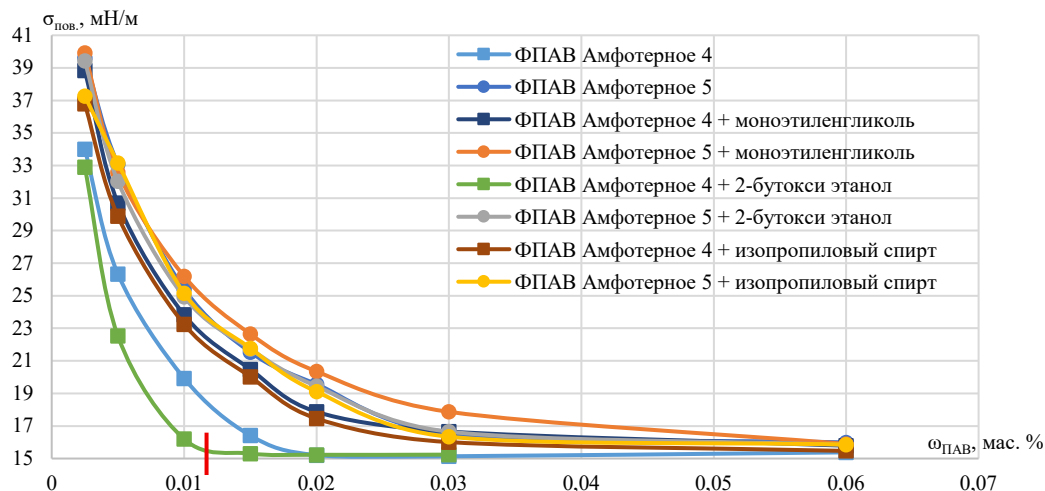


Рисунок 3. – Экспериментальные зависимости коэффициента поверхностного натяжения $\sigma_{\text{пов}}$ от массовой доли $\omega_{\text{ПАВ}}$ ФПАВ Амфотерное 4 и Амфотерное 5, композиций ФПАВ Амфотерное 4 и сорастворителя, а также ФПАВ Амфотерное 5 и сорастворителя

2.1. Выбор УПАВ. Далее проводился выбор УПАВ, которые в композиции выполняют следующие функции: повышение смачивающей способности твердых веществ и материалов и снижение коэффициента межфазного натяжения на границе огнетушащий раствор / горючая жидкость. Для выбора наиболее подходящего углеводородного ПАВ сперва была исследована зависимость времени смачивания образца хлопчатобумажной ткани от концентрации ПАВ. Для проведения исследования использовались следующие вещества: УПАВ Анионное 1–4 и УПАВ Неионогенное 1–4.

Исследования смачивающей способности растворов углеводородных ПАВ проводили в соответствии с методом, изложенным в п. 5.9 СТБ 2459-2016². Для проведения исследований использовались растворы ПАВ с массовой долей действующего вещества равного 1 мас.%. Зависимости времени смачивания хлопчатобумажной ткани от концентрации представлены на рисунке 4.

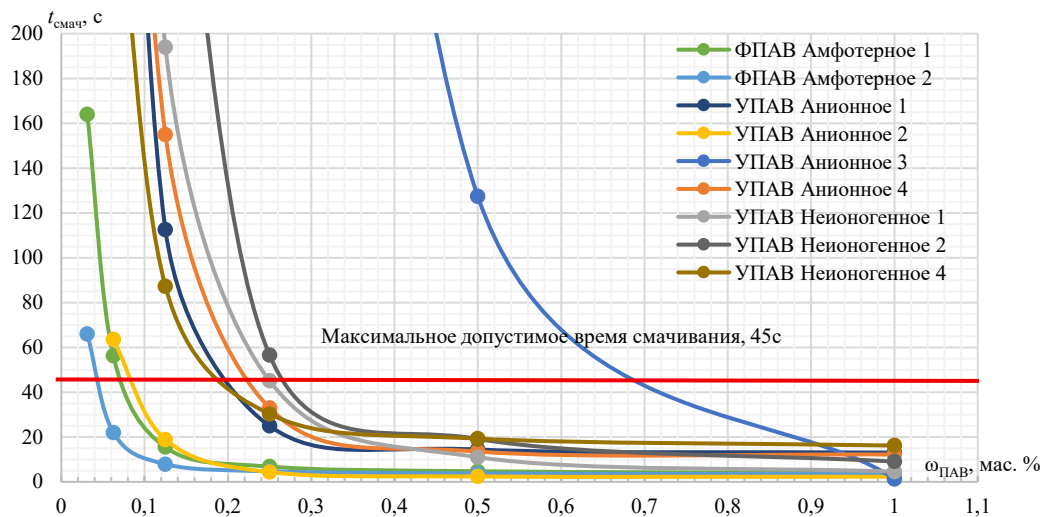


Рисунок 4. – Зависимость времени смачивания $t_{\text{смач}}$ хлопчатобумажной ткани от массовой доли $\omega_{\text{ПАВ}}$ исследуемых ПАВ

Согласно п. 5.9 СТБ 2459-2016 время смачивания образца хлопчатобумажной ткани круглой формы диаметром 30 ± 1 мм должно быть не более 45 с (на рис. 4 отмечено красной

² Система стандартов пожарной безопасности. Вещества огнетушащие. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ 2459-2016. – Введ. 12.08.2016. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2016. – 47 с.

линей). Показатель смачивающей способности ПАВ позволяет определить рабочую объемную концентрацию ПАВ в растворе, при которой время смачивания составляет 45 с. Как видно из рисунка 4, среди исследованных растворов ПАВ у композиций с ФПАВ Амфотерное 4, 5 и УПАВ Анионное 2 нормативное время смачивания достигается при наименьшей массовой доле – от 0,04 до 0,08 мас. %. ФПАВ являются хорошими смачивателями, но поскольку их стоимость в 30–40 раз выше, чем УПАВ, для целей смачивания применять их в композиции невыгодно и в исследованиях они приводятся для информативности.

У УПАВ Анионное 1, 4 и Неионогенное 1–3 нормативное время смачивания 45 с достигается при примерно равных массовых долях – от 0,18 до 0,26 мас. %. Массовая доля УПАВ Анионное 3 для достижения времени смачивания 45 с составляет 0,68 мас. %.

Так как УПАВ в огнетушащем составе используется не только для снижения времени смачивания, но и для снижения коэффициента межфазного натяжения пленкообразующего раствора до требуемых нам значений, то для обоснованного выбора ПАВ нами также были проведены исследования коэффициента межфазного натяжения данных ПАВ.

После установления влияния концентрации УПАВ на время смачивания образца хлопчатобумажной ткани были проведены сравнительные исследования влияния УПАВ на коэффициент межфазного натяжения огнетушащих составов. Составы исследуемых композиций представляли собой водные растворы и содержали 1 мас. % ФПАВ Амфотерное 4, 10 мас. % соразтворителя 2-бутокси этанола и от 0,6 до 10,0 мас. % УПАВ (Неионогенное 1–4, Анионное 2, 3). Зависимости коэффициентов межфазного натяжения растворов от концентрации УПАВ представлены на рисунке 5.

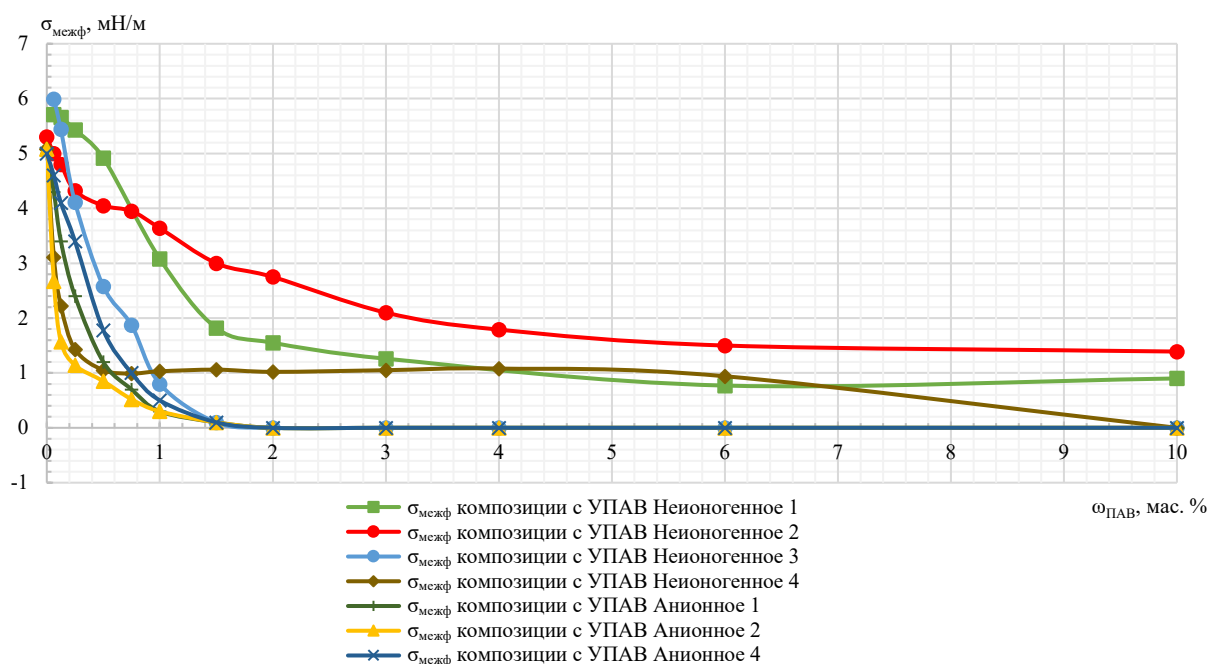


Рисунок 5. – Зависимости коэффициентов межфазного натяжения $\sigma_{\text{межф}}$ от массовой доли $\omega_{\text{ПАВ}}$ УПАВ

Как видно из рисунка 5, применение УПАВ Анионное 1, 2 и 4, Неионогенное 3 и 4 снижают коэффициент межфазного натяжения до значений, близких к нулю, что приводит к разрушению водной пленки на поверхности горючей жидкости.

Композиция с УПАВ Неионогенное 1 и 2 ведут себя схожим образом, обеспечивая снижение коэффициента межфазного натяжения от 1 до 3 мН/м в диапазоне массовой доли от 1 до 10 мас. % для УПАВ Неионогенное 1 и от 1,5 до 10 мас. % для УПАВ Неионогенное 2 и могут быть использованы в дальнейших исследованиях. Поскольку УПАВ Неионогенное 1 дешевле УПАВ Неионогенное 2, дальнейшие исследования проводились с применением

данного первого. Таким образом, был произведен выбор основных компонентов пленкообразующего огнетушащего состава.

3. Проведение ПФЭ и построение регрессионной модели для прогнозирования.

В продолжение исследования [11] с целью установления влияния количества каждого компонента в растворе на его физико-химические свойства применен метод полного факторного эксперимента (далее – ПФЭ), который проводился на вышеуказанных лабораторных установках.

В качестве независимых переменных уравнения регрессии были выбраны три главных фактора: массовые доли ФПАВ (X_1), неионогенного (X_2) и анионного (X_3) УПАВ со значениями $X_1 = 1; 2$ и 3 мас. %, $X_2 = 0,5; 1$ и $1,5$ мас. %, $X_3 = 0; 1,5$ и 3 мас. % соответственно. В качестве зависимой переменной уравнения регрессии было принято шесть откликов – коэффициент растекания $K_{\text{раст}}$, коэффициент межфазного натяжения $\sigma_{\text{межф}}$, время существования водной пленки на поверхности горючей жидкости $t_{\text{с.в.пл}}$, толщина водной пленки на поверхности горючей жидкости δ , время смачивания образца из хлопчатобумажной ткани θ и время тушения модельного очага пожара класса В $t_{\text{туш}}$. ПФЭ проводился на трех уровнях для каждого из трех факторов, что составило 27 серий опытов. В каждой серии проводилось пять опытов. План ПФЭ и его результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. – План ПФЭ и его результаты

№	Значение фактора			Значение отклика					
	X_1	X_2	X_3	$K_{\text{раст}},$ мН·м ⁻¹	$\sigma_{\text{межф}},$ мН·м ⁻¹	$t_{\text{с.в.пл}},$ с	$\delta,$ мкм	$\theta, \text{с}$	$t_{\text{туш}},$ с
1	1,0	0,5	0,0	2,14	2,62	827	13,5	74,40	442
2	1,0	0,5	1,5	2,6	2,63	680	4,95	65,00	405
3	1,0	0,5	3,0	2,79	2,35	171	36,74	55,60	362
4	1,0	1,0	0,0	2,67	1,84	875	24,7	62,40	370
5	1,0	1,0	1,5	3,29	1,49	844	24,5	52,34	275
6	1,0	1,0	3,0	3,07	1,01	553	44,79	42,14	240,5
7	1,0	1,5	0,0	3,12	1,16	839	41,77	42,00	278
8	1,0	1,5	1,5	3,25	1,34	716	23,66	40,50	232
9	1,0	1,5	3,0	3,24	1,35	490	30,44	37,03	198
10	2,0	0,5	0,0	1,78	2,83	705	38,35	29,00	303
11	2,0	0,5	1,5	2,28	2,91	1156	44	25,25	185
12	2,0	0,5	3,0	2,44	2,76	721	133,19	25,20	181,5
13	2,0	1,0	0,0	2,84	2,04	1334	69,98	24,64	235
14	2,0	1,0	1,5	2,98	2,1	1292	47,11	23,48	187
15	2,0	1,0	3,0	2,74	2,2	962	93,08	21,33	144
16	2,0	1,5	0,0	3,04	1,48	1228	44,53	23,00	208,5
17	2,0	1,5	1,5	3,08	1,71	1147	57,25	21,24	125
18	2,0	1,5	3,0	3,16	1,65	837	93,5	21,20	110,3
19	3,0	0,5	0,0	1,56	3,08	865	38,65	16,66	224
20	3,0	0,5	1,5	1,82	2,97	1566	62,41	14,55	125,7
21	3,0	0,5	3,0	2,71	2,98	1082	207,75	13,20	165,5
22	3,0	1,0	0,0	2,69	2,35	1208	102,91	13,77	216,5
23	3,0	1,0	1,5	2,44	2,12	1576	66,26	12,45	118,5
24	3,0	1,0	3,0	2,67	2,39	1732	146,19	13,34	132
25	3,0	1,5	0,0	2,03	2,46	1335	89,38	10,87	170,3
26	3,0	1,5	1,5	2,99	1,79	1423	70,65	8,93	70
27	3,0	1,5	3,0	3,01	1,77	1224	141,33	9,60	19

Конечный вид разработанных моделей в натуральном масштабе переменных для прогнозирования переменных представлен в уравнениях (2)–(7):

$$K_{\text{раст}} = 1,486667 - 0,236111 \cdot X_1 + 2,417778 \cdot X_2 + 0,146667 \cdot X_3 - 0,831111 \cdot X_2^2; \quad (1)$$

$$\sigma_{\text{межф}} = 3,48444 + 0,34000 \cdot X_1 - 3,27333 \cdot X_2 + 1,05778 X_2^2; \quad (2)$$

$$t_{\text{св.пл}} = 171,139 \cdot X_1 + 1825,111 \cdot X_2 - 831,111 \cdot X_2^2 - 94,123 \cdot X_3^2 + 108,722 \cdot X_1 X_3; \quad (3)$$

$$\delta = 18,4436 \cdot X_1 - 52,3019 \cdot X_3 + 14,5481 \cdot X_3^2 + 12,9072 \cdot X_1 X_3; \quad (4)$$

$$\theta = 139,7561 - 67,8958 \cdot X_1 - 31,7633 \cdot X_2 - 6,4707 \cdot X_3 + 8,6722 \cdot X_2^2 + 10,0767 \cdot X_1 X_2 + 2,1594 \cdot X_1 X_3; \quad (5)$$

$$t_{\text{туш}} = 763,275 - 279,991 \cdot X_1 - 190,898 \cdot X_2 - 74,114 \cdot X_3 + 38,102 \cdot X_1^2 + 13,656 \cdot X_3^2 + 40,861 \cdot X_1 X_2; \quad (6)$$

Адекватность моделей была оценена с использованием коэффициента детерминации R^2 . Близкие к единице значения коэффициентов детерминации ($R^2(K_{\text{раст}}) = 0,78$; $R^2(\sigma_{\text{межф}}) = 0,89$; $R^2(t_{\text{св.пл}}) = 0,85$; $R^2(\delta) = 0,84$; $R^2(\theta) = 0,98$; $R^2(t_{\text{туш}}) = 0,95$) свидетельствуют о достаточно высокой точности моделей.

4. Оптимизация состава. Для анализа влияния факторов на значение отклика и поиска процентного соотношения компонентов состава, при которых значения откликов будут оптимальными, применялся инструмент «Профили желательности» (Desirability Profiles). Для каждой из зависимой переменной по принципу построения профиля желательности для $K_{\text{раст}}$ (рис. 6) были построены оптимальные профили желательности.

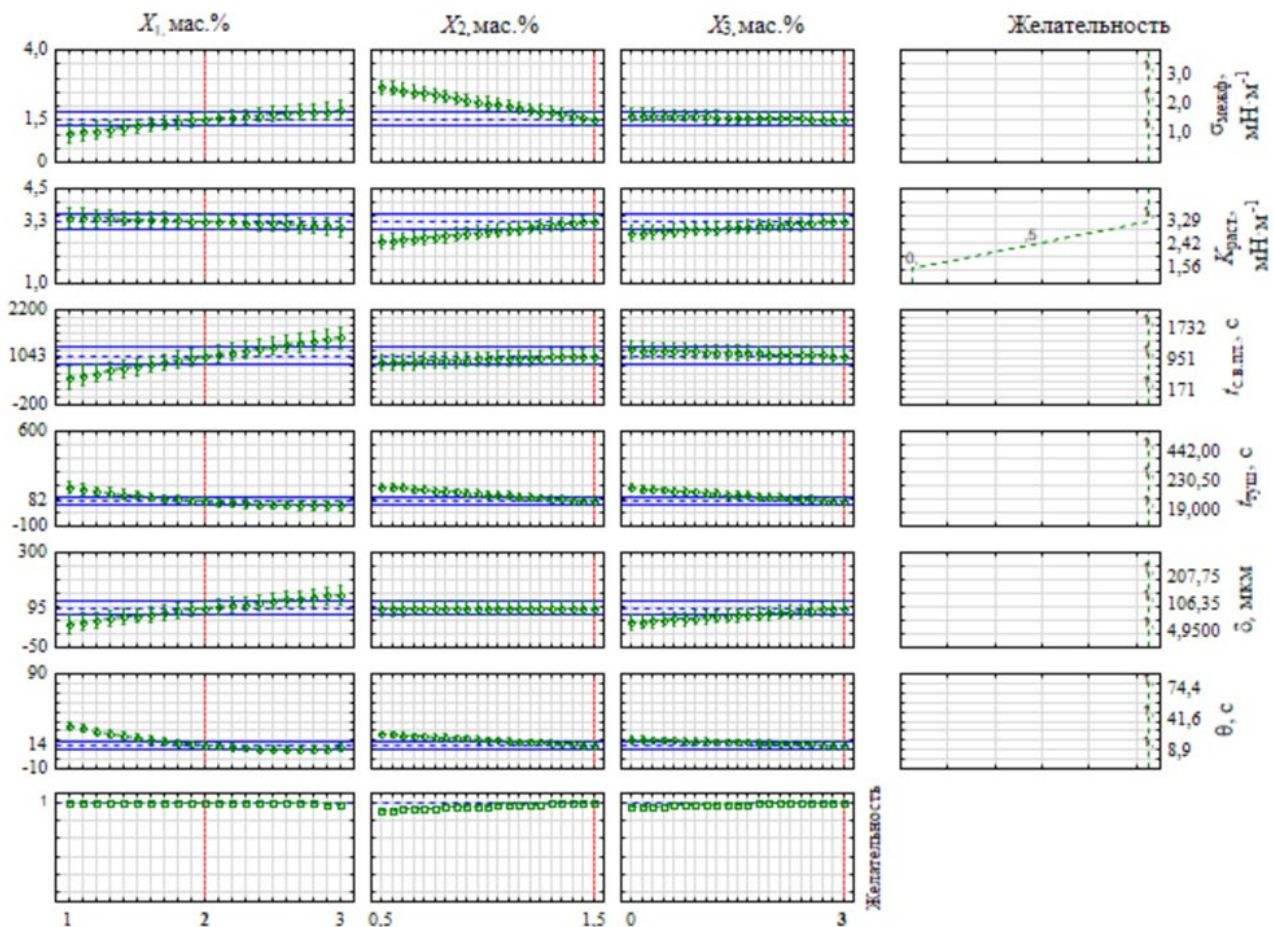


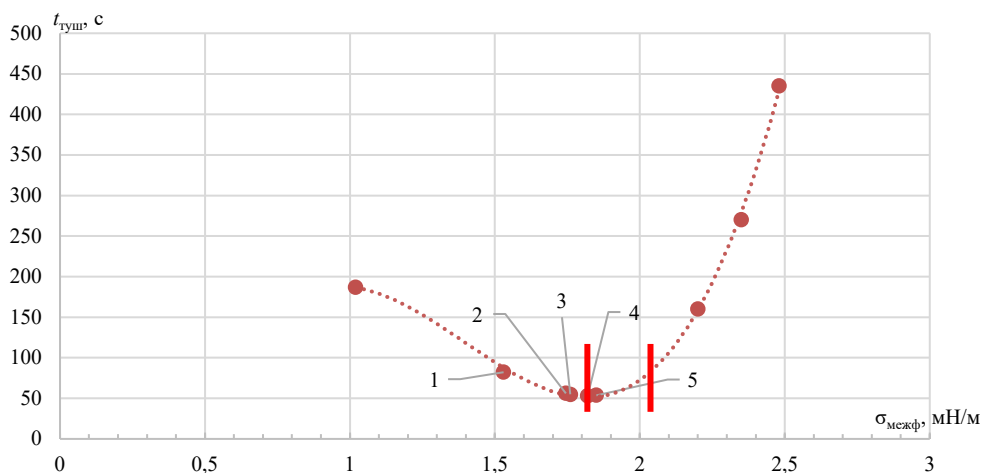
Рисунок 6. – Оптимальный профиль желательности для $K_{\text{раст}}$

Прогнозируемые значения зависимых переменных при различном соотношении компонентов состава сведены в таблицу 3.

Таблица 3. – Оценка коэффициентов уравнения регрессии для прогнозируемых значений переменных

Примечание	№ состава	отклик	мас. %	Прогнозируемое значение переменной					
				$K_{\text{раст,}}$ МН/М	$\sigma_{\text{межф,}}$ МН/М	$t_{\text{с.в.пл,}}$ с	δ , мкм	θ , с	$t_{\text{туш,}}$ с
Минимальное время тушения	1	X_1	2,9	3,12	1,82	1464	140	11,3	53,1
		X_2	1,5						
		X_3	3						
Максимальное время существования пленки	2	X_1	3	3,10	1,85	1507	144	11,8	53,7
		X_2	1,5						
		X_3	3						
Максимальная толщина водной пленки	3	X_1	2,65	3,18	1,76	1354	151	13,4	55,0
		X_2	1,5						
		X_3	3						
Минимальное время смачивания	4	X_1	2,6	3,18	1,75	1332	130	10,9	56,0
		X_2	1,5						
		X_3	3						
Максимальный коэффициент растекания	5	X_1	2	3,30	1,53	1043	95	14,7	82,2
		X_2	1,5						
		X_3	3						
Минимальный коэффициент межфазного натяжения	6	X_1	1	3,44	1,02	495	38	35,0	187,0
		X_2	1,5						
		X_3	3						
Максимальное время тушения	7	X_1	1	2,37	2,48	836	16	69,0	435,0
		X_2	0,5						
		X_3	0						

Для наглядного представления полученных данных был построен ряд зависимостей. На рисунке 7 по значениям оптимизации регрессионной модели (табл. 3) представлена прогнозируемая зависимость времени тушения $t_{\text{туш}}$ модельного очага пожара класса В от коэффициента межфазного натяжения $\sigma_{\text{межф}}$ пленкообразующего раствора.



1 – точка, соответствующая максимальному значению коэффициента растекания; 2 – точка, соответствующая минимальному значению времени смачивания; 3 – точка, соответствующая максимальному значению толщины водной пленки на поверхности горючей жидкости; 4 – точка, соответствующая минимальному значению времени тушения; 5 – точка, соответствующая максимальному значению времени существования водной пленки на поверхности горючей жидкости

Рисунок 7. – Прогнозируемые данные зависимости времени тушения $t_{\text{туш}}$ от коэффициента межфазного натяжения $\sigma_{\text{межф}}$ пленкообразующего раствора

Как видно из рисунка 7, увеличение межфазного натяжения пленкообразующего раствора приводит сначала к уменьшению времени тушения горючей жидкости. При значениях

коэффициента межфазного натяжения пленкообразующего раствора от $1,7 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$ до $1,9 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$ наблюдается минимальное время тушения горючей жидкости и составляет 53 с. При дальнейшем увеличении коэффициента межфазного натяжения время тушения увеличивается.

На рисунке 8 по значениям оптимизации регрессионной модели (табл. 3) представлена прогнозируемая зависимость времени тушения $t_{\text{туш}}$ модельного очага пожара класса В от коэффициента растекания $K_{\text{раст}}$ пленкообразующего раствора по поверхности горючей жидкости.

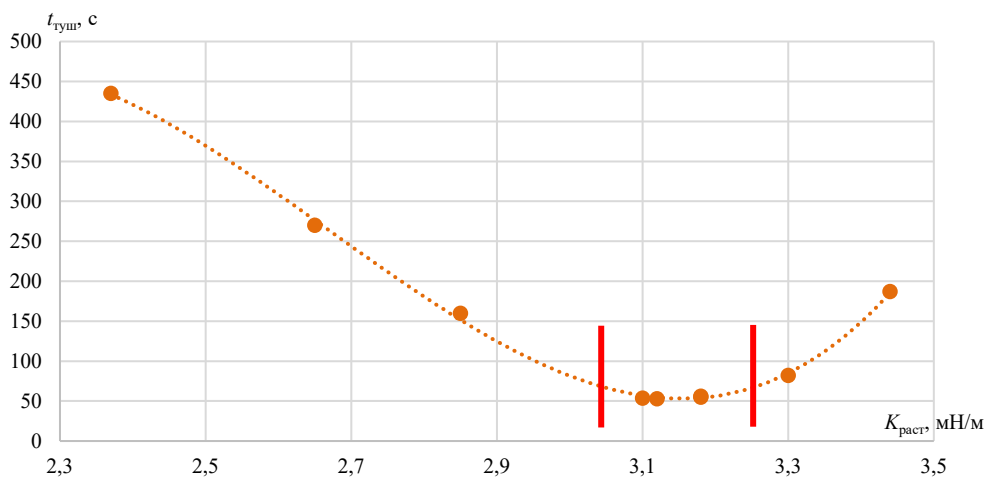


Рисунок 8. – Прогнозируемые данные зависимости времени тушения $t_{\text{туш}}$ от коэффициента растекания $K_{\text{раст}}$ пленкообразующего раствора

Как видно из рисунка 8, увеличение коэффициента растекания пленкообразующего раствора по поверхности горючей жидкости приводит к уменьшению времени тушения только до определенного момента. При значениях коэффициента растекания от 3,1 до 3,2 $\text{мН} \cdot \text{м}^{-1}$ время тушения горючей жидкости является минимальным и составляет 53 с. Дальнейшее увеличение коэффициента растекания сопровождается увеличением времени тушения горючей жидкости. Данное поведение объясняется связью коэффициента растекания и межфазного натяжения, поскольку при увеличении коэффициента растекания коэффициент межфазного натяжения пленкообразующего раствора уменьшается (рис. 7).

На рисунке 9 по значениям оптимизации регрессионной модели (табл. 4) представлена прогнозируемая зависимость времени тушения $t_{\text{туш}}$ модельного очага пожара класса В от времени существования водной пленки $t_{\text{с.в.пл}}$ пленкообразующего раствора на поверхности горючей жидкости.

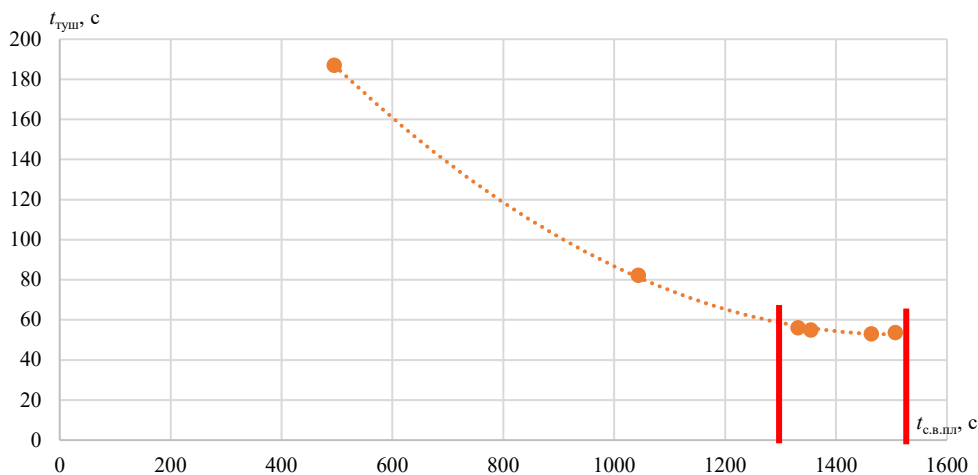


Рисунок 9. – Прогнозируемые данные зависимости времени тушения $t_{\text{туш}}$ от времени существования водной пленки $t_{\text{с.в.пл}}$ пленкообразующего раствора на поверхности горючей жидкости

Из рисунка 9 видно, что увеличение времени существования водной пленки на поверхности горючей жидкости уменьшает время тушения горючей жидкости. При времени существования водной пленки на поверхности горючей жидкости от 1300 до 1500 с время тушения снижается до 60–50 с.

5. Проведение сравнительных огневых испытаний разработанного состава с аналогами. Исходя из профиля желательности по ранее разработанной регрессионной модели прогнозирования времени тушения модельного очага пожара класса В, для дальнейших сравнительных испытаний выбраны 3 огнетушащих состава с наиболее оптимальными параметрами. Прогнозные значения контролируемых параметров в зависимости от массовой доли компонентов, входящих в выбранные огнетушащие составы, приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Прогнозные значения контролируемых параметров в зависимости от массовой доли компонентов огнетушащего состава

Наименование огнетушащего состава	Массовая доля, мас. %			Прогнозное значение		
	X_1	X_2	X_3	$K_{\text{раст}}, \text{мН/м}$	$t_{\text{туш}}, \text{с}$	Уровень желательности
Огнетушащая композиция V1	2,3	1,4	3	3,17	75,3	0,97
Огнетушащая композиция V2	2,5	1,4	3	3,13	67,3	0,97
Огнетушащая композиция V3	2,9	1,5	3	3,12	53,1	0,98

В качестве сравниваемых огнетушащих составов были выбраны промышленно выпускаемые пленкообразующие пенообразователи целевого назначения «Барьер-пленкообразующий» ЗНС и 6НС (ООО «Сплendor») и «Техникс-пленкообразующий» ЗНС (ООО «Материалы для пожаротушения»). Физико-химические параметры сравнительных образцов и результаты серии экспериментов по определению значений времени тушения огнетушащих составов приведены в таблице 5.

Таблица 5. – Результаты сравнительных огневых испытаний

Огнетушащий состав	Интенсивность подачи огнетушащего вещества, $\text{дм}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$	№ опыта	Время тушения $t_{\text{туш}}$ модельного очага пожара, с	Среднее значение $t_{\text{туш}}$
Огнетушащая композиция V1	0,058	1	78	87
		2	118	
		3	66	
Огнетушащая композиция V2	0,059	1	80	79
		2	76	
		3	83	
Огнетушащая композиция V3	0,059	1	58	55
		2	52	
		3	56	
Барьер пленкообразующий ЗНС	0,06	1	134	113
		2	96	
		3	109	
Техникс пленкообразующий ЗНС	0,059	1	116	89
		2	76	
		3	77	
ПО-6РЗ	0,06	1	–	не потушил
		2	–	
		3	–	

Из таблицы 5 видно, что время тушения модельного очага пожара класса В рабочими растворами с применением всех разработанных композиций V1–V3 и серийно выпускаемого пленкообразующего пенообразователя целевого назначения «Техникс пленкообразующий»

ЗНС при установленной интенсивности подачи рабочего раствора $0,059 \pm 0,002 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$ составило не более 90 с. При испытании рабочих растворов с пенообразователем общего назначения ПО-6РЗ тушение модельного очага пожара класса В достигнуто не было.

В ходе проведенных исследований установлено, что сравнение прогнозируемых моделью значений времени тушения модельного очага пожара огнетушащими композициями V1–V3 с экспериментальными данными показало незначительное расхождение, не превышающее 5,2 %, что подтверждает высокую прогнозируемую способность модели в заданном диапазоне концентраций компонентов состава.

Заключение

В результате проведенного анализа литературных источников установлено, что одним из способов повышения огнетушащей эффективности существующих водяных и пенных установок пожаротушения является применение пленкообразующего огнетушащего химического состава и его подача на тушение в виде мелкодисперсных капель.

С целью установления количественного влияния компонентов пленкообразующего огнетушащего химического состава на его огнетушащие и физико-химические свойства с применением минимального количества расходного материала были разработаны лабораторные установки и методики выполнения измерений с использованием этих установок.

На основании проведенных исследований физико-химических свойств ФПАВ, УПАВ и сорастворителей был обоснован выбор применения ФПАВ Амфотерное 4, УПАВ Неионогенное 1 и сорастворителя типа 2-бутоксиэтанол.

В ходе экспериментального исследования, проведенного методом ПФЭ, были разработаны регрессионные модели, описывающие зависимость коэффициента растекания, коэффициента межфазного натяжения, времени существования водной пленки на поверхности горючей жидкости, времени тушения модельного очага пожара класса В, толщины водной пленки на поверхности горючей жидкости и времени смачивания образца из хлопчатобумажной ткани от мас. % трех ключевых компонентов: ФПАВ, неионогенного УПАВ и анионного УПАВ с низкой пенообразующей способностью. Адекватность моделей была оценена с использованием коэффициента детерминации R^2 . Близкие к единице значения коэффициентов детерминации ($R^2(K_{\text{раст}}) = 0,78$; $R^2(\sigma_{\text{межф}}) = 0,89$; $R^2(t_{\text{с.в.пл}}) = 0,85$; $R^2(\delta) = 0,84$; $R^2(\theta) = 0,98$; $R^2(t_{\text{туш}}) = 0,95$) свидетельствуют о достаточно высокой точности моделей.

Из установленных зависимостей времени тушения модельных очагов пожаров от массовой доли компонентов пленкообразующего огнетушащего химического состава определены диапазоны коэффициента межфазного натяжения $1,7\text{--}1,9 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$ и коэффициента растекания $3,0\text{--}3,2 \text{ мН} \cdot \text{м}^{-1}$, при которых огнетушащая эффективность пленкообразующего огнетушащего химического состава максимальна и составляет 55 с, что на 35 % больше огнетушащей эффективности серийно выпускаемых пленкообразующих пенообразователей.

На основании установленных зависимостей времени тушения модельных очагов от коэффициента межфазного натяжения водных растворов фторированных, углеводородных ПАВ и сорастворителей разработана рецептура пленкообразующего огнетушащего состава, состоящего из $2,9 \pm 0,1$ мас. % амфотерного ФПАВ, $1,5 \pm 0,1$ мас. % неионогенного УПАВ, $3,0 \pm 0,1$ мас. % анионного УПАВ, $10,0 \pm 0,1$ мас. % органического растворителя и $82,9 \pm 0,1$ мас. % воды, отличающегося от исследуемых составов и существующих аналогов наибольшей огнетушащей эффективностью при подаче путем распыления.

Проведение полного факторного эксперимента и получение зависимостей времени тушения модельных очагов от коэффициента межфазного натяжения водных растворов ПАВ выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект T23M-061 «Пленкообразующий огнетушащий состав для автоматических установок пожаротушения водой и пеной на основе фторированных поверхностно-активных веществ»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаренко, В.С. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно-аналитический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 110 с. – EDN: BSONFO.
2. Cong, B.H. Extinguishment of liquid fuel fires by water mist with additives / B.H. Cong, G.X. Liao, Z. Huang // *Proceedings of the Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology (AOFST 7)*. – 2007. – Article 95. – 11 p. – URL: <https://publications.iafss.org/publications/aofst/7/95> (date of access: 03.03.2025).
3. Wu, B. Experimental study on fire extinguishing of water mist with a newly prepared multi-component additive / B. Wu, G. Liao // *Procedia Engineering*. – 2013. – Vol. 62. – P. 317–323. – DOI: 10.1016/j.proeng.2013.08.070.
4. Kim, A.K. The effect of foam additives on the fire suppression efficiency of water mist / A.K. Kim, B.Z. Dlugogorski, J.R. Mawhinney; National Fire Laboratory of Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, Ottawa, Canada, 1994. – 12 p. – URL: https://www.nist.gov/system/files/documents/el/fire_research/R9402226.pdf (date of access: 03.03.2025).
5. Сперанский, А.А. Определение огнетушащей эффективности опытного образца судовой системы пожаротушения с использованием тонкораспыленной воды для защиты машинных и машинно-котельных отделений / А.А. Сперанский, С.В. Мамагин, Д.И. Павлов // *Современные проблемы гражданской защиты*. – 2018. – № 2 (27). – С. 40–44. – EDN: XWXQAX.
6. Tatem, P.A. A review of water mist technology for fire suppression / P.A. Tatem, C.L. Beyler, P.J. DiNenno, E.K. Budnick [et al.]; Naval Research Laboratory, Washington, 1994. – 93 p. – No. NAL/MR/6180-94-7624. – URL: https://www.researchgate.net/publication/235097941_A_Review_of_Water_Mist_Technology_for_Fire_Suppression (date of access: 03.03.2025).
7. Бобков, С.А. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учеб. пособие / С.А. Бобков, А.В. Бабурин, П.В. Комраков. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 210 с.
8. Шароварников, А.Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение / А.Ф. Шароварников, С. А. Шароварников. – М.: Пожнаука, 2005. – 335 с. – EDN: UWCCSP.
9. Иванов, И.Ю. Обзор основных характеристик пленкообразующих пенообразователей и способы их контроля / И.Ю. Иванов, Я.А. Кондакова, О.Д. Навроцкий // *Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф.*, Иваново, 14 окт. 2021 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 41–47. – EDN: PATKDW.
10. Иванов, И.Ю. Исследование фторированных поверхностно-активных веществ для разработки пленкообразующего огнетушащего состава / И.Ю. Иванов, О.Д. Навроцкий, Я.А. Кондакова [и др.] // *Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*. – 2022. – Т. 6, № 4. – С. 415–428. – DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-4.415. – EDN: DGPXST.
11. Иванов, И.Ю. Регрессионная модель прогнозирования коэффициента растекания пленкообразующих огнетушащих составов по поверхности горючей жидкости от соотношения их компонентов / И.Ю. Иванов, О.Д. Навроцкий, А.О. Лихоманов, М.М. Журов // *Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*. – 2024. – Т. 8, № 4. – С. 437–450. – DOI: 10.33408/2519-237X.2024.8-4.437. – EDN: VCBAUY.

Пленкообразующий огнетушащий химический состав для автоматических установок пожаротушения, подаваемый методом распыления

Film-forming fire extinguishing chemical composition for automatic fire extinguishing systems, supplied by spraying

Иванов Игорь Юрьевич

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра
автоматических систем безопасности, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
Email: igor.ivanovwork8@gmail.com
SPIN-код: 3880-5485

Igor Yu. Ivanov

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Automatic System Security,
Associate Professor

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus
Email: igor.ivanovwork8@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1072-2432

Навроцкий Олег Дмитриевич

кандидат технических наук, доцент
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра
автоматических систем безопасности, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
Email: Oleg.Navrotsky@gmail.com
SPIN-код: 4031-1141

Oleg D. Navrotsky

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Automatic System Security,
Associate Professor

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus
Email: Oleg.Navrotsky@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4137-2519

FILM-FORMING FIRE EXTINGUISHING CHEMICAL COMPOSITION FOR AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS, SUPPLIED BY SPRAYING

Ivanov I.Yu., Navrotskiy O.D.

Purpose. Development of a universal film-forming fire extinguishing chemical composition for fire extinguishing systems and water foam based on fluorinated surfactants for extinguishing class A and B fires (combustion of solid and liquid flammable substances), supplied for extinguishing by spraying.

Methods. Empirical research methods (measurement of surface and interfacial tension of solutions), the method of randomization and full factorial experiment to obtain regression models, as well as the «Desirability Profiles» module of the STATISTICA software package. The determination of the coefficients of surface and interfacial tension of solutions of surfactants in aqueous systems was carried out by the method of tearing off the Du Nouy ring on an automatic tensiometer KRSS-K20.

Findings. The choice of components of the film-forming fire extinguishing chemical composition is substantiated: fluorinated surfactants (FS), hydrocarbon surfactants (HS) and a co-solvent. The results of a full factorial experiment are presented, on the basis of which regression models were obtained that describe the change in the value of the coefficient of spreading of the water film on the surface of the flammable liquid, interfacial tension coefficient, wetting time of a cotton fabric sample, the time of existence of the water film on the surface of the flammable liquid, the thickness of the water film on the surface of the flammable liquid and the extinguishing time of a model Class B fire depending on the ratio of the components of the film-forming fire extinguishing chemical compositions.

From the established dependences of the extinguishing time of model fires on the mass fraction of the components of the film-forming fire extinguishing composition, the range of interfacial tension of $1.7\text{--}1.9\text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ and the spreading coefficient of $3.0\text{--}3.2\text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ were determined, at which the fire extinguishing efficiency of the film-forming fire extinguishing composition is maximum and makes 55 s, which is 35 % higher than the fire extinguishing efficiency of commercially available film-forming foaming agents.

Based on the established dependencies of the extinguishing time of model fires on the coefficient of interfacial tension of aqueous solutions of FS, HS with a co-solvent, a formulation of a film-forming fire extinguishing composition has been developed, consisting of $2.9\pm 0.1\text{ wt.}\%$ amphoteric FS, $1.5\pm 0.1\text{ wt.}\%$ nonionic HS, $3.0\pm 0.1\text{ wt.}\%$ anionic HS, $10.0\pm 0.1\text{ wt.}\%$ organic solvent and $82.9\pm 0.1\text{ wt.}\%$ water, which differs from the investigated compositions and existing analogues by the greatest fire extinguishing efficiency when applied by spraying.

Application field of research. The obtained results can be used in developing the formulation of film-forming fire extinguishing compositions for extinguishing fires.

Keywords: surfactants, surface tension coefficient, interfacial tension coefficient, full factorial experiment, mathematical model, foaming agent.

(The date of submitting: April 10, 2025)

REFERENCES

1. Goncharenko V.S., Chechetina T.A., Sibirko V.I. [et al.]. *Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2023 godu* [Fires and fire safety in 2023]: information and analytical compendium. Balashiha: FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, 2024. 110 p. (rus). EDN: BSONFO.
2. Cong B.H., Liao G.X., Huang Z. Extinguishment of liquid fuel fires by water mist with additives. *Proc. of the Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology* (AOFST 7), 2007. Article 95. 11 p. Available at: <https://publications.iafss.org/publications/aofst/7/95> (accessed: March 3, 2025).
3. Wu B., Liao G. Experimental study on fire extinguishing of water mist with a newly prepared multi-component additive. *Procedia Engineering*, 2013. Vol. 62. Pp. 317–323. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.08.070.
4. Kim A.K., Dlugogorski B.Z., Mawhinney J.R. *The effect of foam additives on the fire suppression efficiency of water mist*. National Fire Laboratory, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, Ottawa, Canada, 1994. 12 p. Available at: https://www.nist.gov/system/files/documents/el/fire_research/R9402226.pdf (accessed: March 3, 2025).
5. Speranskiy A.A., Mamagin S.V., Pavlov D.I. Opredeleniye ognetyashchey effektivnosti opytnogo obraztsa sudovoy sistemy pozharotusheniya s ispol'zovaniyem tonkoraspylennoy vody dlya zashchity

- mashinnykh i mashinno-kotel'nykh otdeleniy [Determination of fire extinguishing efficiency of the experimental sample of ship system of fire-fighting with use of thin open water for protection machine and machine-boiler departments]. *Modern Problems of Civil Protection*, 2018. No. 2 (27). Pp. 40–44. (rus). EDN: XWXQAX.
6. Tatem P.A., Beyler C.L., DiNenno P.J., Budnick E.K., Back G.G., Younis S.E. *A review of water mist technology for fire suppression*. Naval Research Laboratory, Washington, 1994. 93 p. Registration No. NAL/MR/6180-94-7624. Available at: https://www.researchgate.net/publication/235097941_A_Review_of_Water_Mist_Technology_for_Fire_Suppression (accessed: March 3, 2025).
 7. Bobkov S.A., Baburin A.V., Komrakov P.V. *Fiziko-khimicheskiye osnovy razvitiya i tusheniya pozharov* [Physico-chemical bases of fire development and suppression]: tutorial. Moscow: State Fire Academy of EMERCOM of Russia, 2014. 210 p. (rus)
 8. Sharovarnikov A.F., Sharovarnikov S.A. *Penoobrazovateli i peny dlya tusheniya pozharov. Sostav, svoystva, primeneniye* [Foaming agents and foams for fire extinguishing. Composition, properties, application]. Moscow: Pozhnauka, 2005. 335 p. (rus). EDN: UWCCSP.
 9. Ivanov I.Yu., Kondakova Ya.A., Navrotsky O.D. *Obzor osnovnykh kharakteristik plenkoobrazuyushchikh penoobrazovateley i sposoby ikh kontrolya* [Overview of the main characteristics of film-forming blowing agents and how to control them]. Proc. of V Intern. scientific-practical conf. «Sovremennye pozharobezopasnye materialy i tekhnologii», Ivanovo, October 14, 2021. Ivanovo: Ivanovo Fire Rescue Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2021. Pp. 41–47. (rus). EDN: PATKDW.
 10. Ivanov I.Yu., Navrotsky O.D., Kondakova Ya.A., Krasavin V.E., Busel M.O. *Issledovanie fluorirovannykh poverkhnostno-aktivnykh veshchestv dlya razrabotki plenkoobrazuyushchego ognnetushashchego sostava* [Research of fluorinated surfactants for the development of a film-forming fire extinguishing composition]. *Journal of Civil Protection*, 2022. Vol. 6, No. 4. Pp. 415–428. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-4.415. EDN: DGPXST.
 11. Ivanov I.Yu., Navrotsky O.D., Likhomanov A.O., Zhurov M.M. *Regressionnaya model' prognozirovaniya koeffitsienta rastekaniya plenkoobrazuyushchikh ogne-tushashchikh sostavov po poverkhnosti goryuchey zhidkosti ot sootnosheniya ikh komponentov* [Regression model for predicting the effectiveness of flow of film-forming fire extinguishing compositions over the surface of combustible liquid from the ratio of their components]. *Journal of Civil Protection*, 2024. Vol. 8, No. 4. Pp. 437–450. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2024.8-4.437. EDN: VCBAUY.

Copyright © 2025 Ivanov I.Yu., Navrotsky O.D.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ОБУЧАЮЩЕГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

**Полевода И.И., Короткевич С.Г., Нехань Д.С.,
Ковтун В.А., Суриков А.В., Рябцев В.Н.**

Цель. Разработать методологические подходы и методическое обеспечение для создания обучающего тренажера с использованием технологий компьютерного моделирования и виртуальной реальности на примере торгово-развлекательного центра.

Методы. Анализ пожарной опасности торгово-развлекательных центров, причин возникновения пожаров и гибели на них. Обобщение требований нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов и международных актов в области обеспечения пожарной безопасности, образующих систему противопожарного нормирования и стандартизации, а также требований в области обеспечения промышленной безопасности. Разработка трехмерной виртуальной окружающей среды с использованием программной среды Unreal Engine и объектов для наполнения обучающих локаций. Синтез требований в области обеспечения пожарной и промышленной безопасности, генерируемых показателей, предъявляемых к виртуальным обучающим локациям (объектам) для обеспечения и реализации в тренажере сфер надзора (контроля) контролирующими (надзорными) органами Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Результаты. Методология разработки обучающего тренажера, включающая программные алгоритмы, обучающие локации, их описание, режимы работы и особенности интерактивного взаимодействия со специальными объектами, планировочные схемы здания, обоснование применения параметров конструктивных элементов, перечни возможных нарушений требований в области обеспечения пожарной и промышленной безопасности для обучающих локаций (объектов). Представлены промежуточные результаты разрабатываемой виртуальной окружающей среды тренажера в виде трехмерной модели торгово-развлекательного центра с проектируемыми обучающими локациями в программной среде Unreal Engine.

Область применения исследований. Полученные результаты позволяют обеспечить внедрение технологий компьютерного моделирования, виртуальной реальности и современных интерактивных методик преподавания в образовательный процесс для повышения эффективности образовательного процесса при подготовке специалистов, осуществляющих государственный надзор по направлению пожарной и промышленной безопасности.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, виртуальная реальность, тренажер, надзорная деятельность, пожарная безопасность, промышленная безопасность, обучающие локации, методическое обеспечение.

(Поступила в редакцию 25 марта 2025 г.)

Введение

Современные тенденции развития городов направлены на возведение объектов с массовым пребыванием людей. К ним относятся спортивные сооружения, объекты культурно-зрелищной направленности, торгово-развлекательные центры (ТРЦ). Количество таких объектов растет пропорционально численности населения городов. При этом возведение новых объектов торговли связано, как правило, не только с увеличением торговых площадей объекта, но и с появлением в их составе развлекательных, спортивных, культурно-зрелищных и просветительных площадок, объектов общественного питания и др. (табл. 1). В результате

формируется многофункциональный комплекс. Популярность ТРЦ достигается их расположением (вблизи крупных дорожных развязок, в центре города или его спальных районах), а их возведение имеет ряд преимуществ, связанных с потребностями населения: разнообразие торговых объектов (товаров и услуг) характеризующихся качеством и скоростью обслуживания; наличие разнообразных объектов общественного питания (фуд-кортов), детских площадок и игровых зон, открытых и закрытых паркингов, удобство их расположения; наличие кинотеатров, выставок, рекреационных зон, спортзалов и др.

Современные ТРЦ характеризуются массовым скоплением людей, большими значениями переменной пожарной нагрузки, сложной планировкой как отдельных помещений, так и здания в целом. Контингент посетителей таких объектов характеризуется широким возрастным диапазоном и различным психофизическим состоянием. Отдельно следует отметить допустимость проектирования в соответствии с СН 2.02.05¹ таких объектов I и II степеней огнестойкости с неограниченной площадью этажа до восьми и семи этажей соответственно при оборудовании зданий автоматическими установками пожаротушения и выводе сигналов о пожаре и неисправности пожарной автоматики на пункт диспетчеризации пожарной автоматики Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) Республики Беларусь. Указанные элементы образуют особенности пожарной опасности ТРЦ, которые вызывают сложности в работе пожарных аварийно-спасательных подразделений, в том числе при организации эвакуации людей при пожаре и поиске очага пожара. Обеспечение пожарной безопасности путем выполнения комплекса противопожарных мероприятий на таких объектах важно не только для предотвращения возникновения пожаров, но и для минимизации социального и экономического ущерба в случае их возникновения.

Таблица 1. – Крупнейшие объекты торговли в Республике Беларусь

ТРЦ	Общая площадь, тыс. м ²	Год ввода в эксплуатацию	ТРЦ	Общая площадь, тыс. м ²	Год ввода в эксплуатацию
Dana Mall (Минск)	97,0	2017	Prizma (Минск)	70,0	2024
Palazzo (Минск)	94,8	2019	Тивали (Минск)	55,0	2015
Замок (Минск)	93,3	2012	Galleria Minsk (Минск)	54,5	2016
Green City (Минск)	83,0	2017	МОМО (Минск)	54,3	2015
Triniti (Гродно)	81,0	2019–2021	Arena City (Минск)	52,8	2013
Магнит (Минск)	80,0	2023	Diamond City (Минск)	52,0	2018

Поддержание при эксплуатации ТРЦ уровня пожарной безопасности, заложенного на этапе проектирования, а именно исправность и работоспособность систем пожарной автоматики, наличие в необходимом количестве и исправность иных средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения, функционирование в надлежащем состоянии объектов промышленной безопасности, формирование этики пожарной безопасности арендодателей и предпринимателей, наличие системы обучения персонала, курирующего вопросы пожарной и промышленной безопасности на таких объектах, а также работа при осуществлении деятельности в области пожарной и промышленной безопасности подготовленного специалиста органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям в сфере надзора и профилактики – все это критически важно для обеспечения должного уровня безопасности людей на рассматриваемых объектах.

Одной из задач Университета гражданской защиты (университет) является обеспечение высокого уровня подготовки специалистов МЧС по осуществлению государственного надзора в области обеспечения пожарной и промышленной безопасности. Обучающимися по специальностям «Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций» и «Пожарная и промышленная безопасность» в рамках освоения программ общего высшего образования

¹ Пожарная безопасность зданий и сооружений: СН 2.02.05-2020. – Введ. 04.04.2021 (взамен СН 2.02.01-2019, с отменой ТКП 45-2.02-315-2018 (33020)). – Минск: Минстройархитектуры, 2023. – 74 с.

изучаются требования по обеспечению пожарной безопасности, в том числе на предприятиях торговли и общественного питания, а также требования промышленной безопасности, предъявляемые к эксплуатируемому на данных объектах потенциально опасному оборудованию. Отработка знаний и практических умений непосредственно в ТРЦ и на объектах промышленной безопасности вызывает ряд трудностей, связанных со временем пребывания на объекте, доступом в различные помещения и транспортными расходами. Таким образом, актуальной задачей является разработка и внедрение в образовательный процесс университета технологий компьютерного моделирования и виртуальной реальности, а также современных интерактивных методик преподавания для отработки практических умений и навыков работы.

В связи с этим целью работы является разработка методологических подходов и методического обеспечения для создания обучающего тренажера по осуществлению надзорной деятельности в области пожарной и промышленной безопасности с использованием технологий компьютерного моделирования и виртуальной реальности на примере ТРЦ.

Основная часть

Анализ причин возникновения чрезвычайных ситуаций в торгово-развлекательных центрах и обоснование выбора обучающих локаций. Актуальность обучения работников требованиям по обеспечению пожарной безопасности и подготовка специалистов по данному направлению обусловливается последствиями резонансных пожаров на таких объектах:

- пожар 11.07.2005 в торговом центре «Пассаж» (Ухта): гибель 25 человек, травмирование 11 человек [1];

- пожар 11.03.2015 в торговом центре «Адмирал» (Казань)²: гибель 19 человек, травмирование 79 человек, пострадало 3 сотрудника МЧС, из которых один погиб, площадь пожара более 4 тыс. м², зафиксировано обрушение металлоконструкций;

- пожар 25.03.2018 в торгово-развлекательном комплексе «Зимняя вишня» (Кемерово)³: гибель 60 человек, из них 37 детей, травмированы 79 человек, 171 животное, площадь пожара более 1,5 тыс. м², зафиксировано обрушение кровли и перекрытий.

В качестве причин гибели людей и факторов, способствующих вышеизложенным последствиям, можно выделить:

- наличие отделки на путях эвакуации материалами с пожарно-техническими характеристиками, не соответствующими нормативным документам;

- отсутствие естественного проветривания (освещения) при пожаре, а также систем вытяжной противодымной вентиляции;

- невыполнение комплекса мероприятий пассивной противопожарной защиты для обеспечения работы пожарных аварийно-спасательных подразделений: наличие глухих металлических решеток в оконных проемах, отсутствие пожарных лестниц, отсутствие возможности подъезда к объекту и забора воды из водоемных источников;

- наличие на дверях эвакуационных выходов запоров, исключающих возможность их свободного открытия изнутри при возникновении пожара;

- незаконные перепланировки, затрудняющие эвакуацию людей, а также способствующие быстрому задымлению и распространению пожара;

- незаконная эксплуатация объекта;

- необеспечение огнестойкости строительных конструкций;

- наличие систем оповещения и управления эвакуацией людей о пожаре в неработоспособном или неисправном состоянии.

² 10 лет трагедии в ТЦ «Адмирал»: как сложились судьбы фигурантов дела // Дзен. – 2025. – 16 марта. – URL: <https://zen.ru/a/Z9ZqLoQnBwBkq-54> (дата обращения: 20.03.2025).

³ Пожар в ТЦ «Зимняя вишня» в Кемерово // РИА Новости. – 2019. – 25 марта. – URL: <https://ria.ru/20190325/1552026366.html> (дата обращения: 12.03.2025).

В Республике Беларусь с 2019 по 2025 г. в ТРЦ произошло 16 пожаров (рис. 1)^{4, 5, 6}, не сопровождавшихся таким массовым социальным и экономическим ущербом.

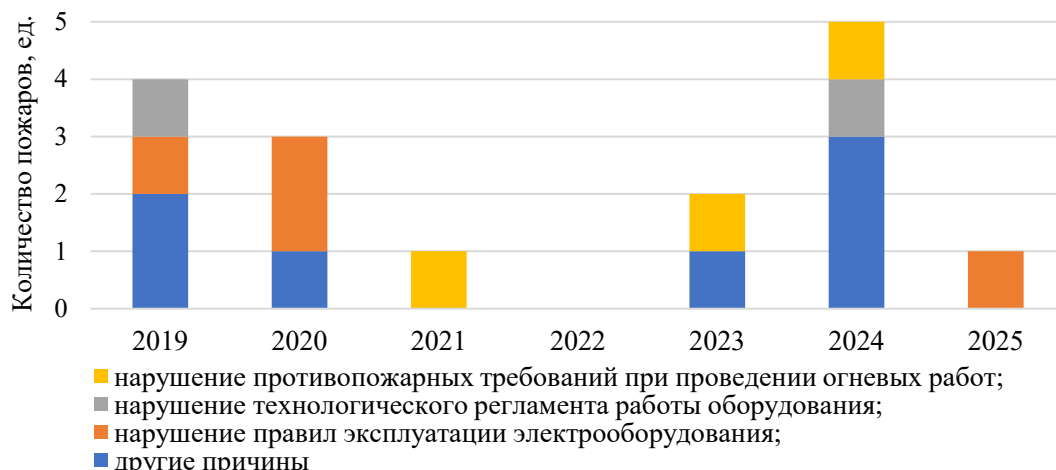


Рисунок 1. – Анализ пожаров, произошедших в торговых центрах Республики Беларусь за период с 2019 по 2025 г.

Проведенный анализ пожаров в ТРЦ Республики Беларусь позволил установить основные причины их возникновения, а именно нарушение противопожарных требований при проведении огневых работ и нарушение правил эксплуатации электрооборудования. В качестве примеров потенциально резонансных пожаров можно выделить (рис. 2):

- пожар 13.12.2024 в торговом центре «Беларусь» (Витебск)⁷: пострадало 20 человек, в том числе 2 сотрудника МЧС, эвакуировано 215 человек;
- пожар 16.01.2025 в торговом центре «Силуэт» (Минск)⁸: эвакуировано 670 человек.



а – торговый центр «Беларусь» в Витебске



б – торговый центр «Силуэт» в Минске

Рисунок 2. – Пожары в торговых центрах Республики Беларусь

⁴ Браун, Е. Сегодня ночью произошел пожар в минском ТРЦ DanaMall / Е. Браун // Белновости. – 2019. – 4 авг. – URL: <https://www.belnovosti.by/proisshestiya/segodnya-nochyu-proizoshel-pozhar-v-minskom-trc-danamall> (дата обращения: 25.10.2024).

⁵ Почему в торговый центр в Минске приезжали спасатели? // Sputnik Беларусь. – 2021. – 6 сент. – URL: <https://sputnik.by/20210906/pochemu-v-torgovyy-tsentr-v-minske-priezzhali-spasateli-1056235032.html> (дата обращения: 25.10.2024).

⁶ В Лиде горел торгово-развлекательный центр: спасатели ликвидировали пожар // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – 2023. – 11 нояб. – URL: <https://grodno.mchs.gov.by/novosti/435337/> (дата обращения: 25.10.2024).

⁷ «Пострадавших уже 16». Новые подробности пожара в витебском ТЦ // Onliner. Новости. – 2024. – 14 дек. – URL: <https://realt.onliner.by/2024/12/14/dvov-v-tyazhelom-sostoyanii-podrobnosti-o-postradavshix-pri-pozhare-v-vitebskom-tc> (дата обращения: 12.03.2025).

⁸ Столичные спасатели ликвидировали пожар в ТЦ «Силуэт» // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – 2025. – 16 янв. – URL: <https://mchs.gov.by/glavnoe/476678/> (дата обращения: 12.03.2025).

Анализ информации в области использования обучающих виртуальных тренажеров, применяемых для подготовки спасателей-пожарных, показал, что различного рода тренажеры-симуляторы широко применяются в образовательном процессе различных стран мира [2–8]^{9, 10}. Следует отметить, что большинство тренажеров направлено на подготовку специалистов по тушению пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций. При этом для подготовки специалистов надзорной деятельности в области пожарной и промышленной безопасности современные обучающие тренажеры представлены в небольшом количестве в основном от крупных предприятий (для обучения специфике работы в определенной области), при этом ограничены для общего доступа и функционально. Одной из разработок университета является учебное программное обеспечение по подготовке специалистов государственного пожарного надзора¹¹, которое успешно применяется более 15 лет в образовательном процессе. Вместе с тем данная разработка имеет ряд недостатков и ограничений:

- не отвечает современному уровню развития науки и техники;
- направлена на осуществление государственного пожарного надзора только промышленных предприятий;
- не имеет возможности надстройки новых объектов на территории предприятия;
- не обеспечивает отработку требований строительных норм к системам пожарной автоматики;
- не обеспечивает отработку требований в области промышленной безопасности;
- программная сложность в актуализации требований нормативных правовых актов применительно к объектам промышленного предприятия.

В соответствии Указом Президента Республики Беларусь № 510¹² для контролируемых (надзорных) органов МЧС определены следующие сферы контроля (надзора):

- органы государственного пожарного надзора (ГПН) обеспечивают ГПН, надзор за соблюдением законодательства при осуществлении деятельности по обеспечению пожарной безопасности, а также государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов (ТР) Таможенного союза (ТС), Евразийского экономического союза (ЕАЭС) в области пожарной безопасности;

- Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности МЧС Республики Беларусь (Госпромнадзор) обеспечивает государственный надзор за организацией работ в отношении опасных производственных объектов при осуществлении деятельности в области промышленной безопасности, а также государственный надзор за организацией работ по обеспечению безопасной перевозки опасных грузов.

Учитывая перечень возможных локаций в ТРЦ, построение виртуального многофункционального комплекса, интегрированного в учебный тренажер, позволит в наибольшей степени объединить сферы контроля (надзора) контролируемых (надзорных) органов МЧС, а также расширить перечень для взаимодействия объектов, к которым предъявляются требования в области пожарной и промышленной безопасности, с учетом повышенного внимания к выполнению требований, предъявляемых к объектам:

- связанным с причинами гибели людей и факторами, способствовавшими наиболее негативным последствиям в ТРЦ;

⁹ Специализированное программное обеспечение «Базовый комплект Виртуального тренажерного комплекса Огнеборец-ИТ» // Каталог совместимости российского программного обеспечения. – URL: <https://catalog.arppsoft.ru/product/6077883> (дата обращения: 12.03.2025).

¹⁰ Immersive firefighter training // Flaim. – URL: <https://flaimgsystems.com/products/trainer> (дата обращения: 12.03.2025).

¹¹ FQ1 и FQ2 Учебное программное обеспечение «Подготовка специалистов органов государственного пожарного надзора» // Университет гражданской защиты. – URL: <https://ucp.by/services/razrabotka-po/fq1-i-fq2/> (дата обращения: 12.03.2025).

¹² О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь от 16 окт. 2009 г. № 510 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P30900510> (дата обращения: 12.03.2025).

– отсутствовавшим в тренажерах старой версии (системы пожарной автоматики);
 – промышленной безопасности;
 – в отношении которых проводится контроль (надзор) за соблюдением требований ТР ТС и ЕАЭС в области пожарной безопасности.

Немаловажным требованием к разрабатываемому продукту является упрощение реализации норм действующего законодательства в случае их изменения.

Пожарная безопасность обеспечивается приведением объектов и населенных пунктов в такое состояние, при котором исключается возможность возникновения пожара либо обеспечивается защита людей и материальных ценностей от пожара¹³ и реализуется наличием систем предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями¹⁴. Промышленная безопасность обеспечивается лицензированием, разрешительной системой, правилами, экспертизой, декларацией, выполнением обязанностей субъектами и их работниками, производственным контролем, идентификацией и регистрацией опасных производственных объектов, оценкой соответствия потенциально опасных объектов и технических устройств техническим требованиям и другими аспектами в соответствии с Законом Республики Беларусь «О промышленной безопасности»¹⁵. На рисунке 3 представлена схема, в соответствии с которой будут реализовываться обучающие направления в тренажере. Зеленым цветом выделены новые направления, которые до этого не реализовывались: объекты промышленной безопасности, системы пожарной автоматики, а также требования ТР ТС и ЕАЭС в области пожарной безопасности.



Рисунок 3. – Сферы надзора МЧС Республики Беларусь

¹³ О пожарной безопасности: Закон Республики Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-XII // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=v19302403> (дата обращения: 12.03.2025).

¹⁴ Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91. – Взамен ГОСТ 12.1.004-85; введ. 01.07.1992. – М.: Стандартинформ, 2006. – 68 с.

¹⁵ О промышленной безопасности: Закон Республики Беларусь от 5 янв. 2016 г. № 354-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H11600354> (дата обращения: 12.03.2025).

Таким образом, разработка тренажера с использованием технологий компьютерного моделирования и виртуальной реальности на примере ТРЦ для повышения эффективности образовательного процесса подготовки специалистов, осуществляющих государственный надзор в области обеспечения пожарной безопасности и государственный надзор в области промышленной безопасности, позволит обучающимся закреплять требования нормативных правовых актов (НПА), в том числе технических нормативных правовых актов (ТНПА) и международных актов в области обеспечения пожарной безопасности, образующих систему противопожарного нормирования и стандартизации, а также требований в области обеспечения промышленной безопасности, что обеспечит отработку практических навыков работы осуществления надзорной деятельности без выезда на действующий объект.

Разработка интерактивных моделей объектов взаимодействия пользователей тренажера и алгоритмов генерации их параметров. На основании методического обеспечения, разработанного профессорско-преподавательским составом университета, резидентом парка высоких технологий ООО «БелСимТех» реализуется программное обеспечение, которое представляет собой виртуальную окружающую среду объекта моделирования. Создание уникальных графических объектов происходит с использованием программы Blender 3D.

В качестве объекта моделирования выбран многофункциональный торговый центр, объемно-планировочное решение которого представляет собой здание сложной формы переменной этажности с общей площадью более 15 тыс. м² и с входящими в его состав обучающими локациями: помещения различной пожарной опасности (торговые помещения, участки общественного питания, помещения для хранения готовой продукции, приготовительные участки, производственные помещения, административные помещения, помещения для размещения приемно-контрольного оборудования систем пожарной автоматики, детский центр, учебные классы, кинозалы и др.) (рис. 4а) и объектами интерактивного взаимодействия. Здание включает четыре пожарных отсека, для каждого из которых определены исходные технико-экономические показатели. Одним из отсеков является котельная, представляющая объект промышленной безопасности (рис. 4б).

Подходы в работе на разрабатываемом тренажере основаны на программном продукте линейки Fire Quest: Inspector. Основной задачей работы на тренажере является корректное выявление максимально возможного количества несоответствий количественных и качественных показателей объектов требованиям НПА и ТНПА в области пожарной и промышленной безопасности.

Для пользователя обеспечивается свободное передвижение от первого лица по обучающим локациям. Виртуальная окружающая среда помещений содержит графические объекты, сопровождающиеся конкретным техническим описанием, на основании которого определяется его соответствие требованиям пожарной и/или промышленной безопасности.



а – торговый зал пожарного отсека № 2

Рисунок 4. – Примеры обучающих локаций виртуального объекта ТРЦ



б – котельная, пристроенная к пожарному отсеку № 3

Рисунок 4. – Примеры обучающих локаций виртуального объекта ТРЦ

Важной особенностью программного продукта линейки Fire Quest: Inspector является отображение групп объектов по слоям с одновременной активацией (блокированием) присутствующих им функций (рис. 5).

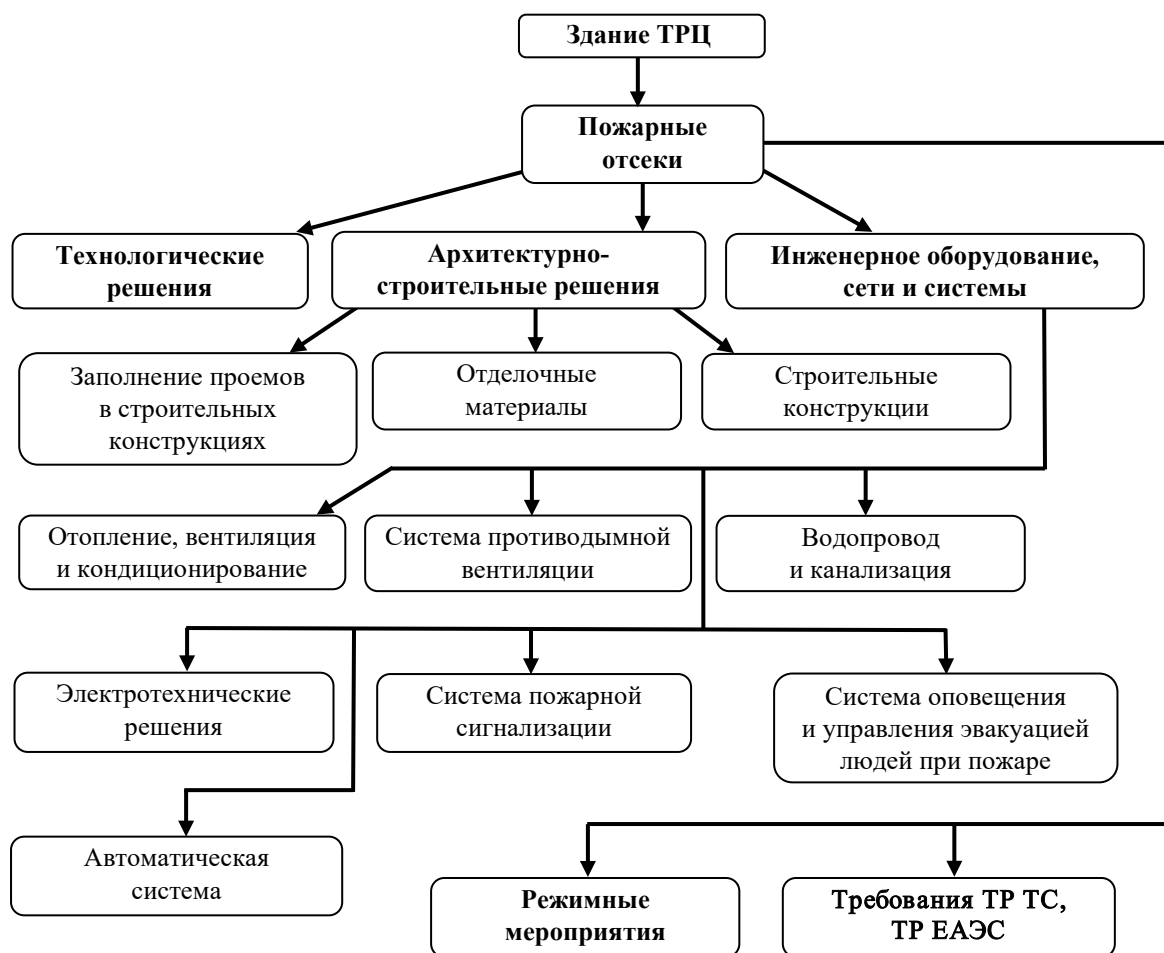
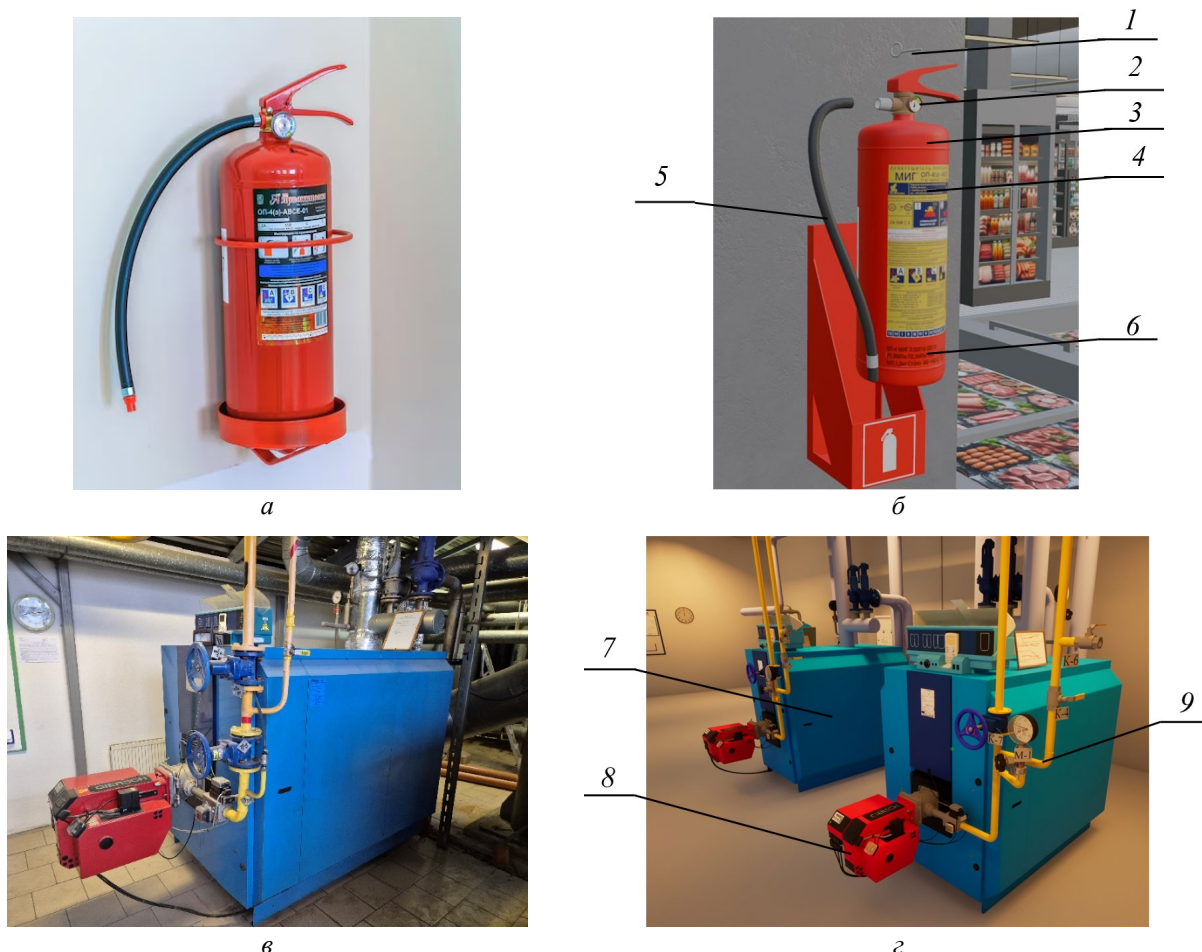


Рисунок 5. – Группировка объектов по слоям

Указанная особенность реализована в разрабатываемом тренажере, при этом дополнена слоями, отсутствовавшими в тренажерах старой версии. Это позволяет расширить перечень дисциплин, на которых может быть задействован разрабатываемый программный продукт, а также использовать его для решения отдельных задач, стоящих перед дисциплинами пожарно-профилактического, надзорно-профилактического и вариативных модулей учебных планов для специальностей «Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций»

и «Пожарная и промышленная безопасность», а также комплексно. В основу разделения групп объектов по слоям были заложены положения СН 1.02.02¹⁶ с учетом структуры систем пожарной и промышленной безопасности в Республике Беларусь.

Создание виртуальной окружающей среды объекта моделирования проводится с использованием программной среды Unreal Engine версии 5, куда импортируются графические объекты. Реалистичность объектов за счет применения программной среды последнего поколения и детальной прорисовки графическими дизайнерами позволяет создавать объекты, практически не отличающиеся от реальных (рис. 6).



1 – предохранительное устройство; 2 – манометр; 3 – корпус;
4 – инструкция по эксплуатации; 5 – гибкий шланг с распылителем; 6 – маркировка;
7 – водогрейный котел; 8 – газовая горелка; 9 – система подачи газа к котлу
Рисунок 6. – Вид порошкового огнетушителя и водогрейного котла (а, в) на торговом объекте и их графическое отображение в разрабатываемом тренажере (б, з)

Одним из основных нововведений является наличие объектов интерактивного взаимодействия, для каждого из которых назначается от одного до четырех действий с отдельными откликами при соответствующем взаимодействии. Так, в рамках проверки работоспособности системы пожарной сигнализации: обрыв шлейфа – звуковой сигнал – отображение номера датчика с обрывом на пульте управления. Данные объекты разбиты по слоям, а их принадлежность соответствует определенным группам.

В разрабатываемом обучающем тренажере осуществляется реализация интерактивных документов (описаний), в которых в автоматическом режиме генерируются отдельные текстовые блоки, что влияет на правильность выбора ответа. Вариантность описаний объектов

¹⁶ Состав и содержание проектной документации: СН 1.02.02-2023. – Введ. 09.06.2023. – Минск: Минстройархитектуры, 2023. – 87 с.

и заложенных ошибок обеспечивается программно, в том числе случайным образом из заранее составленных перечней вариативности для конкретных объектов. Указанные элементы заложены в исходный код программного обеспечения и имеют возможность корректировки администратором в отдельном текстовом описании и дополнения отдельными прикрепляемыми файлами.

Для возможности реализации функционала программной вариативности объектов и их отдельных элементов каждому объекту наполнения обучающих локаций по пожарной и промышленной безопасности присваивается уникальный номер (ID). Данный номер обладает набором трехмерных графических наполнений и свойств с возможностью их генерации в различных сценариях в автоматическом режиме, а также через меню настройки с определенной последовательностью, в том числе закладывая количество необходимых для генерации нарушений по отдельным слоям (подслоям) или зданию (пожарным отсекам). Рассмотрим некоторые примеры:

- огнетушитель (ID № 1):
 - изменяемое состояние корпуса (ID № 1.1);
 - инструкция по эксплуатации (ID № 1.2): присутствует (ID № 1.2.1) / отсутствует (ID № 1.2.2);
 - гибкий шланг с распылителем (ID № 1.3): присутствует (ID № 1.3.1) / отсутствует (ID № 1.3.2);
 - предохранительное устройство (ID № 1.4): присутствует (ID № 1.4.1) / отсутствует (ID № 1.4.2);
 - показания манометра (ID № 1.5): положение стрелки в зеленой зоне измерительной шкалы (ID № 1.5.1), положение стрелки в красной зоне измерительной шкалы (ID № 1.5.2);
- система подачи газа к котлу (ID № 2):
 - окраска газопровода (ID № 2.1): в различных вариациях (ID № 2.1.1–2.1.5);
 - номерные бирки на отдельных элементах (ID № 2.2): в различных вариациях цифровых значений (ID № 2.2.1–2.2.5);
 - наличие запорно-регулирующей арматуры (ID № 2.3): в различных вариациях (ID № 2.3.1–2.3.5) и т.д.

По аналогии можно привести пожарно-технические характеристики (класс функциональной пожарной опасности (КФПО), категории по взрывопожарной и пожарной опасности (КВиПО) помещений, степень огнестойкости (СО) пожарных отсеков), отражаемые в их описании. Описание одного из пожарных отсеков имеет следующий вид: «Пожарный отсек № 1 представляет собой объект, расположенный в осях 13–23/А–К (по проектной документации). Для него определены следующие пожарно-технические и технико-экономические показатели: класс функциональной пожарной опасности (столбец 2 таблицы 2), категория по взрывопожарной и пожарной опасности (столбец 3 таблицы 2), степень огнестойкости (столбец 4 таблицы 2), этажность – 3, общая площадь в пределах этажа – 2333 м²».

Пользователь (обучающийся) на основании имеющихся сведений о технико-экономических показателях, требований ТНПА определяет корректность представленных в описании пожарно-технических характеристик пожарных отсеков. При выборе ошибки по объекту «Пожарный отсек» пользователю предлагается следующий перечень нарушений:

- 1) класс функциональной пожарной опасности не соответствует требованиям;
- 2) категория по взрывопожарной и пожарной опасности не соответствует требованиям или не определена;
- 3) степень огнестойкости не соответствует требованиям.

Для дверей предусмотрена случайная генерация количественных и качественных показателей, в том числе их маркировки.

На первом этапе генерации определяется назначение (вид) двери: дверь противопожарная или дверь обычная. После этого в соответствии с таблицами 3 или 4 случайным образом генерируется ее маркировка и набор дополнительных данных, определяющих

наличие или отсутствие нарушения (в последующем они сравниваются с эталонным перечнем).

Таблица 2. – Вариативность при генерации пожарно-технических характеристик пожарных отсеков виртуального многофункционального торгового центра

№ пожарного отсека	Вариативность пожарно-технических характеристик пожарного отсека		
	КФПО	КВиПО	СО
1	2	3	4
№ 1	Ф3.1	A	I
	Ф1.3	B	II
	Ф3.2	B	III
	Ф5.2	Г	IV
	Ф4.3	D	V
	Ф4.2	не определена	VI
№ 2	Ф3.1	A	I
	Ф1.3	B	II
	Ф3.2	B	III
	Ф5.2	Г	IV
	Ф4.3	D	V
	Ф4.2	не определена	VI
№ 3	Ф5.1	A	I
	Ф5.2	B	II
	Ф5.3	B	III
	Ф3.1	Г	IV
	Ф2.3	D	V
	Ф5.3	не определена	VI
№ 4	Ф5.1	A	I
	Ф3.1	B	II
	Ф3.2	B	III
	Ф1.4	Г	IV
	Ф5.2	D	V
	Ф5.3	не определена	VI

Таблица 3. – Вариативность при генерации параметров противопожарной двери

Вариативность элементов маркировки двери									Вариативность иных параметров					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ДП-	1-	С-	Г-	1п-	Рп-	пл	16	7	0	да	да	да	1	Да
	2-	А-	О-	2п	Рз-	лк	17	8	1	нет	нет	нет	2	нет
	3-	Д-	Ч-	1л-	От-		18	9	2					
		Дн-		2л-			19	10	3					
		П-		мп-			20	11	4					
		К-					21	12	5					
							22	13	6					
							23	14	7					
							24	15	8					

Примечание. Буквенно-цифровые обозначения вариативности маркировки (столбцы 1–9) отвечают условному обозначению изделия согласно СТБ 1394-2003¹⁷. В столбцах 10–15 приведены следующие параметры:

10 – Высота порога, см.

11 – Оборудована замком, который можно открыть изнутри без ключа.

12 – Наличие приспособлений для самозакрывания.

13 – Наличие уплотнений в притворах.

14 – Направление открывания (по отношению к выходу из помещения, в котором находится изделие):
1 – по направлению; 2 – на себя. Позиция генерируется только при формировании в маркировке «Рп-» (столбец 6).

15 – Наличие указателя категории по взрывопожарной и пожарной опасности на наружной стороне изделия (по отношению к выходу из помещения, в котором находится изделие).

¹⁷ Двери, ворота и люки противопожарные. Технические условия: СТБ 1394-2003. – Введ. 01.01.2004. – Минск: Госстандарт, 2015. – 22 с.

Таблица 4. – Вариативность при генерации параметров обычной двери

Вариативность элементов маркировки двери						Вариативность иных параметров						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ДН	А	Г	16	7	В	Рп	0	да	да	да	1	Да
ДВ1	Д	О	17	8	Л	Рз	1	нет	нет	нет	2	нет
ДВ2	П	О1	18	9	2Л	От	2					
ДВ3	С	О2	19	10	2Пр		3					
ДВ4	К	Ч1	20	11	Н		4					
ДВ5			21	12	П		5					
ДВ6			22	13	Щ		6					
ДВ7			23	14	Р		7					
			24	15	Фр		8					

Примечание. Буквенно-цифровые обозначения вариативности маркировки (столбцы 1–6) отвечают условному обозначению изделия согласно СТБ 2433-2015¹⁸. В столбцах 7–13 приведены следующие параметры:

7 – Способ открывания (Рп – распашная, Рз – раздвижная, От – откатная).

8 – Высота порога, см.

9 – Оборудована замком, который можно открыть изнутри без ключа.

10 – Наличие приспособлений для самозакрывания.

11 – Наличие уплотнений в притворах.

12 – Направление открывания (по отношению к выходу из помещения, в котором находится изделие):

1 – по направлению; 2 – на себя. Позиция генерируется только при формировании в маркировке «Рп» (столбец 7).

13 – Наличие указателя категории по взрывопожарной и пожарной опасности на наружной стороне изделия (по отношению к выходу из помещения, в котором находится изделие).

Показатели, генерируемые в соответствии с таблицами 3 и 4, являются основой при формировании описания объекта «дверь» и нарушений к нему. На основании набора буквенно-цифровых показателей столбцов 1–9 таблицы 3 и столбцов 1–6 таблицы 4 создается маркировка, которая отображается в описании и на шильде, прикрепленной к полотну дверного блока.

При выборе ошибки по объекту «дверь» пользователю с целью закрепления умений по направлению «государственный пожарный надзор» предлагается следующий перечень нарушений:

- 1) предел огнестойкости не соответствует требованиям;
- 2) отсутствует приспособление для самозакрывания;
- 3) отсутствуют уплотнения (уплотняющие прокладки) в притворах;
- 4) высота двери (эвакуационного выхода) не соответствует требованиям;
- 5) ширина двери (эвакуационного выхода) не соответствует требованиям;
- 6) высота порога двери (эвакуационного выхода) не соответствует требованиям;
- 7) направление открывания двери не соответствует требованиям;
- 8) отсутствует замок (запор) на двери, обеспечивающий возможность свободного открывания двери изнутри без ключа;
- 9) не соответствует способ открывания;
- 10) отсутствует указатель категории по взрывопожарной и пожарной опасности;
- 11) изменено направление открывания двери.

Для всех объектов «дверь» виртуального ТРЦ составлен соответствующий эталонный перечень объектов «дверь» (соответствие требованиям НПА и ТНПА и обладание минимально необходимыми количественными и качественными показателями по всем генерируемым позициям объекта с учетом его расположения в ТРЦ), а также перечень объектов «дверь» в соответствии с проектной документацией (соответствие количественных и качественных показателей проектной документации). В качестве примера в таблице 5 приведен

¹⁸ Блоки дверные. Общие технические условия: СТБ 2433-2015. – Введ. 01.07.2016. – Минск: Госстандарт, 2021. – 32 с.

эталонный перечень сведений по некоторым объектам «дверь», расположенным в помещении котельной (выход на улицу) и помещении торгового зала (в месте примыкания противопожарной стены 1-го типа).

**Таблица 5. – Эталонный перечень сведений по некоторым объектам «дверь»
(расположены в помещениях котельной и торгового зала виртуального объекта)**

Уникальный номер объекта	Эталонный (минимально необходимый согласно ТНПА) показатель для определения наличия / отсутствия нарушения из перечня возможных нарушений									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19.1	н.н.	н.н.	н.н.	1,95 м	0,8 м	6 см	н.н.	да	н.н.	да
19.2	ДП-1	да	да	н.н.	н.н.	н.н.	н.н.	н.н.	н.н.	нет

Примечания.

1. Номер столбца, соответствующий порядковому номеру нарушения, из перечня возможных нарушений по объекту «дверь».
2. Н.н. – не нормируется (нарушение по соответствующей позиции не формируется).

Для отнесения сгенерированного случайным образом решения по объектам, в том числе «дверь», при написании программного кода используется последовательно набор логических операций (сравнения, приведения показателя к базовому или присвоения отдельным решениям цифровых показателей с последующим сравнением и др.) между показателями, отраженными в таблицах 3, 4 и 5, позволяющих однозначно интерпретировать сгенерированное решение как несоответствие или корректное решение.

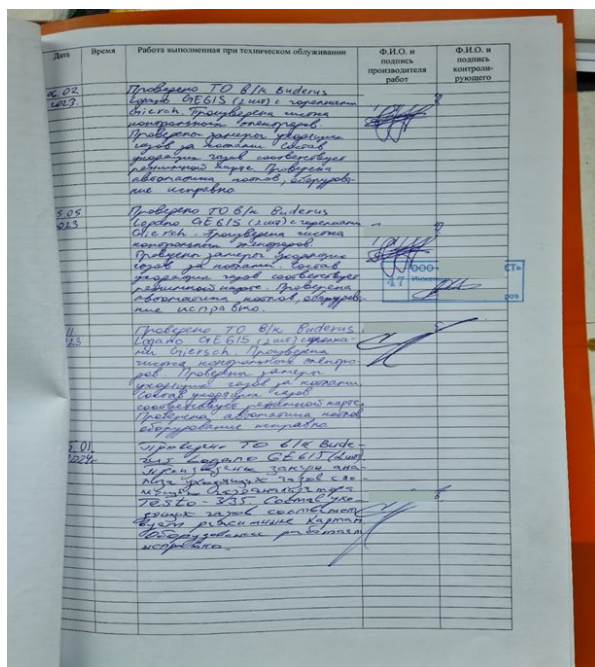
Если случайным образом сгенерирована дверь противопожарная, с целью возможности закрепления умений по направлению «государственный контроль (надзор) за соблюдением требований ТР ТС, ЕАЭС в области пожарной безопасности» пользователю предлагается дополнительный перечень несоответствий (нарушений) по данному направлению. Для каждого из данного перечня несоответствий формируется определенный алгоритм определения наличия или отсутствия несоответствия для каждой позиции перечня. Для возможности оценки пользователем соответствия геометрических параметров требованиям НПА и ТНПА ему предлагается использовать интерактивную измерительную рулетку.

В целом для оценки соответствия мероприятий противопожарной защиты, а также мероприятий по обеспечению промышленной безопасности пользователю предоставляется возможность изучения проектной и иной технической документации. К каждому объекту (обучающие локации по пожарной и промышленной безопасности) привязан информационный материал, который представляет собой отдельные пункты нормативных, в том числе технических, правовых актов для изучения (только в режиме обучения), протоколы испытаний (сертификаты соответствия), журналы и/или иную документацию с возможностью их просмотра при взаимодействии. Необходимость такой привязки вызвана соответствующими требованиями законодательства. Так, для безопасной эксплуатации котельной необходимо постоянно вести более 20 различных видов документации, для оценки соответствия применяемых материалов в строительстве необходимо оперировать сведениями о результатах испытаний, для оценки средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения на предмет соответствия требованиям ТР ЕАЭС 043/2017 – обязательным является наличие сертификатов соответствия и владение сведениями из различных реестров. Как итог, на основании примеров рабочих журналов разработаны комплекты учебной документации в высоком разрешении (рисунок 7), в которые заложены учебные варианты нарушений. Варианты нарушений составлены на основании проведенного анализа наиболее часто встречающихся нарушений, выявленных в ходе проведения проверок, например эксплуатируемых котельных, расположенных в г. Минске и Минском районе.

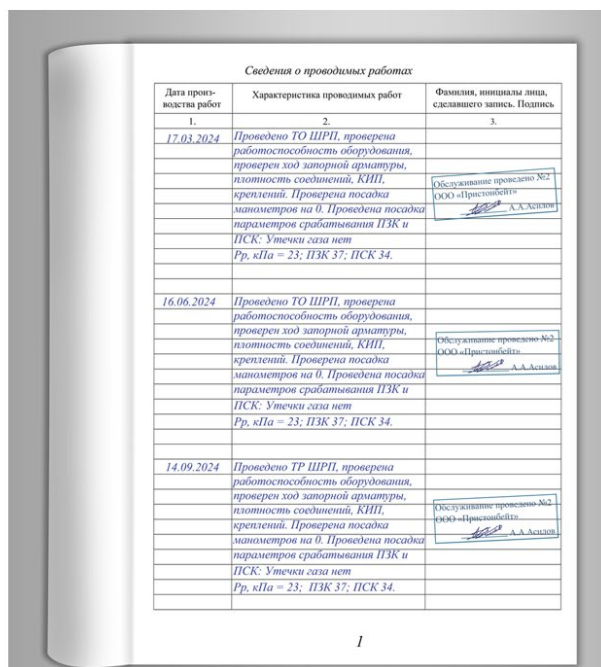
В меню программы реализована вкладка «Статистика», которая содержит следующие данные:

- количество заложенных нарушений по слою (подслою) / пожарному отсеку (зданию);
- количество выявленных нарушений по слою (подслою) / пожарному отсеку (зданию);

- количество невыявленных нарушений по слою (подслою) / пожарному отсеку (зданию);
 - количество неверно выявленных нарушений по слою (подслою) / пожарному отсеку (зданию);
- Оценка эффективности работы на тренажере проводится по следующим критериям:
- количество верно выявленных нарушений по слою (подслою) / пожарному отсеку (зданию);
 - количество неверно выявленных нарушений по слою (подслою) / пожарному отсеку (зданию);
 - время работы на тренажере.



а



б

Рисунок 7. – Фотоматериал ведения рабочего журнала, расположенного в помещении котельной (а) и пример его графического отображения в разрабатываемом тренажере (б)

Рекомендуется для оценки уровня (сложности) заложенных программным обеспечением нарушений ввести взвешивающие коэффициенты, основанные на методе экспертных оценок и установившейся практикой при работе с тренажером. На начальном этапе для всех нарушений (несоответствий) предлагается взвешивающий коэффициент принять равным единице.

Заключение

Представлен анализ количества и причин возникновения пожаров в ТРЦ. Полученные результаты свидетельствуют об актуальности отработки требований для обеспечения пожарной безопасности на таких объектах. Увеличение общей площади ТРЦ, числа посетителей, разнообразие услуг и многофункциональность таких объектов повышают риск возникновения пожара и других чрезвычайных ситуаций.

Одним из современных направлений в образовательном процессе является использование технологий виртуальной реальности. Разработка подобного рода программного обеспечения с применением VR-технологий является одним из актуальных и значимых направлений для повышения уровня обеспечения пожарной безопасности в ТРЦ и эффективности образовательного процесса.

Представлены виртуальные трехмерные модели обучающих локаций ТРЦ в программной среде Unreal Engine. Разработаны методологические подходы и методическое

обеспечение для обучающего тренажера по осуществлению надзорной деятельности в области пожарной и промышленной безопасности, включающее программные алгоритмы, обучающие локации на примере торгового зала и котельной, их описание, особенности интерактивного взаимодействия со специальными объектами.

Научная разработка нового тренажера позволит применять современные интерактивные методики преподавания и реализует комплексный подход в подготовке специалистов по государственному надзору в области обеспечения пожарной безопасности и государственному надзору в области промышленной безопасности, основанный на технологиях компьютерного моделирования и виртуальной реальности. Это обеспечит высокую эффективность образовательного процесса подготовки специалистов в соответствующих сферах контрольной (надзорной) деятельности. Включение в тренажер таких направлений, как осуществление государственного пожарного надзора и надзора за соблюдением законодательства по обеспечению пожарной безопасности в отношении систем пожарной автоматики, соблюдения субъектами хозяйствования организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, государственного надзора за соблюдением требований технических регламентов Таможенного союза, Евразийского экономического союза в области пожарной безопасности, а также осуществление государственного надзора в отношении опасных производственных объектов и потенциально опасных объектов по направлению «промышленная безопасность» является инновационным.

Представленные результаты исследований получены в рамках выполнения задания 3.4.2 «Разработка макета тренажера по осуществлению надзорной деятельности в области пожарной и промышленной безопасности с использованием технологий компьютерного моделирования и виртуальной реальности» государственной программы научных исследований «Цифровые и космические технологии, безопасность человека, общества и государства» на 2024–2025 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трушкин, Д.В. Анализ причин гибели людей на пожаре в торговом центре / Д.В. Трушкин, А.Я. Корольченко // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – Т. 16, № 2. – С. 63–66. – EDN: KNUVPF.
2. Феофанов, А.Н. VR/AR-технологии и их применение в машиностроении / А.Н. Феофанов, А.В. Охмат, А.В. Бердюгин // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2019. – № 4 (6). – С. 44–48. – DOI: 10.30987/2658-3488-2019-2019-4-44-48. – EDN: GQBNQC.
3. Кулаков, П.А. Особенности разработки компьютерных обучающих тренажеров в UNITY 3D / П.А. Кулаков, А.С. Еремин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – Вып. 1. – С. 177–181. – DOI: 10.24412/2071-6168-2024-1-177-178. – EDN: ZYZMAG.
4. Пожаркова, И.Н. Функциональная модель виртуального тренажера для организации тренировок по эвакуации / И.Н. Пожаркова // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 6. – 11 с. – EDN: FHHMOM.
5. Андрушко, Д.Ю. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе: проблемы и перспективы / Д.Ю. Андрушко // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2018. – № 6. – С. 5–10. – EDN: YVRGBV.
6. Полевода, И.И. Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе / И.И. Полевода, А.Г. Иваницкий, А.С. Миканович [и др.] // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т. 6, № 1. – С. 119–142. – DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-1.119. – EDN: FVSVOO.
7. Корнилов, Ю.В. VR-технологии в образовании: опыт, обзор инструментов и перспективы применения / Ю.В. Корнилов, А.А. Попов // Инновации в образовании, 2018. – № 8. – С. 117–129. – EDN: XUKYNN.
8. Полевода, И.И. Экспериментальный макет тренажера с имитацией эффектов физических воздействий в условиях виртуальной реальности для подготовки спасателей-пожарных / И.И. Полевода, В.Н. Рябцев, А.О. Лихоманов [и др.] // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т. 6, № 3. – С. 339–360. – DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-3.339. – EDN: QOKLBI.

Методология разработки обучающего тренажера для подготовки специалистов органов государственного пожарного надзора с применением технологии виртуальной реальности

Methodology of development of a training simulator for preparing specialists of state fire supervision bodies with the use of virtual reality technology

Полевода Иван Иванович

доктор технических наук, доцент

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», начальник университета

Адрес: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск, Беларусь

Email: ip@ucp.by

SPIN-код: 1662-9457

Ivan I. Palevoda

Grand PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Head of University

Address: Mashinostroiteley str., 25, 220118, Minsk, Belarus

Email: ip@ucp.by

ORCID: 0000-0003-2469-3553

Короткевич Сергей Геннадьевич

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра промышленной безопасности, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск, Беларусь

Email: korotkevichsergei@mail.ru

SPIN-код: 4719-8914

Sergey G. Korotkevich

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Industrial Safety, Associate Professor

Address: Mashinostroiteley str., 25, 220118, Minsk, Belarus

Email: korotkevichsergei@mail.ru

ORCID: 0000-0002-9388-0881

Нехань Денис Сергеевич

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра пожарной безопасности, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск, Беларусь

Email: denis_nechany@mail.ru

SPIN-код: 3773-9964

Denis S. Nekhan'

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Fire Safety, Associate Professor

Address: Mashinostroiteley str., 25, 220118, Minsk, Belarus

Email: denis_nechany@mail.ru

ORCID: 0000-0001-7838-4663

Ковтун Вадим Анатольевич

доктор технических наук, профессор

Филиал «Институт профессионального образования» государственного учреждения образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра оперативно-тактической деятельности и техники, профессор

Адрес: пр-т Речицкий, 35А, 246023, г. Гомель, Беларусь

Email: vadimkov@yandex.ru

SPIN-код: 3383-9618

Vadim A. Kovtun

Grand PhD in Technical Sciences, Professor

Branch «Institute of Vocational Education» of the State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Operational-Tactical Activity and Technical Equipment, Professor

Address: Rechitskiy ave., 35A, 246023, Gomel, Belarus

Email: vadimkov@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-9510-132X

ScopusID: 7006098716

Суриков Андрей Валерьевич

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра организации
надзорной и профилактической деятельности,
начальник кафедры

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Email: shurikoff@bk.ru

SPIN-код: 1163-6294

Andrey V. Surikov

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Organization of Supervisory
and Preventive Activities,
Head of the Chair

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus

Email: shurikoff@bk.ru

ORCID: 0000-0002-3659-7297

Рябцев Виталий Николаевич

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра
автоматических систем безопасности,
начальник кафедры

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Email: v.reabtsev@ucp.by

SPIN-код: 9218-7854

Vitaly N. Ryabtsev

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Automatic Safety Systems,
Head of the Chair

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus

Email: v.reabtsev@ucp.by

ORCID: 0000-0002-2830-591X

METHODOLOGY OF DEVELOPMENT OF A TRAINING SIMULATOR FOR PREPARING SPECIALISTS OF STATE FIRE SUPERVISION BODIES WITH THE USE OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY

Palevoda I.I., Korotkevich S.G., Nekhan' D.S., Kovtun V.A., Surikov A.V., Ryabtsev V.N.

Purpose. To develop methodological foundations of software for creating a training simulator using computer modeling and virtual reality technologies based on the example of a shopping and entertainment center.

Methods. The analysis of fire danger at shopping and entertainment centers, the causes of fires and deaths at them. The generalisation of the requirements of regulatory legal acts including both technical regulatory legal and international acts in the field of fire safety ensuring, forming a system of fire safety regulation and standardization, as well as requirements in the field of industrial safety. The development of a three-dimensional virtual environment using the Unreal Engine software environment and objects for filling training locations. The synthesis of requirements in the field of fire and industrial safety, generated indicators for virtual training locations (facilities) to ensure and implement in the simulator the areas of supervision (control) by the (supervisory) authorities of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus.

Findings. A methodology has been developed for the training simulator, including software algorithms, training locations, their description, operating modes and features of interaction with special objects, building planning schemes, justification of the use of structural element parameters, lists of possible violations of fire and industrial safety requirements for training locations (facilities). Based on the developed methodological support, a software product (training simulator) is being developed, which is represented by a virtual environment in the form of a three-dimensional model of a shopping and entertainment center with designed training locations in the Unreal Engine software environment.

Application field of research. The results obtained make it possible to ensure the introduction of computer modeling technologies, virtual reality and modern interactive teaching methods into the educational process to increase the effectiveness of the educational process in the training of specialists, who carry out state supervision in the field of fire and industrial safety.

Keywords: computer modeling, virtual reality, simulator, supervision activities, fire safety, industrial safety, training locations, methodological support.

(The date of submitting: March 25, 2025)

REFERENCES

1. Trushkin D.V., Korol'chenko A.Ya. Analiz prichin gibeli lyudey na pozhare v trgovom tsentre [Analysis of the causes of death in a fire in a shopping center]. *Fire and explosion safety*, 2007. Vol. 16, No. 2. Pp. 63–66. (rus). EDN: KNUVPF.
2. Feofanov A.N., Okhmat A.V., Berdyugin A.V. VR/AR tekhnologii i ikh primeneniye v mashinostroyeniye [VR/AR technologies and their application in mechanical engineering]. *Automation and Modeling in Design and Management*, 2019. No. 4 (6). Pp. 44–48. (rus). DOI: 10.30987/2658-3488-2019-2019-4-44-48. EDN: GQBNQC.
3. Kulakov P.A., Eremin A.S. Osobennosti razrabotki komp'yuternykh obuchayushchikh trenazherov v UNITY 3D [Peculiarities of development of computer training simulators in UNITY 3D]. *Izvestiya Tula State University. Technical sciences*, 2024. Iss. 1. Pp. 177–181. (rus). DOI: 10.24412/2071-6168-2024-1-177-178. EDN: ZYZMAG.
4. Pozharkova I.N. Funktsional'naya model' virtual'nogo trenazhera dlya organizatsii trenirovok po evakuatsii [Functional model of a virtual simulator for organizing evacuation training]. *Engineering Journal of Don*, 2024. No. 6. 11 p. (rus). EDN: FHHMOM.
5. Andrushko D.Yu. Primeneniye tekhnologiy virtual'noy i dopolnennoy real'nosti v obrazovatel'nom protsesse: problemy i perspektivy [Application of virtual and augmented reality technology in educational process: issues and perspectives]. *Scientific Review. Pedagogical Sciences*, 2018. No. 6. Pp. 5–10. (rus). EDN: YVRGBV.
6. Palevoda I.I., Ivanitskiy A.G., Mikanovich A.S., Pastukhov S.M., Grachulin A.V., Ryabtsev V.N., Navrotsky O.D., Likhomanov A.O., Vinyarskiy G.V., Gusarov I.S. Tekhnologii virtual'noy i dopolnennoy

- real'nosti v obrazovatel'nom protsesse [Virtual and augmented reality technologies in the educational process]. *Journal of Civil Protection*, 2022. Vol. 6, No. 1. Pp. 119–142. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-1.119. EDN: FVSVOO.
7. Kornilov Yu.V., Popov A.A. VR-tehnologii v obrazovanii: opyt, obzor instrumentov i perspektivy primeneniya [VR-technologies in education: experience, review of instruments and application prospects]. *Innovations in Education*, 2018, No. 8, Pp. 117–129. (rus). EDN: XUKYNN.
 8. Palevoda I.I., Ryabtsev V.N., Likhomanov A.O., Navrotsky O.D., Grachulin A.V., Gapanyuk D.V., Morozov A.A., Klimovtsov V.M., Vinyarskiy G.V., Shinkorenko K.E., Gusarov I.S., Bobarika I.V. Eksperimental'nyy maket trenazhera s imitatsiey effektov fizicheskikh vozdeystviy v usloviyakh virtual'noy real'nosti dlya podgotovki spasateley-pozharnykh [Experimental model of the simulator with imitation of the effects of physical impacts in virtual reality for the training of firefighters]. *Journal of Civil Protection*, 2022. Vol. 6, No. 3. Pp. 339–360. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-3.339. EDN: QOKLBI.

Copyright © 2025 Palevoda I.I., Korotkevich S.G., Nekhan' D.S.,
Kovtun V.A., Surikov A.V., Ryabtsev V.N.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

CHEMICAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS AT SEAPORTS: A REVIEW OF HUMAN – CAUSES, CONSEQUENCES AND PREVENTION STRATEGIES

Ngo Van Nam, Nguyen Huu Hieu, Phan Anh

Purpose. Seaports serve as critical centers for global trade and transportation; however, they are also prone to significant risks of chemical fire and explosion accidents. The purpose of this paper is to examine the human-related causes, consequences, and prevention strategies associated with these hazards at seaports, while addressing their potential to cause severe casualties, environmental harm, economic losses, and social disruption.

Methods. This study is based on an analysis of major historical and recent incidents of chemical fires and explosions at seaports. Through this review, the paper evaluates the contributing human factors, the resulting impacts, and the strategies employed to mitigate such risks, while also exploring challenges and opportunities for enhancing safety management of hazardous chemicals.

Findings. The findings highlight that chemical fire and explosion accidents at seaports lead to significant consequences, including loss of life, environmental damage, and economic and social setbacks. The paper identifies key prevention strategies and discusses the need for improved safety management practices. In conclusion the recommendations for future research and practical measures to strengthen the handling and safety of hazardous chemicals at seaports are offered.

Application field of research. Safety management of hazardous chemicals in seaports.

Keywords: chemical fire, chemical explosion, seaport, hazard, risk, prevention, Human Factor Analysis and Classification System (HFACS).

(The date of submitting: January 13, 2025)

1. Introduction

Seaports are complex systems that involve various activities, such as loading, unloading, storage, handling, and transportation of cargoes, especially hazardous chemicals. According to the International Maritime Organization (IMO), hazardous chemicals are substances that are flammable, explosive, toxic, corrosive, or reactive, and may pose a threat to human health, safety, property, or the environment [1]. The global trade of hazardous chemicals has increased significantly in recent years, due to the growing demand for energy, raw materials, and consumer products. According to the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), the volume of hazardous chemicals transported by sea reached 3.1 billion tons in 2019, accounting for 11.4% of the total seaborne trade [2]. However, the increasing trade and handling of hazardous chemicals also increase the potential for chemical fire and explosion accidents at seaports. Chemical fire and explosion accidents are defined as unplanned or uncontrolled events that involve the ignition, combustion, detonation, or deflagration of hazardous chemicals, resulting in heat, flame, pressure, shock wave, sound, or gas release [3; 4]. These accidents can have devastating effects on human lives, health, property, environment, and society. For example, the Tianjin Port fire and explosion accident in China in 2015 killed 165 people, injured 798 people, and caused direct economic losses of 6.87 billion yuan [5]. The Beirut Port explosion in Lebanon in 2020 killed more than 200 people, injured more than 6000 people, and displaced more than 300,000 people [6]. In these accidents, human factors are often considered the main cause of the incident. Therefore, it is essential to understand the human-causes, consequences, and prevention strategies of chemical fire and explosion hazards at seaports, and to improve the safety management of hazardous chemicals at seaports. This paper aims to provide a comprehensive review of the literature on this topic, and to identify the gaps and challenges for future research and practice. The paper is organized as follows: Section 2 analyzes the human-causes of chemical fire

and explosion accidents at seaports, based on the application of the Human Factor Analysis and Classification System model (HFACS model). Section 3 summarizes the main consequences of chemical fire and explosion accidents at seaports, in terms of human, environmental, economic, and social impacts. Section 4 discusses the prevention strategies for improving the safety management of hazardous chemicals at seaports.

2. Human-causes of chemical fire and explosion accidents at seaports

Chemical fire and explosion accidents at seaports are complex and dynamic events that involve multiple factors and interactions at different levels of the seaport system. To identify and analyze the causes of these accidents, it is necessary to adopt a system-based approach that considers the seaport system as a whole, rather than focusing on individual components or events. A system-based approach can reveal the underlying causes and mechanisms of accidents, and provide a holistic view of the safety performance and resilience of the seaport system. In this section, we apply a system-based accident model, namely, the Human Factor Analysis and Classification System model (HFACS model), to analyze the causes of chemical fire and explosion accidents at seaports. This model is selected because it is widely used and recognized in the literature, and it has many strengths in terms of the emphasis, structure, classification, and representation of the accident causes [7]. We use the Tianjin Port fire and explosion accident as a case study to illustrate the application of this model.

HFACS model is a taxonomy of human error that was originally developed for aviation accidents, and later adapted for other domains, including maritime accidents [8]. HFACS classifies the human error into four levels: unsafe acts, preconditions for unsafe acts, unsafe supervision, and organizational influences. Each level has several subcategories that describe the specific types of human error. Figure 1 shows the HFACS framework and the subcategories.

Lin Zhou et al. applied HFACS to the Tianjin Port fire and explosion accident, they applied HFACS to the Tianjin Port fire accident, and they identified human errors at each of the following levels [9]:

- *Unsafe acts*: The direct cause of the accident was the improper handling of calcium carbide by the Ruihai workers, who used water to cool down the overheated containers, which triggered a chemical reaction that produced acetylene gas, which ignited and exploded [10]. In addition, containers containing nitrocellulose and ammonium nitrate caught fire and exploded, which is also believed to have led to the severity of this explosion [11]. This was an example of skill-based error, which is a failure of attention or technique during the execution of a routine task. Another example of skill-based error was the failure of the firefighters to identify the hazardous chemicals and to use appropriate firefighting methods, which exacerbated the fire and explosion. This was also related to the violation of safety rules by the firefighters, who did not follow the standard operating procedures and did not wait for the arrival of the chemical experts. Moreover, the Ruihai managers committed decision errors, which are failures of judgment or reasoning during the planning or evaluation of a task. For instance, they decided to store and handle hazardous chemicals without proper licenses, permits, or safety measures, and they did not report the accident to the authorities or evacuate the personnel in time.

- *Preconditions for unsafe acts*: The preconditions for unsafe acts are the environmental, personal, and technological factors that affect the performance of the human operators. In the Tianjin Port accident, the environmental factors included the high temperature, humidity, and wind speed, which increased the risk of chemical reaction, ignition, and propagation of the fire and explosion [12]. The personal factors included the lack of knowledge, training, experience, and awareness of the Ruihai workers and the firefighters, who did not recognize the hazards and risks of the chemicals, and did not know how to handle and respond to them. The technological factors included the inadequate design, maintenance, and protection of the containers, warehouses, and vehicles that stored and transported the chemicals, which increased the likelihood of leakage, corrosion, and damage of the chemicals.

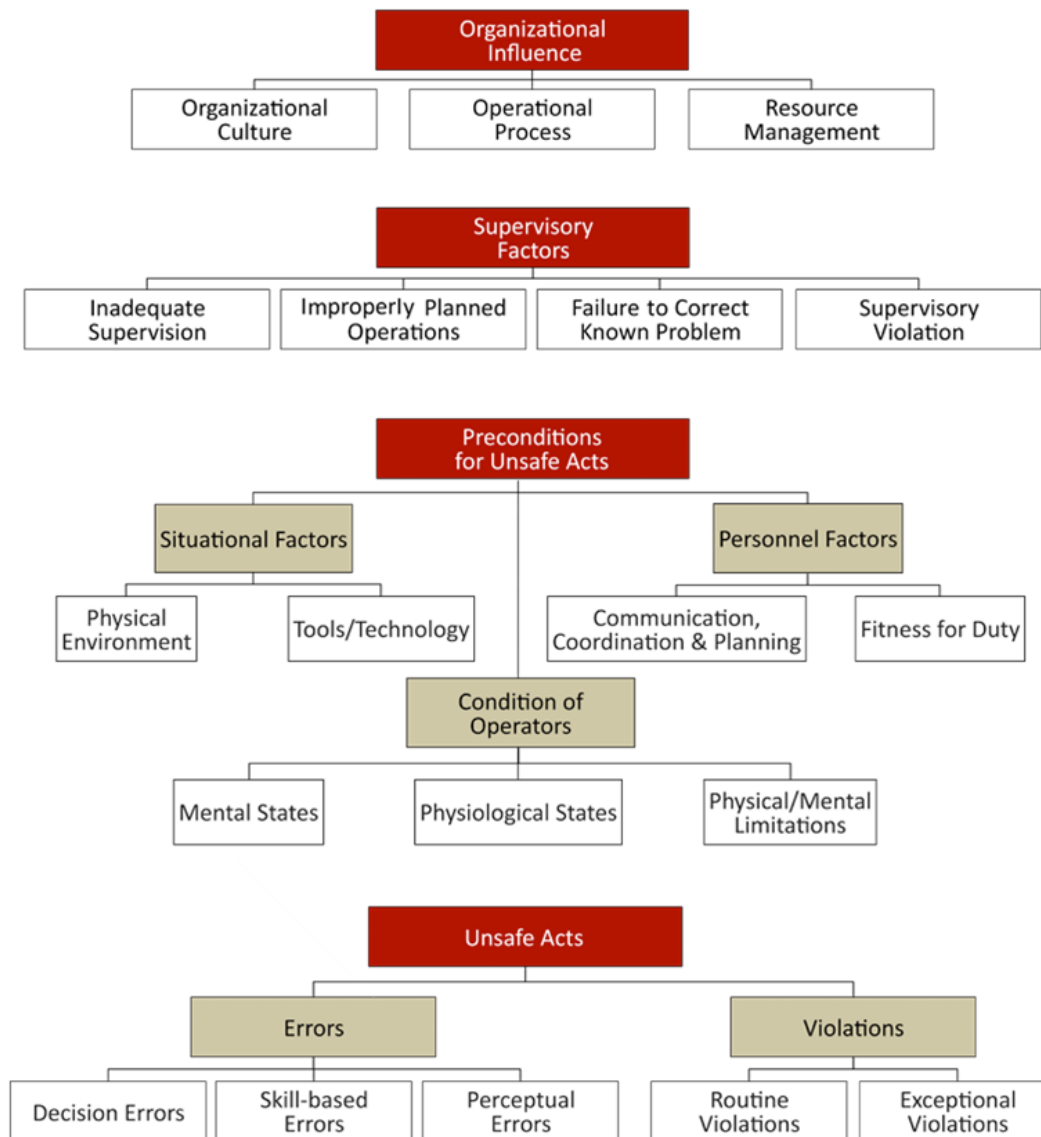


Figure 1: HFACS framework and subcategories

– *Unsafe supervision*: The unsafe supervision refers to the failures of the supervisors or managers to provide adequate guidance, oversight, feedback, or support to the human operators. In the Tianjin Port accident, the unsafe supervision included the inadequate supervision of the Ruihai managers, who did not enforce the safety rules and regulations, did not conduct regular inspections and audits, did not provide sufficient training and education, and did not establish effective communication and coordination with the workers, the firefighters, and the authorities [13]. The unsafe supervision also included the negligence of the port authorities, who did not monitor and control the activities and operations of the Ruihai company, did not verify and inspect the licenses and permits of the Ruihai company, did not detect and correct the violations and non-compliances in the activity of the Ruihai company, and did not supervise and assist the emergency response and rescue of the accident.

– *Organizational influences*: The organizational influences are the policies, procedures, culture, and structure of the organization that affect the behavior and performance of the human operators. In the Tianjin Port accident, the organizational influences included the lack of clear and consistent policies and procedures for the management of hazardous chemicals at seaports, which created confusion and inconsistency among the different stakeholders, such as the Ruihai company, the port authorities, the firefighting department, and the environmental protection agency [13]. The

organizational influences also included the poor safety culture and structure of the Ruihai company, which prioritized profit over safety, tolerated violations and non-compliances, and lacked accountability and transparency.

The HFACS analysis can help to identify and classify the human errors that contributed to the accident, and to reveal the causal relationships and interactions among the different levels of human error. However, the HFACS analysis also has some limitations, such as the difficulty of applying the predefined categories to complex and dynamic situations, the lack of consideration of the physical and technical aspects of the system, and the lack of graphical representation of the accident causation [8; 9; 13]. Therefore, to have a more general view of the cause of the incident, it is necessary to consider non-human factors as well, however, in this article, we will only consider subjective factors related to human beings, who is considered the cause of the incident at Tianjin port and other seaports in general.

3. The main consequences of chemical fire and explosion accidents at seaports, in terms of human, environmental, economic, and social impacts

A chemical incident often has many consequences for people, the environment and the economy, especially if the chemical incident occurs at seaports. This has been proven through statistics on damage in incidents that occurred at Tianjin port - China and Beirut port - Lebanon. These consequences are summarized below:

3.1. Human Impacts. The human impacts of chemical fire and explosion accidents at seaports include the following aspects:

Fatalities and injuries: The most direct and obvious impact of chemical fire and explosion accidents at seaports is the loss of human lives and the physical harm to the survivors. The severity of the injuries depends on the type, amount and location of the hazardous materials involved, the intensity and duration of the fire and explosion, the distance and exposure of the victims, and the availability and effectiveness of the emergency response and medical care. The injuries may range from minor burns and cuts to severe trauma, organ damage, and poisoning. Some of the injuries may have long-term or permanent effects, such as disability, chronic pain, and psychological distress [13].

Health risks: The health risks of chemical fire and explosion accidents at seaports are mainly caused by the inhalation, ingestion or contact with the toxic substances and pollutants released during and after the accidents. These substances and pollutants may include particulated matter, carbon monoxide, nitrogen oxides, sulfur dioxide, volatile organic compounds, heavy metals, dioxins, furans, and cyanides. The health effects may vary depending on the nature, concentration and duration of the exposure, as well as the susceptibility and health status of the exposed population. The health effects may include respiratory irritation, asthma, bronchitis, pneumonia, cardiovascular diseases, cancer, neurological disorders, reproductive problems, and genetic mutations [13].

Psychological impacts: The psychological impacts of chemical fire and explosion accidents at seaports are related to the emotional and mental reactions of the affected individuals and communities. The psychological impacts may include fear, anxiety, stress, depression, post-traumatic stress disorder, grief, anger, guilt, and loss of trust. The psychological impacts may affect the well-being, behavior, and social functioning of the affected individuals and communities, and may require long-term counseling and support [13].

3.2. Environmental Impacts. The environmental impacts of chemical fire and explosion accidents at seaports include the following aspects:

Air pollution: The air pollution of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the emission of smoke, dust, and gases from the fire and explosion, as well as the dispersion and deposition of the toxic substances and pollutants in the atmosphere. The air pollution may affect the local and regional air quality, and may contribute to the global climate change. The air pollution may also pose health risks to the exposed population and wildlife, and may damage the vegetation and crops [14; 15].

Water pollution: The water pollution of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the runoff, leaching, and infiltration of the toxic substances and pollutants from the fire and explosion site into the surface water and groundwater. The water pollution may affect the quality and availability of the water resources, and may contaminate the aquatic ecosystems and the food chain. The water pollution may also pose health risks to the exposed population and wildlife, and may damage the aquatic biodiversity and productivity [14; 15].

Soil pollution: The soil pollution of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the deposition, accumulation, and penetration of the toxic substances and pollutants from the fire and explosion site into the soil. The soil pollution may affect the quality and fertility of the soil, and may contaminate the terrestrial ecosystems and the food chain. The soil pollution may also pose health risks to the exposed population and wildlife, and may damage the terrestrial biodiversity and productivity [14; 15].

Waste generation: The waste generation of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the destruction and demolition of the buildings, vehicles, containers, and other materials involved in the fire and explosion. The waste generation may increase the volume and complexity of the solid waste, and may require special handling and disposal due to the presence of hazardous substances and pollutants. The waste generation may also pose health and environmental risks during the collection, transportation, and disposal of the waste [14; 15].

3.3. Economic Impacts. The economic impacts of chemical fire and explosion accidents at seaports include the following aspects:

Property damage: The property damage of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the physical destruction and contamination of the buildings, vehicles, containers, and other materials involved in the fire and explosion. The property damage may result in direct losses and costs for the owners, operators, insurers, and users of the property, and may affect the functionality and value of the property [16].

Business interruption: The business interruption of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the disruption and delay of the operations and activities of the seaports and the related industries and sectors. The business interruption may result in indirect losses and costs for the seaports and the related industries and sectors, and may affect the supply chain, trade, and competitiveness of the economy [16].

Recovery and restoration: The recovery and restoration of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the need and demand for the emergency response, rescue, relief, cleanup, remediation, reconstruction, and compensation of the fire and explosion site and the affected areas. The recovery and restoration may result in additional costs and expenditures for the government, the seaports, the related industries and sectors, and the affected population and communities, and may affect the budget, allocation, and distribution of the public and private resources [16].

3.4. Social Impacts. The social impacts of chemical fire and explosion accidents at seaports include the following aspects:

Displacement and relocation: The displacement and relocation of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the need and desire for the evacuation, resettlement, and migration of the affected population and communities from the fire and explosion site and the affected areas. The displacement and relocation may result in the loss of home, livelihood, and social network for the affected population and communities, and may affect the demographic, cultural, and political composition of the society [17; 18].

Social unrest and conflict: The social unrest and conflict of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the dissatisfaction, frustration, and anger of the affected population and communities towards the government, the seaports, the related industries and sectors, and the other stakeholders involved in the fire and explosion. The social unrest and conflict may result in the protest, demonstration, violence, and litigation of the affected population and communities, and may affect the stability, security, and justice of the society [17; 18].

Social cohesion and solidarity: The social cohesion and solidarity in the event of chemical fire and explosion accidents at seaports is caused by the sympathy, support, and cooperation of the unaffected population and communities towards the affected population and communities. The social cohesion and solidarity may result in the donation, volunteer, and assistance of the unaffected population and communities, and may enhance the resilience, recovery, and harmony of the society [17; 18].

4. The prevention strategies for improving the safety management of hazardous chemicals at seaports

The management of hazardous chemicals at seaports involves a complex system of actors, activities, and regulations, such as shippers, carriers, port authorities, terminal operators, customs, emergency responders, environmental agencies, and international conventions. The main challenges for ensuring the safety of hazardous chemicals at seaports include: the diversity and volume of hazardous chemicals handled at seaports, which require adequate identification, classification, labeling, packaging, documentation, and segregation; the potential for accidents, spills, leaks, fires, explosions, or terrorist attacks involving hazardous chemicals, which can result in serious consequences for human health, the environment, and the economy; the lack of awareness, training, and coordination among the different stakeholders involved in the management of hazardous chemicals at seaports, which can lead to errors, violations, or gaps in the implementation of safety measures.

To address these challenges, the following prevention strategies are recommended for improving the safety management of hazardous chemicals at seaports:

- Adopting and enforcing a comprehensive and dynamic web-based management information system (MIS) for hazardous chemicals, which can provide real-time data on the types, quantities, locations, and movements of hazardous chemicals at seaports, as well as facilitate the exchange of information and communication among the relevant parties [19].
- Implementing the OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, which set out general guidance for the safe planning and operation of facilities where there are hazardous substances, as well as the mitigation of adverse effects through effective emergency preparedness, land-use planning, and accident response [20].
- Promoting the use of environmentally preferable purchasing policies and periodic chemical inventories to reduce the amount and variety of hazardous chemicals handled at seaports, as well as to identify and eliminate obsolete, unwanted, or banned chemicals [21].
- Providing regular and adequate training for all personnel involved in the management of hazardous chemicals at seaports, covering topics such as chemical hazards, safety data sheets, personal protective equipment, emergency procedures, and waste disposal [22].
- Enhancing the cooperation and coordination among the different stakeholders involved in the management of hazardous chemicals at seaports, through the establishment of joint committees, working groups, or networks, as well as the organization of drills, exercises, or audits.

By implementing these prevention strategies, the safety management of hazardous chemicals at seaports can be improved, thereby protecting human health and the environment, as well as ensuring the smooth and efficient operation of seaports.

5. Conclusions and recommendation

Seaports are essential to global trade and transportation, but they also face significant risks of chemical fire and explosion hazards due to the handling and storage of toxic chemicals. These hazards may be caused by human factors, such as errors, negligence, violations or vandalism, or by natural factors, such as earthquakes, storms or lightning. The consequences of the risk of chemical fires and explosions at seaports can be devastating for human health, the environment and the economy as they can lead to casualties, environmental pollution, economic losses and impacts negative to society. To prevent or minimize these dangers, some recommendations are given as follows.

- Implementing a comprehensive and dynamic web-based management information system (MIS) for hazardous chemicals that can provide real-time data and facilitate communication and communication between relevant parties.
- Applying the OECD Guiding Principles on preventing, preparing and responding to chemical accidents, which provide general guidance on the planning and safe operation of facilities with hazardous chemicals, as well as minimize adverse impacts through effective emergency preparedness, land use planning, and accident response.
- Reducing the quantity and type of hazardous chemicals handled at seaports by adopting environmentally friendly purchasing policies and periodic chemical inventories as well as identifying and eliminating obsolete chemicals, unwanted or prohibited.
- Regular and complete training for all staff involved in the management of hazardous chemicals at seaports, including topics such as chemical hazards, safety data sheets, personal protective equipment, regulations emergency procedures and waste treatment.
- Enhancing cooperation and coordination between relevant parties in the management of toxic chemicals at seaports through the establishment of joint committees and working groups.

REFERENCES

1. Galieriková A., Dávid A., Materna M., Mako P. Study of maritime accidents with hazardous substances involved: comparison of HNS and oil behaviours in marine environment. *Transportation Research Procedia*, 2021. Vol. 55. Pp. 1050–1064. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.07.182.
2. *Review of Maritime Transport*: United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). United Nations, Geneva, 2019. 132 p. ISBN 978-92-1-112958-8.
3. Tang X., Dziemińska E., Koichi Hayashi A., Tsuboi N. Numerical investigation of three deflagration-to-detonation transition conditions related to the velocity of the spontaneous reaction wave. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2021. Vol. 46, No. 75. Pp. 37487–37501. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2021.09.055.
4. Shijie L. Combustion, Reactive Hazard, and Bioprocess Safety. *Bioprocess Engineering: Kinetics, Sustainability, and Reactor Design*, 2017. Chapter 18. Pp. 1059–1128. DOI: 10.1016/b978-0-444-63783-3.00018-6.
5. Zhang Y., Guo W., Sun C., Jing L. Systems-based Analysis of China-Tianjin Port Fire and Explosion. *Ekoloji*, 2019. Vol. 28, No. 107. Pp. 1921–1928. Available at: https://www.researchgate.net/publication/336413178_Systems-based_Analysis_on_the_China-Tianjin_Port_Fire_and_Explosion (accessed: January 15, 2024).
6. El Zahran T., Geha M., Sakr F., Bachir R., El Sayed M. The Beirut Port Blast: spectrum of injuries and clinical outcomes at a large tertiary care center in Beirut, Lebanon. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 2022. Vol. 48. Pp. 4919–4926. DOI: 10.1007/s00068-022-02023-9.
7. Lower M., Magott J., Skorupski J. A System-Theoretic Accident Model and Process with Human Factors Analysis and Classification System taxonomy. *Safety Science*, 2018. Vol. 110. Pp. 393–410. DOI: 10.1016/j.ssci.2018.04.015.
8. Happell S., Wiegmann D. Applying reason: The human factors analysis and classification system (HFACS). *Human Factors and Aerospace Safety*, 2001. Vol. 1. Pp. 59–86.
9. Zhou L., Fu G., Xue Y. Human and organizational factors in Chinese hazardous chemical accidents: A case study of ‘8.12’ Tianjin Port fire and explosion using the HFACS-HC. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2017. Vol. 24, No. 3. Pp. 329–340. DOI: 10.1080/10803548.2017.1372943.
10. *Tianjin explosions: warehouse 'handled toxic chemicals without licence' – reports*. Available at: <https://www.theguardian.com/world/2015/aug/18/tianjin-blasts-warehouse-handled-toxic-chemicals-without-licence-reports> (accessed: August 18, 2024).
11. Fu G., Wang J., Yan M. Anatomy of Tianjin Port fire and Explosion: Process and Causes. *Process Safety Progress*, 2016. Vol. 35, No. 3. Pp. 216–220. DOI: 10.1002/prs.11837.
12. Chen Q., Wood M., Zhao J. Case study of the Tianjin accident: Application of barrier and systems analysis to understand challenges to industry loss prevention in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 2019. Vol. 131. Pp. 178–188. DOI: 10.1016/j.psep.2019.08.028.

13. Zhang Y., Jing L., Sun C. Systems-Based Analysis of China-Tianjin Port Fire and Explosion: A Comparison of HFACS, AcciMap, and STAMP. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 2018. Vol. 18. Pp. 1386–1400. DOI: 10.1007/s11668-018-0534-1.
14. Martin D., Tomida M., Meacham B. Environmental impact of fire. *Fire Science Reviews*, 2016. Vol. 5. Article 5. 21 p. DOI: 10.1186/s40038-016-0014-1.
15. Small R.D. Environmental impact of fires in Kuwait. *Nature*, 1991. Vol. 350. Pp. 11–12. DOI: 10.1038/350011a0.
16. Kajitani Y., Cruz A.M., Tatano H., Nakano K., Choi J., Yasuda N. Economic impacts caused by the failure of a maritime global critical infrastructure: the case of the Malacca and Singapore Straits. *Journal of Transportation Security*, 2013. Vol. 6. Pp. 289–313. DOI: 10.1007/s12198-013-0117-z.
17. Barnes G., Baxter J., Litva A., Staples B. The social and psychological impact of the chemical contamination incident in Weston Village, UK: a qualitative analysis. *Social Science & Medicine*, 2002. Vol. 55, No. 12. Pp. 2227–2241. DOI: 10.1016/S0277-9536(01)00367-7.
18. Rábade J., Aragonese C. Social Impact of Large-Scale Forest Fires. *Proc. of the Second International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: A Global View, Albany, California, April, 2008*. United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Ed. by: A. González-Cabán. Albany, 2008. Pp. 23–33.
19. Ramamurthy A. Mongolia: Improving the Management of Hazardous Chemicals. *Asian Development Bank. Philippines*, 2019. Available at: <https://coilink.org/20.500.12592/fn5gxv> (accessed: January 15, 2024). CID: 20.500.12592/fn5gxv.
20. OECD *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response: Guidance for Industry (including Management and Labour), Public Authorities, Communities, and other Stakeholders*. Paris: OECD Publishing, 2003. 190 p. (OECD Environment, Health and Safety Publications. Series on Chemical Accidents, No. 10). DOI: 10.1787/9789264101821-en.
21. *A flexible framework for addressing chemical accident prevention and preparedness: A Guidance Document*. United Nations Environment Programme, 2010. 188 p. ISBN: 978-92-807-3094-4.
22. *Your steps to chemical safety: A guide for small business*. Health and Safety Authority, 2011. 36 p. ISBN: 978-1-84496-147-4.

Copyright © 2025 Ngo Van Nam, Nguyen Huu Hieu, Phan Anh

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

**Chemical fire and explosion hazards at seaports:
a review of human – causes, consequences and prevention strategies**

**Опасности химических пожаров и взрывов в морских портах:
обзор человеческих факторов, последствий и стратегий предотвращения**

Нго Ван Нам

Университет пожарной безопасности
Министерства общественной безопасности
Социалистической Республики Вьетнам,
факультет пожаротушения и спасательного дела

Адрес: ул. Хуат Дуй Тиен, 243,
р-н Тхань Суан,
100000, Ханой, Вьетнам

Ngo Van Nam

University of Fire Prevention and Fighting
of the Ministry of Public Security of Vietnam ,
Faculty of Fire Fighting and Rescue

Address: 243 Khuat Duy Tien,
Thanh Xuan,
100000, Hanoi, Vietnam

Нгуен Хьу Хиеу

Университет пожарной безопасности
Министерства общественной безопасности
Социалистической Республики Вьетнам,
факультет фундаментальных наук

Адрес: ул. Хуат Дуй Тиен, 243,
р-н Тхань Суан,
100000, Ханой, Вьетнам

Email: hieunh@daihocpscc.edu.vn
ORCID: 0000-0002-6758-8094

Nguyen Huu Hieu

University of Fire Prevention and Fighting
of the Ministry of Public Security of Vietnam ,
Faculty of Basic Science

Address: 243 Khuat Duy Tien,
Thanh Xuan,
100000, Hanoi, Vietnam

Email: hieunh@daihocpscc.edu.vn
ORCID: 0000-0002-6758-8094

Фан Ань

Университет пожарной безопасности
Министерства общественной безопасности
Социалистической Республики Вьетнам,
факультет пожаротушения и спасательного дела

Адрес: ул. Хуат Дуй Тиен, 243,
р-н Тхань Суан,
100000, Ханой, Вьетнам

ORCID: 0009-0001-2983-3474

Phan Anh

University of Fire Prevention and Fighting
of the Ministry of Public Security of Vietnam ,
Faculty of Fire Fighting and Rescue

Address: 243 Khuat Duy Tien,
Thanh Xuan,
100000, Hanoi, Vietnam

ORCID: 0009-0001-2983-3474

ОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ В МОРСКИХ ПОРТАХ: ОБЗОР ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ПОСЛЕДСТВИЙ И СТРАТЕГИЙ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Нго Ван Нам, Нгуен Хыу Хиеу, Фан Ань

Цель. Морские порты являются важнейшими центрами мировой торговли и транспортировки, однако они подвержены значительным рискам химических пожаров и взрывов. Целью данной статьи является изучение человеческих факторов, последствий и стратегий предотвращения, связанных с этими опасностями в морских портах, а также рассмотрение их потенциала вызывать серьезные жертвы, вред окружающей среде, экономические потери и социальные потрясения.

Методы. Это исследование основано на анализе крупных исторических и недавних инцидентов с химическими пожарами и взрывами в морских портах. Оцениваются способствующие этому человеческие факторы, последствия и стратегии, применяемые для снижения таких рисков, а также изучаются проблемы и возможности для повышения безопасности управления опасными химическими веществами.

Результаты. Результаты исследования подчеркивают, что химические пожары и взрывы в морских портах приводят к значительным последствиям, включая гибель людей, ущерб окружающей среде, а также к экономическим и социальным проблемам. В работе определяются основные стратегии профилактики и обсуждается необходимость улучшения методов управления безопасностью. В заключение предлагаются рекомендации по проведению будущих исследований и практических мер по повышению эффективности обращения и безопасности опасных химических веществ в морских портах.

Область применения исследований. Управление безопасностью опасных химических веществ в морских портах.

Ключевые слова: химический пожар, химический взрыв, морской порт, опасность, риск, предотвращение, система анализа и классификации человеческого фактора.

(Поступила в редакцию 13 января 2025 г.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Galieriková, A. Study of maritime accidents with hazardous substances involved: comparison of HNS and oil behaviours in marine environment / A. Galieriková, A. Dávid, M. Materna, P. Mako // *Transportation Research Procedia*. – 2021. – Vol. 55. – P. 1050–1064. – DOI: 10.1016/j.trpro.2021.07.182.
2. Review of Maritime Transport 2019: United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). – United Nations, Geneva, 2019. – 132 p. – ISBN 978-92-1-112958-8.
3. Tang, X. Numerical investigation of three deflagration-to-detonation transition conditions related to the velocity of the spontaneous reaction wave / X. Tang, E. Dziemińska, A. Koichi Hayashi, N. Tsuboi // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2021. – Vol. 46, № 75. – P. 37487–37501. – DOI: 10.1016/j.ijhydene. 2021.09.055.
4. Shijie, L. Combustion, Reactive Hazard, and Bioprocess Safety / L. Shijie // *Bioprocess Engineering: Kinetics, Sustainability, and Reactor Design* / L. Shijie. – New York, 2017. – Chapter 18. – P. 1059–1128. – DOI: 10.1016/b978-0-444-63783-3.00018-6.
5. Zhang, Y. Systems-based Analysis on the China-Tianjin Port Fire and Explosion / Y. Zhang, W. Guo, C. Sun, L. Jing // *Ekoloji*. – 2019. – Vol. 28, № 107. – P. 1921–1928. – URL: https://www.researchgate.net/publication/336413178_Systems-based_Analysis_on_the_China-Tianjin_Port_Fire_and_Explosion (date of access: 15.01.2024).
6. El Zahran, T. The Beirut Port Blast: spectrum of injuries and clinical outcomes at a large tertiary care center in Beirut, Lebanon / T. El Zahran, M. Geha, F. Sakr [et al.] // *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. – 2022. – Vol. 48. – P. 4919–4926. – DOI: 10.1007/s00068-022-02023-9.
7. Lower, M. A System-Theoretic Accident Model and Process with Human Factors Analysis and Classification System taxonomy / M. Lower, J. Magott, J. Skorupski // *Safety Science*. – 2018. – Vol. 110. – P. 393–410. – DOI: 10.1016/j.ssci.2018.04.015.

8. Happell, S. Applying reason: The human factors analysis and classification system (HFACS) / S. Happell, D. Wiegmann // *Human Factors and Aerospace Safety*. – 2001. – Vol. 1. – P. 59–86.
9. Zhou, L. Human and organizational factors in Chinese hazardous chemical accidents: A case study of '8.12' Tianjin Port fire and explosion using the HFACS-HC / L. Zhou, G. Fu, Y. Xue // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. – 2017. – Vol. 24, № 3. – P. 329–340. – DOI: 10.1080/10803548.2017.1372943.
10. Tianjin explosions: warehouse 'handled toxic chemicals without licence' – reports / R. Fergus. – China: The Guardian, 2015. – URL: <https://www.theguardian.com/world/2015/aug/18/tianjin-blasts-warehouse-handled-toxic-chemicals-without-licence-reports> (date of access: 18.08.2024).
11. Fu, G. Anatomy of Tianjin Port fire and Explosion: Process and Causes / G. Fu, J. Wang, M. Yan // *Process Safety Progress*. – 2016. – Vol. 35, № 3. – P. 216–220. – DOI: 10.1002/prs.11837.
12. Chen, Q. Case study of the Tianjin accident: Application of barrier and systems analysis to understand challenges to industry loss prevention in emerging economies / Q. Chen, M. Wood, J. Zhao // *Process Safety and Environmental Protection*. – 2019. – Vol. 131. – P. 178–188. – DOI: 10.1016/j.psep.2019.08.028.
13. Zhang, Y. Systems-Based Analysis of China-Tianjin Port Fire and Explosion: A Comparison of HFACS, AcciMap, and STAMP / Y. Zhang, L. Jing, C. Sun // *Journal of Failure Analysis and Prevention*. – 2018. – Vol. 18. – P. 1386–1400. – DOI: 10.1007/s11668-018-0534-1.
14. Martin, D. Environmental impact of fire / D. Martin, M. Tomida, B. Meacham // *Fire Science Reviews*. – 2016. – Vol. 5. – Article 5. – 21 p. – DOI: 10.1186/s40038-016-0014-1.
15. Small, R.D. Environmental impact of fires in Kuwait / R.D. Small // *Nature*. – 1991. – Vol. 350. – P. 11–12. – DOI: 10.1038/350011a0.
16. Kajitani, Y. Economic impacts caused by the failure of a maritime global critical infrastructure: the case of the Malacca and Singapore Straits / Y. Kajitani, A.M. Cruz, H. Tatano [et al.] // *Journal of Transportation Security*. – 2013. – Vol. 6. – P. 289–313. – DOI: 10.1007/s12198-013-0117-z.
17. Barnes, G. The social and psychological impact of the chemical contamination incident in Weston Village, UK: a qualitative analysis / G. Barnes, J. Baxter, A. Litva, B. Staples // *Social Science & Medicine*. – 2002. – Vol. 55, № 12. – P. 2227–2241. – DOI: 10.1016/S0277-9536(01)00367-7.
18. Rábade, J. Social Impact of Large-Scale Forest Fires / J. Rábade, C. Aragonese // *Proc. of the Second International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: A Global View*, Albany, California, April, 2008 / United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station: ed. by A. González-Cabán. – Albany, 2008. – P. 23–33.
19. Ramamurthy, A. Mongolia: Improving the Management of Hazardous Chemicals. Asian Development Bank. Philippines, 2019. – URL: <https://coilink.org/20.500.12592/fn5gxv> (date of access: 15.01.2024). – CID: 20.500.12592/fn5gxv.
20. OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response: Guidance for Industry (including Management and Labour), Public Authorities, Communities, and other Stakeholders. – Paris: OECD Publishing, 2003. – 190 p. – (OECD Environment, Health and Safety Publications. Series on Chemical Accidents, No. 10). – DOI: 10.1787/9789264101821-en.
21. A flexible framework for addressing chemical accident prevention and preparedness: A Guidance Document / United Nations Environment Programme, 2010. – 188 p. – ISBN: 978-92-807-3094-4.
22. Your steps to chemical safety: A guide for small business / Health and Safety Authority, 2011. – 36 p. – ISBN: 978-1-84496-147-4.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСПЕШНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИГНАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ

Иваницкий А.Г., Шалавинский А.С.

Цель. На основании результатов натурного обследования объекта с массовым пребыванием людей со сложной планировкой оценить обеспечение успешной эвакуации с учетом динамики опасных факторов пожара с использованием специализированных программных продуктов, определить необходимость использования дополнительных технических мероприятий для обеспечения успешной эвакуации людей, разработать алгоритм определения дополнительных технических мероприятий обеспечения успешной эвакуации людей из зданий с массовым пребыванием людей и со сложной планировкой по критерию потери видимости.

Методы. Обзор, анализ и сравнение существующих результатов экспериментальных и теоретических исследований по исследуемой тематике, моделирование динамики опасных факторов пожара и процесса эвакуации людей.

Результаты. Расчетным методом с использованием моделирования определено время наступления критических значений и определяющий опасный фактор пожара: предельное допустимое значение опасного фактора пожара по потере видимости наступает раньше, чем завершается расчетный процесс эвакуации с этажа пожара. С учетом расчета параметров освещенности и видимости на путях эвакуации обоснована необходимость использования дополнительного визуального технического средства управления эвакуацией – сигнальной разметки. Предложен алгоритм определения дополнительных мероприятий обеспечения успешной эвакуации людей из зданий по критерию потери видимости, учитывающий изменение освещенности на путях эвакуации в результате распространения по ним опасных факторов пожара.

Область применения исследований. Оценка специалистами в области обеспечения пожарной безопасности (эксперты, специалисты проектных организаций) уровня обеспечения пожарной безопасности людей на объектах с массовым пребыванием людей и объектах со сложной планировкой.

Ключевые слова: пожарная безопасность, эвакуация, потеря видимости, освещенность, динамика опасных факторов пожара.

(Поступила в редакцию 29 января 2025 г.)

Введение

За период с 2018 по 2024 г. на объектах с возможностью большого скопления людей (предприятия торговли, объекты образования и здравоохранения) произошло более 400 пожаров. Несмотря на небольшой процент произошедших пожаров на указанных объектах от общего количества (менее 1 %), их последствия могут быть значительными, поскольку в рабочее время на них присутствует большое количество людей, что может осложнить процесс эвакуации людей при пожаре.

В качестве пожаров на объектах торговли, потребовавших проведения масштабной эвакуации, можно привести пожары в ТЦ «Галерея Чижова» (02.04.2017, Воронеж), ТЦ «РИО» (11.07.2017, Москва), ТЦ «Синдика» (08.10.2017, Красnogорск), ТЦ «Аист» (08.12.2017, Московская область, Раменский район), ТРЦ «Зимняя вишня» (25.03.2018, Кемерово), ТЦ «Персей для детей» (04.04.2018, Москва), ТЦ «Стройтракт» (12.12.2022, Балашиха), ТЦ «Беларусь» (13.12.2024, Витебск), ТЦ «Силуэт» (16.01.2025, Минск).

Пожарная опасность зданий многофункционального назначения, в том числе предприятий торговли, обуславливается наличием большого количества горючих материалов, разнообразием возможных источников зажигания и путей распространения опасных факторов пожара (далее – ОФП). Быстрому развитию пожаров в многофункциональных зданиях

и сложностям при их тушении способствуют большая площадь зданий, размещение помещений различного функционального назначения, наличие открытых проемов в ограждающих конструкциях (включая многосветные пространства). Продукты горения распространяются по общим путям эвакуации, что вызывает сложность обеспечения эвакуации и проведения спасательных работ.

В данном случае отсутствие возможности идентифицировать расположение эвакуационных выходов ввиду плохой видимости внутри зданий по причине плотного задымления, недостаточного освещения путей эвакуации или эвакуационных выходов может стать основной причиной травмирования людей на пожаре.

Основная часть

В настоящее время основными техническими решениями по обеспечению безопасной эвакуации помимо нормирования параметров эвакуационных путей и выходов, являются знаки безопасности, сигнальная разметка, планы эвакуации, светящиеся (световые) средства безопасности (сигнальные лампы, табло и т.д.) и другие визуальные средства. Световые указатели, обозначающие маршруты движения при эвакуации, устанавливаются на высоте 1,7–2,5 м, световые указатели «Выход» – не более 0,5 м над дверными проемами эвакуационных выходов¹.

Одним из ОФП, осложняющим эвакуацию людей, является дым, который может затемнять оптическую среду (поглощать и рассеивать свет от источников естественного или искусственного освещения) в направлении движения на путях эвакуации, уменьшая возможность распознавания визуальных средств обеспечения безопасности, в том числе в начальной стадии пожара. Также необходимо учитывать тот факт, что в случае паники и ограниченной видимости люди с большей вероятностью смотрят вниз и по сторонам, чем вверх.

В связи с этим при решении вопросов обеспечения успешной эвакуации необходимо оценивать возможность использования визуальных средств управления движением людей по эвакуационным путям с учетом динамики распространения дыма и его оптической плотности.

В качестве объекта исследования выбрано здание одного из торговых центров Минска. Торговые павильоны и магазины расположены на четырех уровнях. Нижний уровень изолирован от остальных трех этажей, которые представляют единый торговый комплекс. На втором этаже расположена батутно-развлекательная арена, в которой имеется наибольшая пожарная нагрузка. Площадь торговых помещений в торговом центре с учетом занятой торговым оборудованием составляет 2913 м². Нормируемая площадь помещений на одного человека составляет 3 м², таким образом, максимальная расчетная вместимость торговых помещений составила 971 человек².

Для определения расчетного времени эвакуации людей из торгового комплекса использовалось программное обеспечение Pathfinder. Ширина основных проходов и проходов между оборудованием установлена по результатам натурного обследования, средняя площадь горизонтальной проекции покупателей принималась с учетом справочной

¹ Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний: ГОСТ 12.4.026-2015. – Введ. 01.04.2018 (с отменой на территории Респ. Беларусь СТБ 1392-2003). – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015. – 75 с.

² Пожарная безопасность зданий и сооружений: СН 2.02.05-2020. – Взамен СН 2.02.01-2019; введ. 12.11.2020. – Минск: Минстройархитектуры, 2021. – 70 с. – URL: <https://bpsignal.by/uploads/files/pdf/sn-20205-2020-pozharnaia-bezopasnost-zdanii-i-sooruzhenii.pdf> (дата обращения: 21.01.2025).

информации³. Также принято допущение о том, что при нормальной эксплуатации здания около 25 % покупателей постоянно находятся в основных проходах.

Распределение посетителей торгового центра по полу и возрасту проведено на основании опубликованных результатов исследований: средний возраст – 37 лет, 47 % мужчин, 53 % женщин, доля граждан трудоспособного возраста – 82 % [1–3]. С учетом того что в здании расположена батутно-развлекательная арена для детей, принято ее заполнение детьми.

При расчете эвакуации задавалось движение людей к любому свободному, не заблокированному ОФП выходу. Общий вид расчетной модели эвакуации приведен на рисунке 1, размер ячеек сетки – 0,2×0,2×0,1 м, пожарная нагрузка – смешанная (мебель (0,75) + ткани (0,25)).



Рисунок 1. – Общий вид расчетной модели

В качестве места возникновения расчетного пожара с учетом анализа сценариев произошедших пожаров принято помещение батутно-развлекательной арены. Из помещения предусмотрено два эвакуационных выхода, при этом для расчета наихудшего сценария ближайший эвакуационный выход через лестничную клетку рядом с помещением арены являлся заблокированным ОФП и при определении расчетного времени эвакуации не учитывался.

Время задержки начала оповещения при автоматическом пуске системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре для этажа пожара принимают не более 0,5 мин⁴.

С учетом того что начало эвакуации является многофакторным процессом, начало которого зависит не только от времени включения системы оповещения, для определения времени начала эвакуации использовался нормативно-регламентированный подход⁵.

Для помещения, в котором расположен очаг пожара (площадь батутно-развлекательной арены составляет 300 м²), расчетное время начала эвакуации принято в соответствии с формулой (П4.1)⁶:

$$t_{н.э} = 5 + 0,01 \cdot F_{пом} = 8 \text{ с}, \quad (1)$$

где $F_{пом}$ – площадь помещения, м²;

5 с и 0,01 с/м² – размерные коэффициенты.

³ Об утверждении Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности: приказ М-ва по чрезвычайн. ситуациям России, 14 нояб. 2022 г., № 1140: введ. 01.09.2023 // КонсультантПлюс. Беларусь: справ. правовая система (дата обращения: 21.01.2025).

⁴ Пожарная автоматика зданий и сооружений: СН 2.02.03-2019. – Введ. 29.11.2019. – Минск: Минстройархитектуры, 2021. – 104 с. – URL: <https://bpsignal.by/uploads/files/pdf/sn-20203-2019-pozharnaia-avtomatika-zdani-i-sooruzheniy.pdf> (дата обращения: 21.01.2025).

⁵ См. сноску 3.

⁶ См. сноску 3.

Время начала эвакуации для остальных помещений здания, оборудованного системой пожарной сигнализации и системой оповещения и управления эвакуацией при пожаре, определялось по формуле (П4.2)⁷:

$$t_{н.э} = t_{пор} + t_{инерц}^{обн} + t_{задерж}^{COУЭ} + t_{предв}, \quad (2)$$

где $t_{пор}$ – время достижения порогового значения срабатывания пожарного извещателя, с;
 $t_{инерц}^{обн}$ – время задержки, связанное с инерционностью системы обнаружения пожара, с (принято равным нулю);
 $t_{задерж}^{COУЭ}$ – время задержки, связанное с задержкой оповещения людей при пожаре, с (принято равным нулю при одновременном оповещении людей в здании или определяется алгоритмом оповещения при поэтапном оповещении);
 $t_{предв}$ – время проведения предварительных действий, предшествующих началу эвакуации (принято равным 30 с⁸).

На объекте установлена система автоматической пожарной сигнализации АСПС 01-33-1311 «Бирюза» с дымовыми пожарными извещателями типа RF03-ДО(01). Чувствительность извещателей в соответствии с их техническими характеристиками составляет от 0,05 до 0,2 дБ/м.

На объекте установлена система оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией типа СО-4 в соответствии с нормативными требованиями⁹.

Поскольку в программном обеспечении Pyrosim для описания параметров работы пожарных извещателей используется величина затухания излучения, выраженная в процентах, а в технической документации на извещатели пожарные RF03-ДО(01) чувствительность извещателей приведена в децибелах, произведено сопоставление указанных величин по формуле [4]:

$$A = 100 - 10^{2-0,1 \cdot M}, \quad (3)$$

где A – величина затухания излучения, %/м;

M – чувствительность извещателя, дБ/м;

0,1 м/дБ – размерный коэффициент.

Для извещателей пожарных RF03-ДО(01) с $M = 0,2$ дБ/м, пороговая величина затухания излучения составит $A = 4,5$ %/м.

В соответствии с расчетами динамики ОФП, проведенными в программном обеспечении Pyrosim, в помещении батутно-развлекательной арены срабатывание двух извещателей произойдет через 28 с после начала пожара (рис. 2, 3).

Таким образом, время задержки срабатывания системы автоматической пожарной сигнализации составит $t_{пор} = 28$ с, а время начала эвакуации из здания торгового центра (за исключением помещения батутно-развлекательной арены) $t_{н.э} = 58$ с.

При проведении расчета времени эвакуации в программном обеспечении Pathfinder было просчитано 5 сценариев в зависимости от того, какой эвакуационный выход принимался заблокированным в соответствии с требованиями нормативных правовых актов. Расположение эвакуационных выходов приведено на рисунке 2.

⁷ См. сноску 3.

⁸ См. сноску 3.

⁹ См. сноску 4.

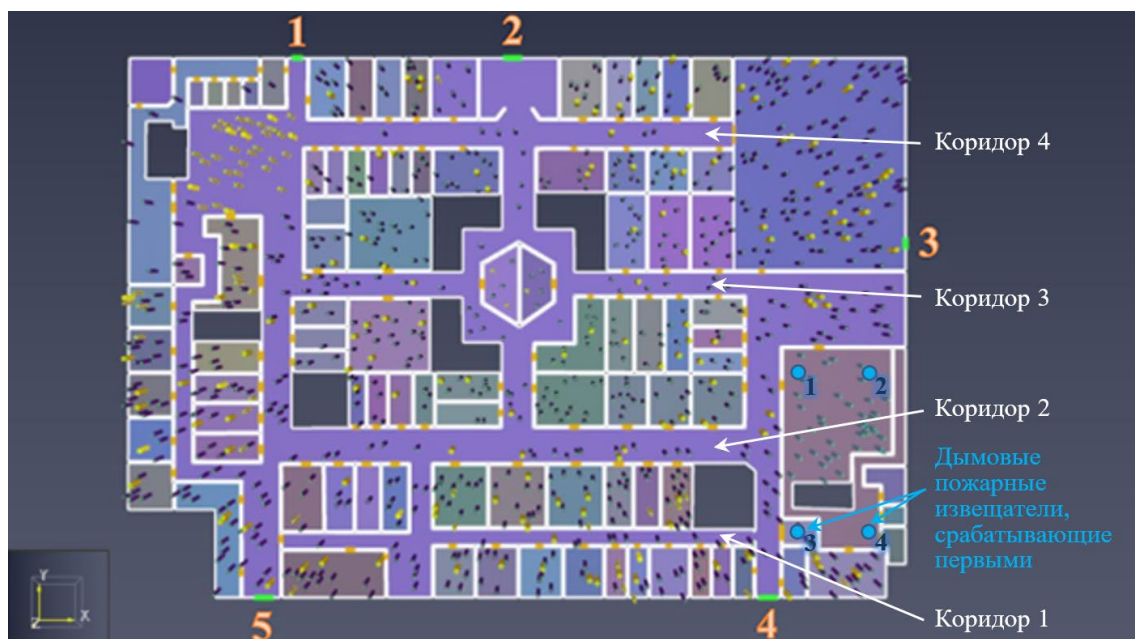


Рисунок 2. – Расположение пожарных извещателей в помещении батутно-развлекательной арены, эвакуационных выходов и основных путей эвакуации на этаже пожара

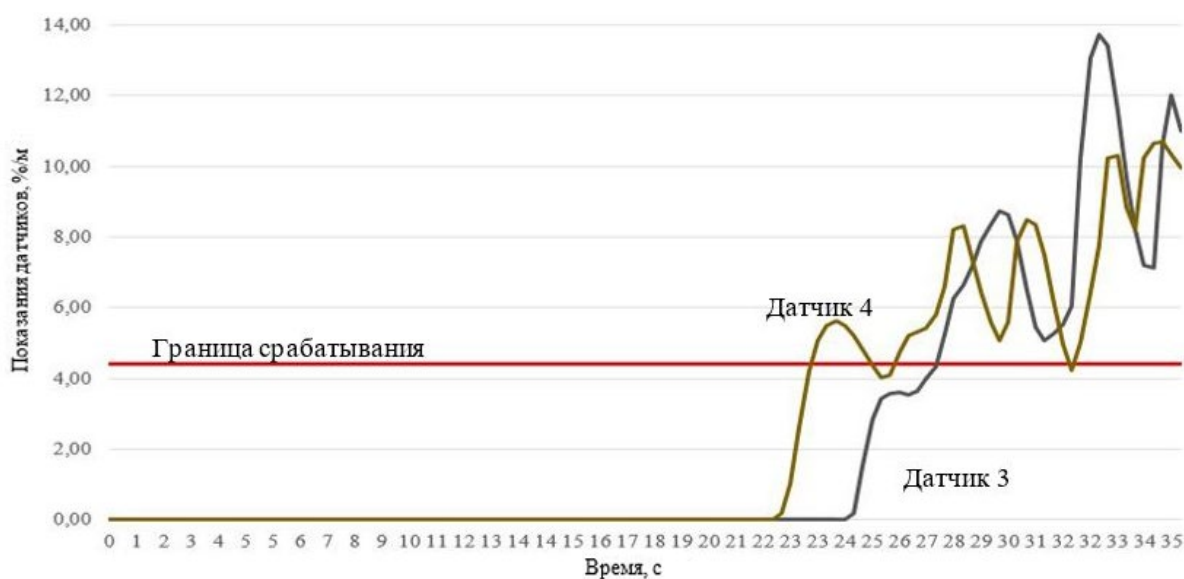


Рисунок 3. – График зависимости показателей дымовых датчиков от времени (датчики 3 и 4 в помещении батутно-развлекательной арены, срабатывание которых произойдет раньше остальных)

В таблице 1 приведены результаты определения расчетного времени эвакуации в зависимости от блокируемого эвакуационного выхода (без учета времени задержки начала эвакуации).

Таблица 1. – Результаты определения расчетного времени эвакуации (без учета задержки начала эвакуации)

№ сценария	Номер блокируемого эвакуационного выхода в соответствии с рисунком 2	Расчетное время эвакуации, с
1	Выход № 1	145
2	Выход № 2	175
3	Выход № 3	146
4	Выход № 4	245
5	Выход № 5	170

Из результатов расчета видно, что при наихудшем варианте эвакуации для выхода всех людей с этажа потребуется 245 с (заблокирован эвакуационный выход № 4, расположенный рядом с помещением, где находится очаг пожара). Общее время эвакуации со второго этажа составит 303 с.

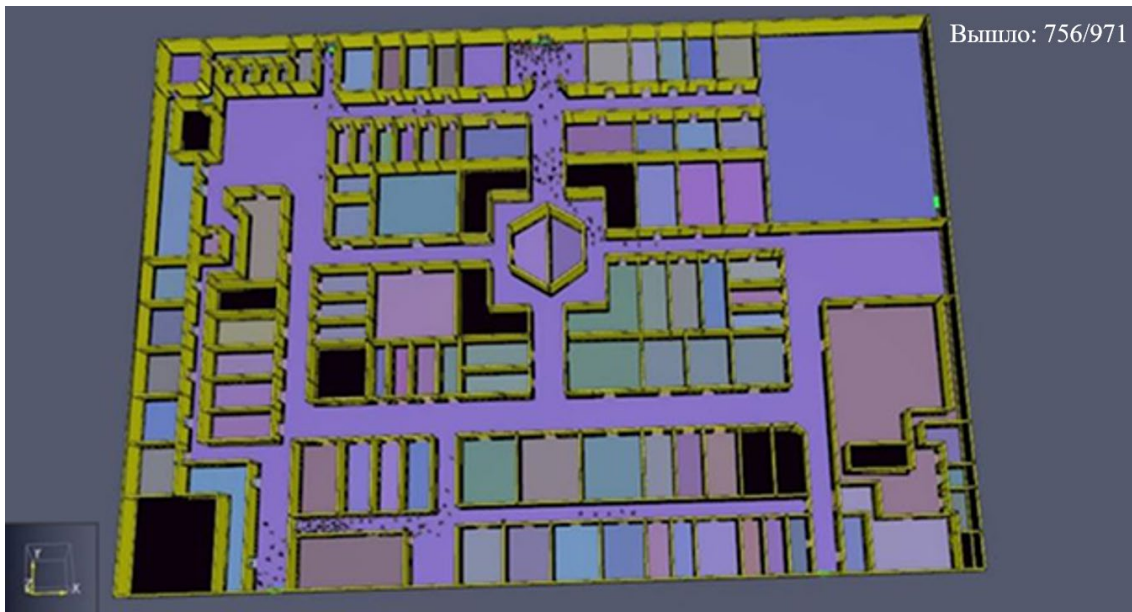


Рисунок 4. – Промежуточные результаты расчета эвакуации при блокировании эвакуационного выхода № 4 для 100 с процесса эвакуации

Для проверки обеспечения безопасной эвакуации людей необходимо сопоставить результаты расчета времени эвакуации посетителей с динамикой распространения ОФП.

Предварительный расчет динамики распространения ОФП по методике ГОСТ 12.1.004–91¹⁰ показал, что время наступления предельно допустимых значений по повышенной температуре составило 320 с, по потере видимости – 124 с, по пониженному содержанию кислорода – 333 с. По выделению газообразных токсичных продуктов горения ОФП не представляют опасности. С учетом того что результаты расчета динамики ОФП по интегральной модели пожара свидетельствуют о том, что безопасная эвакуация не обеспечивается по критерию потери видимости (необходимое время эвакуации $t_{нб} = 1,65$ мин, расчетное время эвакуации $t_p = 4,08$ мин), было принято решение провести уточненный расчет динамики распространения ОФП с использованием полевой модели (программное обеспечение Pyrosim) для определения изменения основных оптических характеристик дыма (видимость на путях эвакуации) и уменьшения возможности распознавания эвакуационных знаков.

При расчете динамики ОФП учитывалось наличие в покрытии торгового центра клапанов дымоудаления с естественным отводом дыма и тепла размерами 1,2×1,4 м, включаемыми от системы автоматической пожарной сигнализации.

По результатам расчета динамики ОФП с использованием Pyrosim критическая продолжительность пожара по потере видимости составила 80 с, что соответствует $t_{нб} = 1,06$ мин. С этого момента и далее начинается последовательное блокирование общих путей эвакуации ОФП по критерию потери видимости в направлении движения (рис. 5, 6).

Анализ результатов расчета показал, что наступление критического значения такого ОФП, как видимость, происходит раньше, чем люди успевают эвакуироваться в безопасную зону.

¹⁰ Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004–91. – Введ. 01.07.1992. – М.: Стандартинформ, 2006. – 64 с.

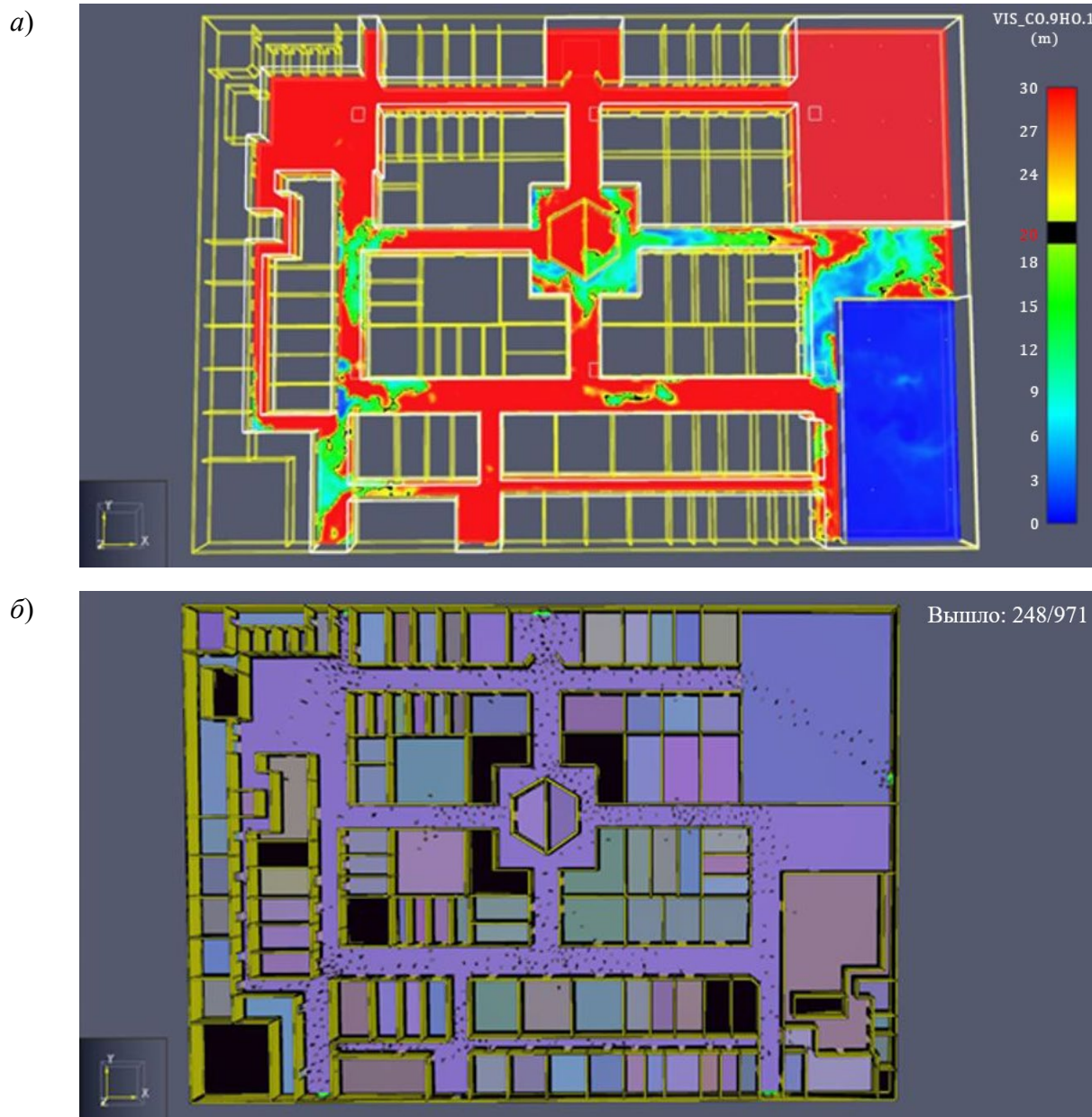


Рисунок 5. – Визуализация распределения полей видимости на высоте 1,7 м (а) и размещения эвакуирующихся через 100 с после начала пожара (б)

Для обеспечения успешной эвакуации в данном случае требуется предусмотреть дополнительные технические решения по размещению на путях эвакуации знаков, указывающих направление движения к эвакуационным выходам, которые будут различимы в течение всего времени эвакуации с учетом задымления.

Для создания расчетной модели распространения света в условиях задымления необходимо учитывать ослабление светового потока как из-за поглощения, так и из-за рассеяния света. Для расчета использовалась программа DIALux evo, позволяющая корректно учитывать поглощение и рассеяние в среде. При этом в последовательном режиме проводился расчет распространения света в среде с различными величинами ослабления и для разных расстояний до визуальных средств управления процессом эвакуации, а в непоследовательном режиме уточнялись величина и распределение освещенности в плоскости приемника (глаз человека), что необходимо для оценки дальности видимости. На рисунке 7 представлена расчетная модель здания.

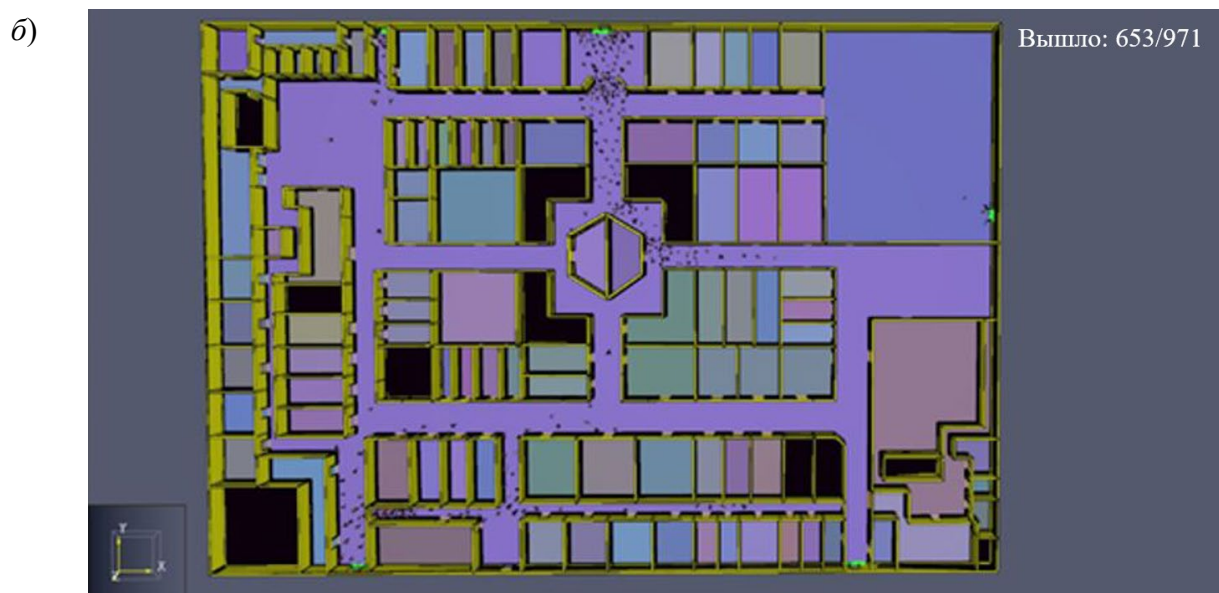
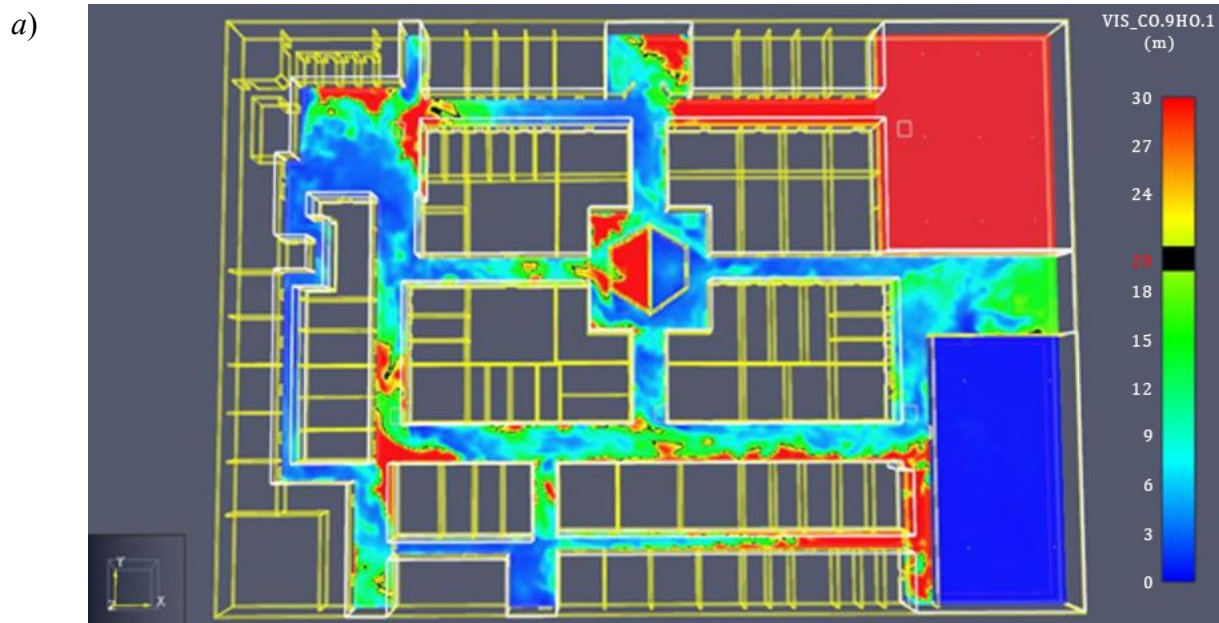


Рисунок 6. – Визуализация распределения полей видимости на высоте 1,7 м (a) и размещения эвакуирующихся через 140 с после начала пожара (б)

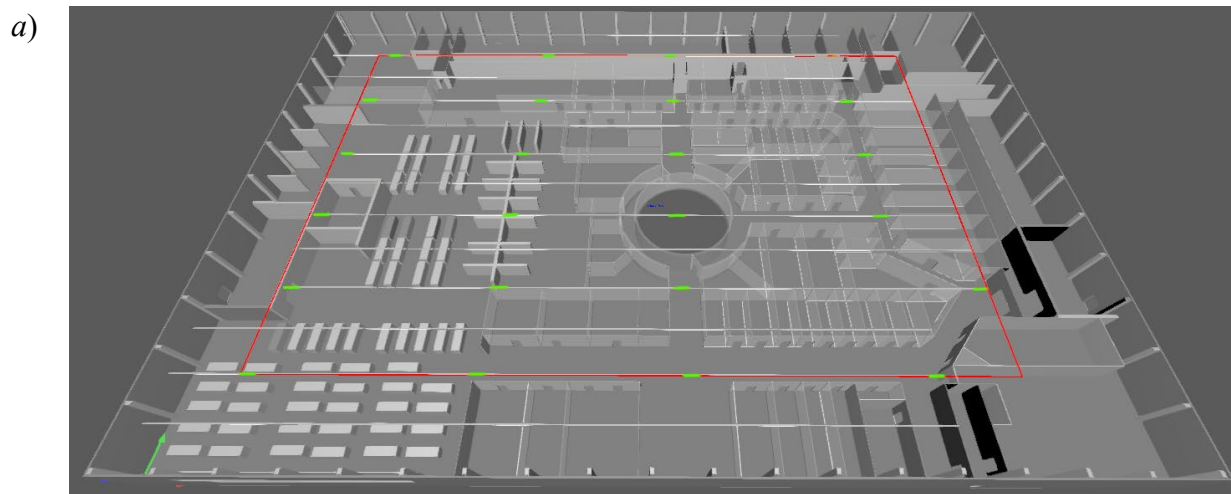


Рисунок 7. – Общий вид расчетной модели здания (DIALux evo, зеленым цветом выделены светильники аварийного освещения (a) и световые табло (б))

б)

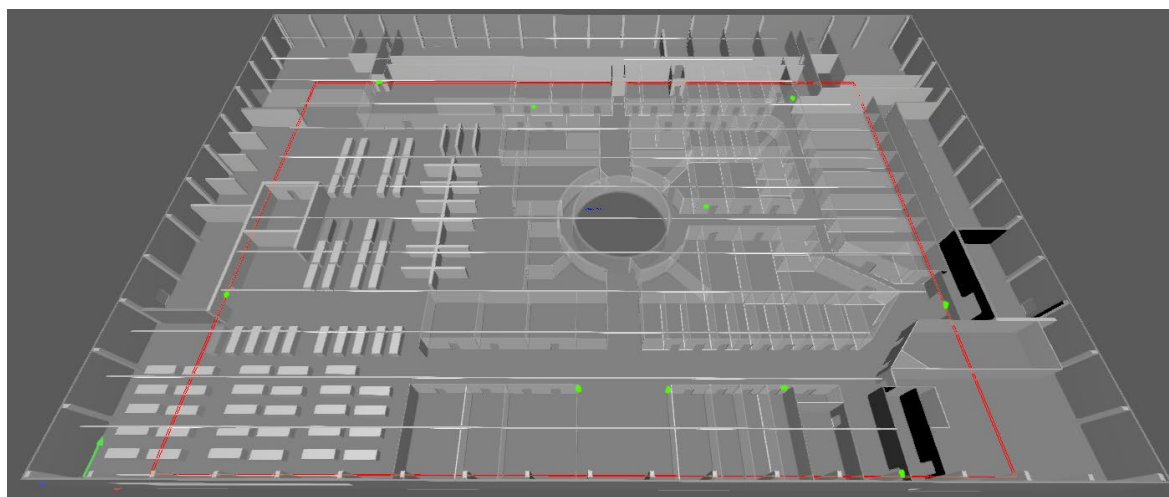
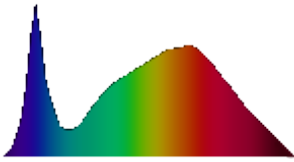


Рисунок 7. – Общий вид расчетной модели здания (DIALux evo, зеленым цветом выделены светильники аварийного освещения (а) и световые табло (б))

Для расчетного сценария принят наихудший вариант – вечернее время (без дневного света), пора года – зима. В соответствии с нормативными требованиями¹¹ эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов 0,5 лк. Для определения фактической освещенности используем фотометрические характеристики установленных на объекте светильников освещения, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Характеристики светильников, установленных в торговом центре

Тип светильника LED	Световой поток, лм	Мощность, Вт	Свето-отдача, лм/Вт	Спектр	Цветовая температура, К	Индекс цвето-передачи, R_a
Активный светильник 	8788	66	133,2		3991	84
Светильник эвакуационный 	50	3	1,7		6498	98
Светильник аварийно-эвакуационный 	40		1,3			

По результатам расчета показателей линейных датчиков, установленных в основных коридорах в местах размещения светильников аварийного освещения по их оптической оси (по три датчика на коридор) торгового центра на высоте от 1,7 до 3,8 м (высота установки электрических светильников аварийного освещения), установлено, что на 118-й с после начала пожара (без учета времени задержки эвакуации) ослабление излучения составит 96 %.

¹¹ Естественное и искусственное освещение: СН 2.04.03-2020 – Введ. 30.10.2020. – Минск: Минстройархитектуры, 2021. – 86 с. – URL: <https://mirdomov.by/estestvennoei-iskusstvennoe-osveshhenie/> (дата обращения: 21.01.2025).

Результаты расчетов освещенности светильниками аварийного освещения приведены на рисунке 8, показания датчиков ослабления излучения по результатам расчета в Pyrosim – на рисунке 9.

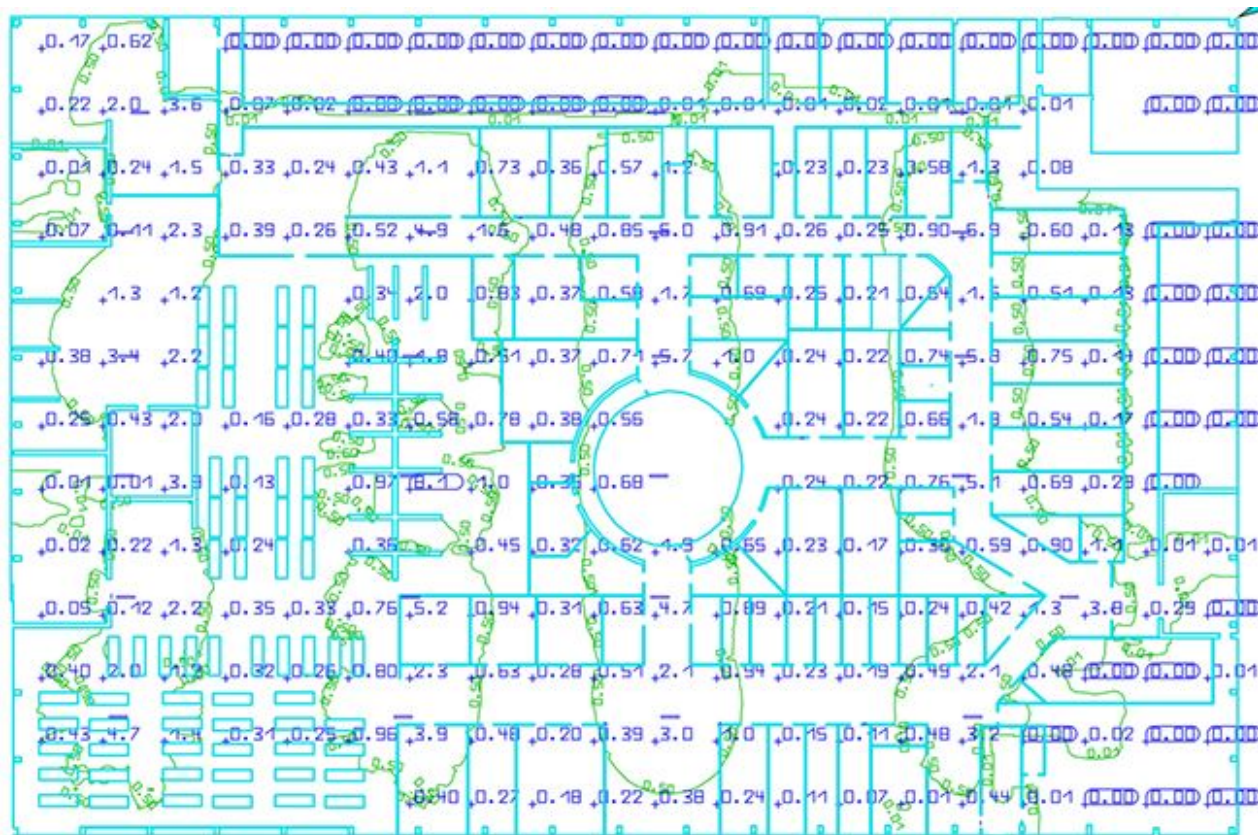
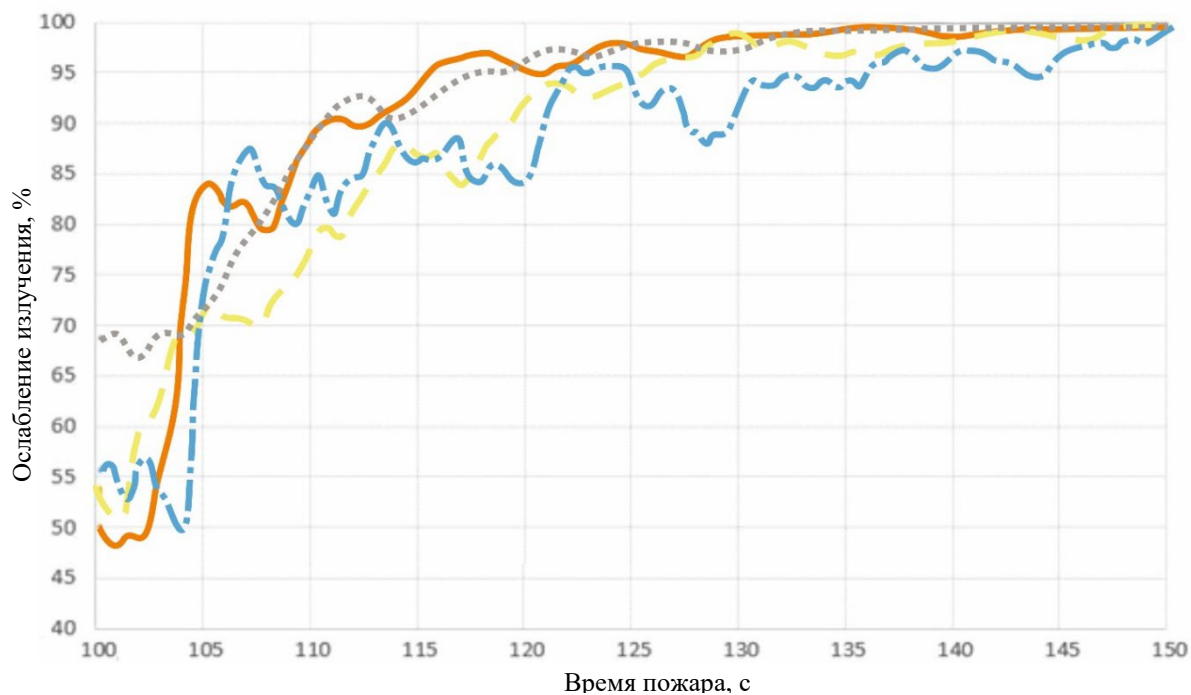


Рисунок 8. – Границы освещенности пола 0,5 лк при ослаблении излучения на 96 %



..... – коридор 1; — — — — — коридор 2; — — — — — коридор 3; — — — — — коридор 4

Рисунок 9. – Показания линейных датчиков, установленных в основных коридорах торгового центра (датчики установлены вертикально на высоте от 1,7 до 3,8 м, средние значения трех датчиков каждого коридора, сглаживание по 20 точкам)

Сопоставив результаты расчета освещенности с расчетом эвакуации видно, что на 118-й с пожара в основных коридорах еще находятся посетители (рис. 10), не достигшие эвакуационных выходов, которые не смогут увидеть световые указатели «Выход» и указатели направления эвакуации по причине ослабления излучения (освещенность в коридорах будет менее 0,5 лк).

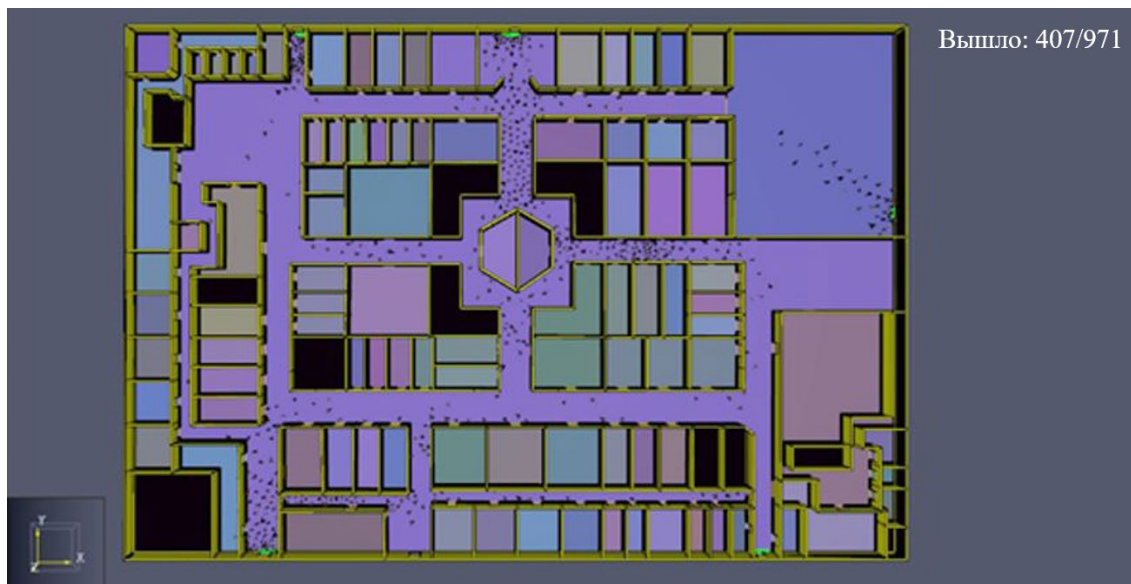


Рисунок 10. – Результаты расчета эвакуации на 118-й с пожара (с учетом времени задержки начала эвакуации)

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что стандартных световых указателей для успешной эвакуации будет недостаточно. В условиях недостаточной видимости будет затруднительно найти необходимый путь к эвакуационному выходу, а световые указатели, расположенные над дверными проемами, не будут видны.

Вместе с тем результаты определения показаний линейных датчиков, установленных в основных коридорах торгового центра на высоте от 1,7 м до уровня пола (рис. 11), показывают, что на 118-й с пожара максимальное ослабление излучения составит 23 %.

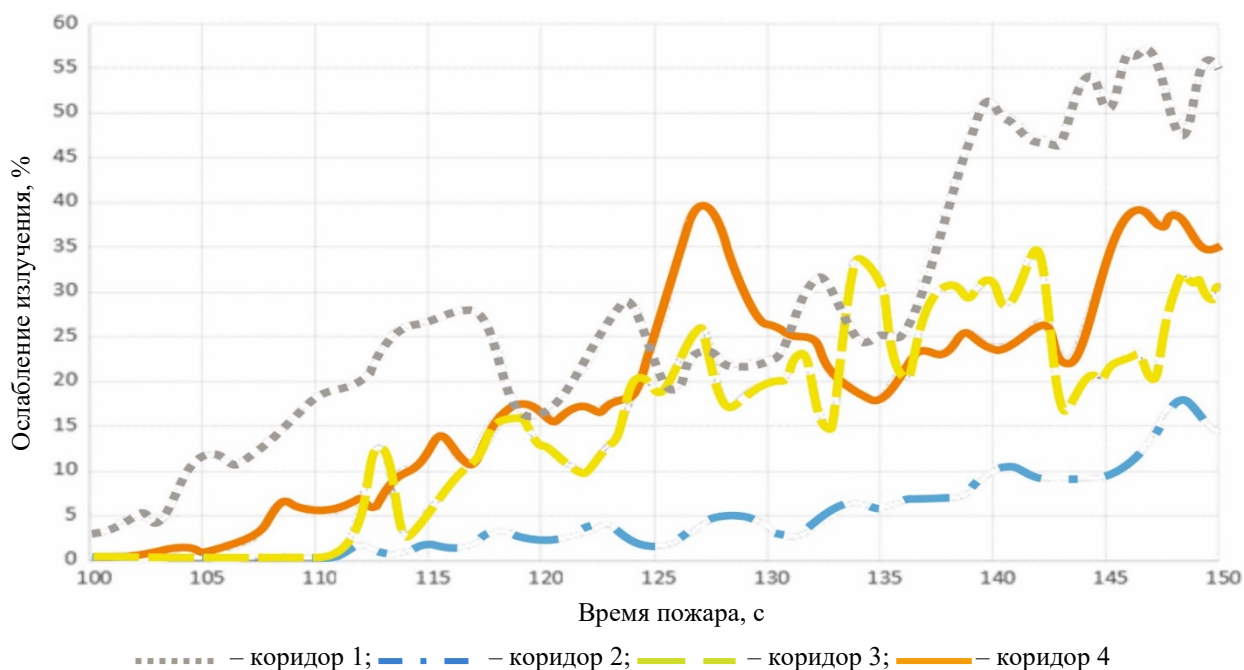


Рисунок 11. – Показания линейных датчиков ослабления излучения в основных коридорах с высоты 1,7 м до уровня пола (датчики установлены вертикально, средние значения трех датчиков каждого коридора, сглаживание по 20 точкам)

В указанных условиях для обеспечения успешной эвакуации целесообразно использовать дополнительные визуальные средства организации эвакуации, которые в настоящее время представлены сигнальной разметкой¹², размещаемой на поверхностях, стенах, перегородках, перилах ниже уровня глаз. С учетом того что расчеты показывают наличие условий недостаточной освещенности при распространении дыма по путям эвакуации, необходимо использование разметки направления эвакуации с применением фотолюминесцентных материалов, т.к. использование несветящихся или световозвращающих материалов не позволит увидеть разметку в условиях недостаточной освещенности [5]. При этом фотолюминесцентные указатели, в том числе сигнальная разметка, имеют высокую надежность, простоту монтажа, обусловленную отсутствием источника питания и связанных с этим электрических цепей.

В целях обеспечения сохранности и работоспособности разметки в процессе эксплуатации фотолюминесцентные указатели (разметку) целесообразно размещать не выше уровня глаз посетителей, но выше уровня доступности для детей.

Проведенные исследования продемонстрировали, что для объектов с массовым пребыванием людей и сложной планировкой решений по обеспечению безопасной эвакуации, реализованных с использованием детерминированного подхода, не всегда бывает достаточно. Поэтому для случаев, когда обеспечение безопасной эвакуации или соответствие проектных решений по эвакуации людей из помещений и здания должны подтверждаться расчетами, необходимо учитывать динамику ОФП и ее влияние на запроектированные технические средства обеспечения безопасной эвакуации для принятия решения о необходимости разработки дополнительных мероприятий по обеспечению успешной эвакуации.

Предлагаемый алгоритм определения дополнительных мероприятий обеспечения успешной эвакуации людей из зданий по критерию потери видимости приведен на рисунке 12.

Заключение

В результате изучения последствия крупных пожаров на объектах со сложной планировкой и на объектах с массовым пребыванием людей в Республике Беларусь и за рубежом установлено, что одной из причин травмирования и гибели людей в результате воздействия ОФП являлось отсутствие возможности идентифицировать расположение эвакуационных выходов ввиду плохой видимости внутри зданий (плотное задымление, недостаточная освещенность путей эвакуации или указателей эвакуационных выходов). На примере одного из торговых центров г. Минска расчетным путем и с помощью моделирования определено время наступления критических значений ОФП. Установлено, что наступление предельно допустимого значения такого ОФП, как потеря видимости наступит раньше, чем завершится расчетный процесс эвакуации с горящего этажа.

На основании результатов анализа сделан вывод о необходимости применения на объекте дополнительных решений по размещению на путях эвакуации визуальных технических средств управления эвакуацией, которые будут различимы в условиях недостаточной освещенности.

¹² См. сноску 1.



Рисунок 12. – Алгоритм определения дополнительных мероприятий обеспечения успешной эвакуации людей из зданий по критерию потери видимости

ЛИТЕРАТУРА

1. Нотман, О.В. Привлекательность общественных пространств мегаполиса в оценках его жителей (на примере ТРЦ и парковых зон Екатеринбурга) / О.В. Нотман, А.П. Багирова // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2018. – № 6. – С. 347–364. – DOI: 10.14515/monitoring.2018.6.16. – EDN: YZYIFF.
2. Rahmawati, R. Profiling shopping mall costumer based on demographics and shopping motivation / R. Rahmawati // Jurnal Manajemen dan Kearifan Lokal Indonesia. – 2019. – Vol. 3, No. 2. – P. 74–83. – DOI: 10.26805/jmkli.v3i2.64.

3. Katrodia, A. Consumer buying behavior at shopping malls: does gender matter? / A. Katrodia, M.J. Naude, S. Soni // *Journal of Economics and Behavioral Studies*. – 2018. – Vol. 10, No. 1. – P. 125–134. – DOI: 10.22610/jebs.v10i1(J).2095.
4. Неплохов, И.Г. УФ + ИК В линейном дымовом извещателе. Результаты экспериментальных исследований / И.Г. Неплохов // *Алгоритм безопасности*. – 2016. – № 1. – С. 22–26. – URL: <https://www.telecamera.ru/content/articles/s6657/e47787/> (дата обращения: 21.01.2025). – EDN: XHEEAV.
5. Цветков, В.Б. Исследование распространения светового сигнала от фотолюминесцентных указательных знаков в условиях задымления / В.Б. Цветков, В.Ф. Серегин, Д.Ю. Ципенюк, Р.Г. Аванесов // *Технологии техносферной безопасности*. – 2011. – № 1 (35). – С. 5. – EDN: RBTXBN.

Обеспечение успешной эвакуации людей с использованием сигнальной разметки

Providing the effectiveness of people evacuation using emergency sign marking

Иваницкий Александр Григорьевич

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра
пожарной безопасности, профессор

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Email: A.Ivanitski@gmail.com

SPIN-код: 9975-6251

Aleksandr G. Ivanitskiy

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Fire Safety, Professor

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus

Email: A.Ivanitski@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1219-962X

Шалавинский Андрей Сергеевич

Учреждение «Могилевское областное
управление МЧС Республики Беларусь»,
Краснопольский районный отдел
по чрезвычайным ситуациям,
первый заместитель начальника отдела

Адрес: ул. Ленинская, 62,
213561, г.п. Краснополье,
Могилевская область, Беларусь

Email: ashalavinski@mail.ru

Andrey S. Shalavinskiy

Institution «Mogilev Regional Administration
of the Ministry of Emergency Situations
of the Republic of Belarus», Krasnopol'e District
Department for Emergency Situations,
First Deputy Head of the Department

Address: Leninskaya str., 62,
213561, Krasnopol'e,
Mogilev region, Belarus

Email: ashalavinski@mail.ru

PROVIDING THE EFFECTIVENESS OF PEOPLE EVACUATION USING EMERGENCY SIGN MARKING

Ivanitskiy A.G., Shalavinskiy A.S.

Purpose. Based on the results of a field survey of complex floor plan and overcrowded building, to assess the provision of successful evacuation, taking into account the dynamics of fire hazards using specialized software products, determine the need to use additional technical measures to ensure the successful evacuation of people; to develop an algorithm for determining additional technical measures to ensure the successful evacuation of people from buildings with mass presence of people and complex architectural planning based on the criterion of visibility loss.

Methods. Review, analysis and comparison of published results of experimental and theoretical research, fire dynamics and evacuation of people modeling.

Findings. The calculation method using modeling was applied to determine the time of occurrence of critical values and determining fire hazard: the maximum permissible value of the dangerous factor of fire for loss of visibility occurs earlier than the completion of the calculated process of evacuation from the floor of the fire. Taking into account illumination and visibility parameters on evacuation routes, the need to use an additional visual technical means of evacuation control – emergency route sign marking, is justified. An algorithm is proposed for determining additional measures to ensure the successful evacuation of people from buildings according to the criterion of loss of visibility, taking into account changes in illumination along evacuation routes as a result of the spread of fire hazards along them.

Application field of research. Assessment by specialists in the field of fire safety (experts, specialists from design organizations) of the level of fire safety of people at buildings with complex architectural planning and mass presence of people.

Keywords: fire safety, evacuation, loss of visibility, illumination, fire hazard dynamics.

(The date of submitting: January 29, 2025)

REFERENCES

1. Notman O.V., Bagirova A.P. Privlekatel'nost' obshchestvennykh prostranstv megapolisa v otsenkakh ego zhiteley (na primere TRTs i parkovykh zon Ekaterinburga) [Attractiveness of megalopolis public spaces as evaluated by its residents (through the example of shopping and entertainments centers and park zones of Yekaterinburg)]. *Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*, 2018. No. 6. Pp. 347–364. (rus). DOI: 10.14515/monitoring.2018.6.16. EDN: YZYIFF.
2. Rahmawati R. Profiling shopping mall costumer based on demographics and shopping motivation. *Jurnal Manajemen dan Kearifan Lokal Indonesia*, 2019. Vol. 3, No. 2. Pp. 74–83. DOI: 10.26805/jmkli.v3i2.64.
3. Katrodia A., Naude M.J., Soni S. Consumer buying behavior at shopping malls: does gender matter? *Journal of Economics and Behavioral Studies*, 2018. Vol. 10, No. 1. Pp. 125–134. DOI: 10.22610/jebbs.v10i1(J).2095.
4. Neplov I.G. UF + IK V lineynom dymovom izveshchatele. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy [UV + IR in a linear smoke detector. Results of experimental research]. *Algoritim bezopasnosti*, 2016. No. 1. Pp. 22–26. Available at: <https://www.telecamera.ru/content/articles/s6657/e47787/> (accessed: January 21, 2024). (rus). EDN: XHEEAV.
5. Tsvetkov V.B., Seregin V.F., Tsipenyuk D.Yu., Avanesov R.G. Issledovanie rasprostraneniya svetovogo signala ot fotoluminescentnykh ukazatel'nykh znakov v usloviyakh zadymleniya [Investigation of the light signal propagation from photoluminescent indicating signs in the smoke area]. *Technology of Technosphere Safety*, 2011. No. 1 (35). Pp. 5. (rus). EDN: RBTXBN.

Copyright © 2025 Ivanitskiy A.G., Shalavinskiy A.S.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

СОЗДАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ГРУПП ВОЛОНТЕРОВ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Ахметалин Б.Н., Маршалко О.В., Хроколов В.А.

Цель. Исследование вопроса актуальности и проблем создания мобильных групп волонтеров по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Республике Казахстан.

Методы. Пилотный проект «Формирование мобильной группы волонтеров на базе Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области» (далее – пилотный проект); теоретический (синтез и анализ), исторический и сравнительный методы анализа; анализ основных статистических показателей (%) с визуализацией частотного распределения количественных данных в виде статистических диаграмм.

Результаты. Результаты пилотного проекта показали, что волонтеры, проходившие обучение по программе подготовки профессиональных аварийно-спасательных служб Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан, выразили активную заинтересованность в обучении. Анализ нормативных правовых актов Республики Казахстан в области волонтерской деятельности показал, что волонтеры привлекаются к ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, однако не имеют допуска в зону чрезвычайной ситуации. Таким образом, проблемной областью, требующей урегулирования, является правовой статус волонтеров при чрезвычайных ситуациях.

Область применения исследований. Разработка программы подготовки мобильных волонтерских групп по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Республике Казахстан, нормативных правовых актов Республики Казахстан по созданию мобильных групп волонтеров в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также создания мобильных групп волонтеров на всей территории Республики Казахстан.

Ключевые слова: мобильные группы волонтеров, пилотный проект, программы подготовки, чрезвычайные ситуации.

(Поступила в редакцию 4 марта 2025 г.)

Введение

Волонтерство – одно из важных направлений общественной деятельности, которое не только помогает нуждающимся людям, но и способствует формированию активного гражданского общества, развитию социальной ответственности и солидарности. Волонтерство сегодня является неотъемлемой частью жизни многих стран, включая и Республику Казахстан.

Первые предпосылки развития волонтерской деятельности в Республике Казахстан появились в 2001 г. в связи с принятием нормативного документа о некоммерческих организациях¹. В документе понятия «волонтер» еще не было, но была указана благотворительная деятельность и деятельность, направленная на достижение социальных целей. Впервые понятие «волонтер» появляется в 2004 г. в нормативном документе, регулирующем вопросы молодежной политики Республики Казахстан².

¹ О некоммерческих организациях: Закон Респ. Казахстан от 16 янв. 2001 г. № 142 // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z010000142_ (дата обращения: 03.03.2025).

² О государственной молодежной политике в Республике Казахстан: Закон Респ. Казахстан от 7 июля 2004 г. № 581 // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z040000581_#z0 (дата обращения: 03.03.2025).

Крупномасштабные мировые чрезвычайные ситуации последних лет показали, что государственные структуры не всегда способны в одиночку справиться с вызовами современности и, как отметил на церемонии официального закрытия Года волонтера Президент Республики Казахстан К.К. Токаев, государственным органам и организациям нужно более продуктивно использовать ресурс волонтеров³.

В последние годы в Республике Казахстан можно наблюдать рост интереса к волонтерской деятельности и увеличение числа активистов, готовых безвозмездно помогать нуждающимся. Волонтеры в стране занимаются самыми разнообразными видами деятельности: помощь детям, пожилым людям, людям с ограниченными возможностями, охрана окружающей среды, участие в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и многое другое.

Одним из ключевых моментов в развитии волонтерства в Республике Казахстан стало создание многочисленных некоммерческих организаций, которые занимаются привлечением и координацией волонтеров. В настоящее время в Республике Казахстан существует более 18 тысяч зарегистрированных некоммерческих организаций. Благодаря их работе участие волонтеров стало более структурированным и эффективным. Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан взаимодействует со 150 волонтерскими организациями, в которых насчитывается свыше 66 тысяч волонтеров.

Волонтеры и волонтерские организации, осуществляющие деятельность в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, – это реальная помощь профессиональным спасателям и пожарным, а когда речь идет о молодежных объединениях – это еще и резерв будущих спасателей. За последние три года в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на территории Республики Казахстан (лесные пожары в Костанайской области (2022 г.), Абайской области (2023 г.), масштабные паводки по всей территории страны и землетрясения в г. Алматы (2024 г.)) приняло участие свыше 150 тысяч волонтеров. Впервые государственной наградой – медаль «Халық алғысы» (в переводе «Народная благодарность») за вклад в борьбу с пандемией наградили 41 волонтера.

Также важным шагом в развитии волонтерства в Республике Казахстан стало создание государственных программ по поддержке волонтерской деятельности. Государство активно стимулирует граждан к участию в волонтерских проектах, предоставляя различные льготы и поощрения^{4, 5, 6} [1–3].

Опыт многих стран показал, что создание мобильных волонтерских групп для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций – важная инициатива, которая помогает быстро реагировать на бедствия и оказывать поддержку в сложных ситуациях. Такие группы могут

³ Выступление Главы государства Касым-Жомарта Токаева на церемонии закрытия Года волонтера // Официальный сайт Президента Республики Казахстан: akorda.kz. – 2020. – 8 дек. – URL: https://akorda.kz/ru/speeches/internal_political_affairs/in_speeches_and_addresses/vystuplenie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-na-ceremonii-zakrytiya-goda-volontera (дата обращения: 03.03.2025).

⁴ О волонтерской деятельности: Закон Респ. Казахстан от 30 дек. 2016 г. № 42-VI ЗРК // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1600000042> (дата обращения: 03.03.2025).

⁵ Об объявлении Года волонтера: Указ Президента Респ. Казахстан от 26 авг. 2019 г. № 135 // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1900000135> (дата обращения: 03.03.2025).

⁶ Об утверждении Дорожной карты развития волонтерства на 2021–2023 годы: Распоряжение премьер-министра Респ. Казахстан от 22 апр. 2021 г. № 84-р // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/R2100000084> (дата обращения: 03.03.2025).

быть чрезвычайно полезными для спасения жизней и восстановления порядка в условиях кризиса^{7, 8} [4–6].

Таким образом, существует необходимость исследования вопроса актуальности создания мобильных групп волонтеров по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Республике Казахстан, разработки и апробации программ подготовки волонтеров по аналогии с подготовкой профессиональных аварийно-спасательных формирований Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан, а также разработки нормативных правовых актов Республики Казахстан по созданию мобильных групп волонтеров в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Основная часть

Анализ международного опыта по созданию мобильных групп волонтеров в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера показал, что в Российской Федерации создан Всероссийский студенческий корпус спасателей (далее – ВСКС РФ), который является одной из крупнейших студенческих добровольческих организаций в Российской Федерации.

ВСКС РФ образован 22 апреля 2001 г. по инициативе Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации. ВСКС РФ проводит систематическую работу, направленную на обучение детей и молодежи основам безопасной жизни и спасательного дела, подготовку различных категорий граждан к действиям в сложных и чрезвычайных ситуациях, развитие добровольчества в чрезвычайных ситуациях. Ряды ВСКС РФ насчитывают свыше 8000 добровольцев из 88 субъектов Российской Федерации [4].

Все студенты-спасатели проходят специальную подготовку для оказания квалифицированной помощи специальным службам при возникновении чрезвычайных ситуаций. В структуре подготовки добровольцев ВСКС РФ также присутствуют 14 ресурсных центров по поддержке добровольчества в чрезвычайных ситуациях, располагающихся в регионах Российской Федерации. Всероссийский центр координации, подготовки и переподготовки добровольных студенческих спасательных формирований, организованный на базе Российского технологического университета (РТУ МИРЭА) в Москве, оказывает всестороннюю методическую помощь. На базе центров инструкторский состав ВСКС РФ – профессиональные спасатели проводят подготовку добровольцев ВСКС РФ по различным спасательным направлениям [4].

В 2009 г. парламент Турецкой Республики принял Закон о создании Управления по чрезвычайным ситуациям и стихийным бедствиям. Управлением по стихийным бедствиям и чрезвычайным ситуациям была организована волонтерская программа по привлечению граждан Турецкой Республики для оказания помощи пострадавшим во время катастроф. В настоящее время на портале Управления по чрезвычайным ситуациям и стихийным бедствиям в рамках волонтерской программы зарегистрировано более двух миллионов волонтеров. В составе Управления по чрезвычайным ситуациям и стихийным бедствиям сформирован департамент по работе с волонтерами и неправительственными организациями, который координирует деятельность волонтеров, проводит их обучение и подготовку. Для участия в ликвидации чрезвычайных ситуаций волонтеры проходят официальную регистрацию

⁷ Об объявлении в Содружестве Независимых государств 2024 года Годом волонтерского движения, 2025 года – Годом 80-летия Победы в Великой Отечественной войне – Годом Мира и Единства в борьбе с нацизмом, 2026 года – Годом охраны здоровья: Решение Совета глав государств Содружества Независимых Государств от 14 окт. 2022 г. // Исполнительный комитет СНГ. – URL: <https://eccis.org/thematic/59/2024/0> (дата обращения: 03.03.2025).

⁸ Жарлубова, Н. ООН провозгласила 2026 год Международным годом волонтеров по инициативе Казахстана / Н. Жарлубова // Kursiv Media Kazakhstan. – 2023. – 19 дек. – URL: <https://kz.kursiv.media/2023-12-19/zhrb-oon-kz-vol/> (дата обращения: 03.03.2025).

на сайте Управления по чрезвычайным ситуациям и стихийным бедствиям и курс подготовки, который включает основы безопасности при чрезвычайных ситуациях, оказание первой помощи и др. После чего волонтеры и волонтерские организации получают аккредитацию на право участия в аварийно-спасательных работах [5].

Также анализ международного опыта по созданию мобильных групп волонтеров в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера показал, что роль волонтеров в жизни общества укрепляется с каждым годом. Они вносят значительный вклад в различные сферы деятельности, помогая людям, организациям и обществу в целом. Однако оценка экономического вклада волонтеров является сложной задачей, поскольку на данный момент в мировой практике и в Республике Казахстан не существует универсальной формы расчетов экономического вклада волонтеров, нет единого надежного источника данных о количестве отработанных волонтерами часов. Данные добровольного опроса 260 волонтеров Республики Казахстан свидетельствуют о том, что волонтерской деятельности они посвящают не менее 93 642 ч ежегодно (от 1 до 6500 ч в год). Таким образом, один волонтер в год посвящает в среднем 300–400 ч (рис. 1) [6].

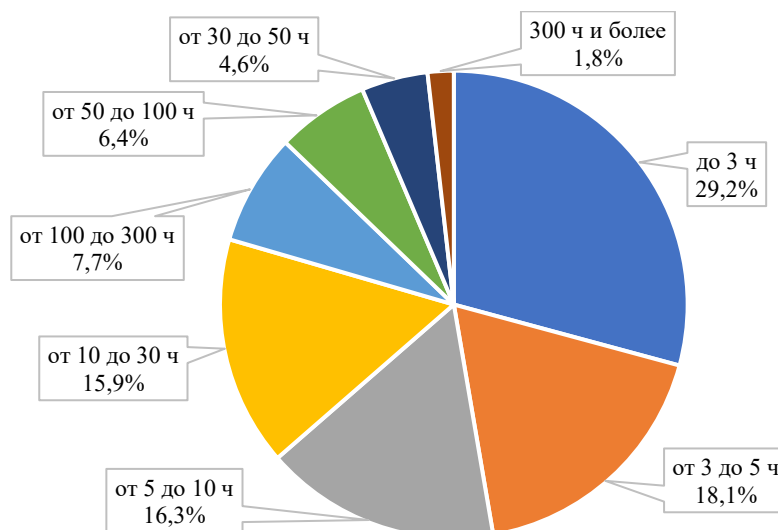


Рисунок 1. – Количество часов, которые волонтер тратит на волонтерство в месяц

Необходимо отметить, что в Содружестве Независимых Государств 2024 г. был объявлен Годом волонтерского движения, что еще раз подтверждает значимость волонтерского движения⁹. По инициативе Республики Казахстан Генеральная ассамблея ООН провозгласила 2026 г. Международным годом волонтеров и добровольцев¹⁰.

Актуальность создания мобильных групп волонтеров в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Республике Казахстан обусловлена реализацией подп. 2.3.1–2.3.2 п. 2.3 Дорожной карты развития и поддержки волонтерства в Республике Казахстан на 2024–2026 годы (далее – Дорожная карта), утвержденной заместителем премьер-министра Республики Казахстан Т.Б. Дуйсеновой, в рамках которой запланированы и реализуются следующие мероприятия: разработка единого подхода и алгоритма взаимодействия и привлечения волонтеров при профилактике, а также ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций; реализация пилотного проекта – создание в Костанайской области мобильной группы волонтеров в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; создание по итогам пилотного проекта в регионах страны мобильных групп волонтеров

⁹ См. сноску 7.

¹⁰ См. сноску 8.

в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [3].

В рамках выполнения Дорожной карты с 1 июня по 27 июля 2024 г. реализован пилотный проект, цель которого – выявление потенциальных проблем и получение предварительных данных по вопросам формирования мобильной группы волонтеров, разработка и апробация программы подготовки волонтеров по аналогии с подготовкой профессиональных аварийно-спасательных формирований Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан, а также разработка нормативных правовых актов Республики Казахстан по созданию мобильных групп волонтеров в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Пилотный проект проводился на базе Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области Республики Казахстан.

Объектом пилотного проекта являлись граждане Республики Казахстан (мужчины и женщины в возрасте от 18 до 40 лет), проживающие в Костанайской области Республики Казахстан, имеющие опыт в волонтерской деятельности в сфере ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций или работы в организациях, занимающихся предоставлением помощи людям в сложных жизненных ситуациях, физически развитые и не имеющие медицинских противопоказаний для работы в сложных условиях.

В рамках пилотного проекта была разработана Программа подготовки (обучения) мобильной группы волонтеров Костанайской области (далее – Программа подготовки), утвержденная начальником Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан Д. Ермагамбетовым, бланк заявки с отдельным блоком вопросов для сбора социально-демографических и профессиональных характеристик кандидатов, таких как пол, возраст, место работы, регион проживания, а также утвержден дизайн проведения пилотного проекта.

Пилотный проект проходил в три этапа. На первом этапе кандидаты в мобильную группу волонтеров (далее – кандидаты) заполняли заявки с прикреплением необходимых справок, мотивационного письма, резюме с указанием *hard, soft skills* и уровнем владения иностранными языками. Данные направлялись на электронный адрес Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан (далее – Департамент по чрезвычайным ситуациям Костанайской области).

На втором этапе проводился отбор кандидатов с проведением собеседования, сдачей нормативов по физической подготовке и психологической диагностики. Мужчины-кандидаты сдавали нормативы по бегу на дистанцию 100 и 1000 м, подтягивания на перекладине. Женщины-кандидаты сдавали нормативы по бегу на дистанцию 100 и 1000 м, подъем туловища из упора лежа.

На третьем этапе отобранные кандидаты проходили обучение по Программе подготовки. Программа подготовки включала изучение основ государственной системы гражданской защиты, органов управления, пожарную, медицинскую и психологическую подготовку и др.

Собранные заявки кандидатов проверялись на достоверность, полноту и качество заполнения. Всего за период с 24 июня по 8 июля 2024 г. было собрано 19 заявок от кандидатов для участия в пилотном проекте, из которых мужчины составили 52,6 %, женщины – 47,4 %.

После сбора заявок с 9 по 10 июля 2024 г. с 19 кандидатами проводилось собеседование, в ходе которого выявлялась готовность оказывать помощь местным государственным органам в случае возникновения чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера, а также наличие желания и возможности пройти обучение согласно Программе подготовки. Также кандидатам были доведены все имеющиеся риски и противопоказания для отбора в мобильную группу волонтеров.

В период с 15 по 19 июля 2024 г. на базе спортивного комплекса Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области Республики Казахстан были приняты зачеты по сдаче кандидатами нормативов по физической подготовке.

Таким образом, по результатам сдачи нормативов по физической подготовке количество лиц, включенных в мобильную группу волонтеров для реализации пилотного проекта, составило 15 человек. Выборка не является репрезентативной, вместе с тем в выборку были включены представители различных экспертных групп, релевантных целям пилотного проекта, что позволило выявить практическую ценность результатов пилотного проекта, апробировать Программу подготовки, нормативные правовые акты Республики Казахстан по созданию мобильных групп волонтеров в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Анализ блока социально-демографических и профессиональных характеристик проводился на основе основных статистических показателей (%) с визуализацией частотного распределения количественных данных в виде статистических графиков.

Результаты анализа качественного состава мобильной группы волонтеров показали, что в пилотном проекте приняли участие 52,6 % мужчин и 47,4 % женщин. Средний возраст мужчин-кандидатов 26,5 лет, средний возраст женщин-кандидатов 30,1 лет. Полученные результаты свидетельствуют о стабильности возрастного распределения волонтерского состава по полу и соответствуют данным, представленным в Аналитическом докладе по волонтерству в Республике Казахстан 2023 г. (в 2023 г. 56 % – женщины, 44 % – мужчины, в 2022 г. – 54 и 46 %, в 2021 г. – 49,7 и 50,3 % соответственно) (рис. 2) [6].

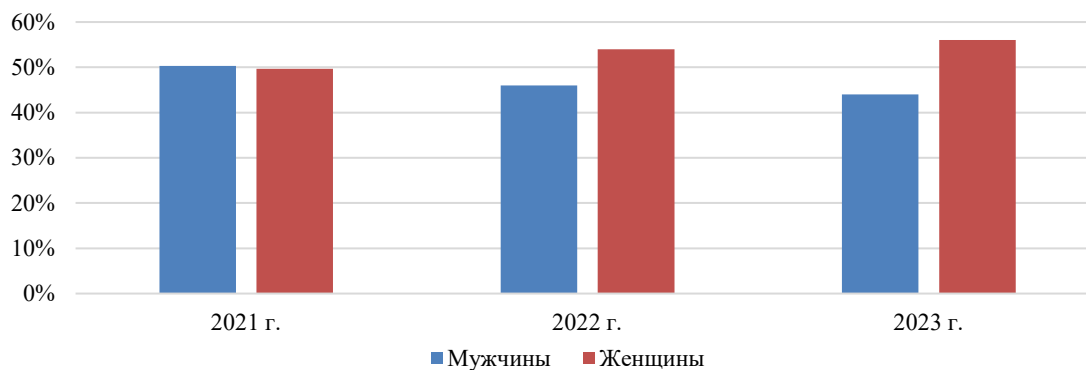


Рисунок 2. – Распределение волонтерского состава по полу

В пилотном проекте приняли участие представители различных экспертных групп. Большинство являются самозанятыми (40 %) и предпринимателями (33,3 %), имеют образование по инженерным специальностям – 26,7 % кандидатов. 100 % лиц, включенных в мобильную группу волонтеров, проживают в Костанайской области Республики Казахстан.

Следующий этап пилотного проекта проводился в период с 22 по 27 июля 2024 г. на территории учебного центра Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области под руководством опытных инструкторов оперативно-спасательного отряда, центра медицины катастроф, специализированной пожарной части Департамента по чрезвычайным ситуациям Костанайской области и включал проведение теоретических и практических занятий с лицами, включенными в мобильную группу волонтеров по обучению основам альпинизма, оказанию первой и психологической помощи, а также отработку навыков спасения людей на воде и тушение пожаров. Занятия проводились ежедневно в течение недели с 9:00 до 18:30. Для проведения занятий использовалось новое и современное оборудование, защитная одежда и средства защиты. Лицами, включенными в мобильную группу волонтеров, продемонстрированы новая техника и снаряжение, показаны их различные модификации. В рамках Программы подготовки лицами, включенными в мобильную группу волонтеров,

изучены вопросы безопасности жизнедеятельности, основы гражданской обороны, психологии поведения людей в чрезвычайных ситуациях, принципы работы при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, оказания первой помощи, элементов эвакуации и работы с различным оборудованием (рис. 3).

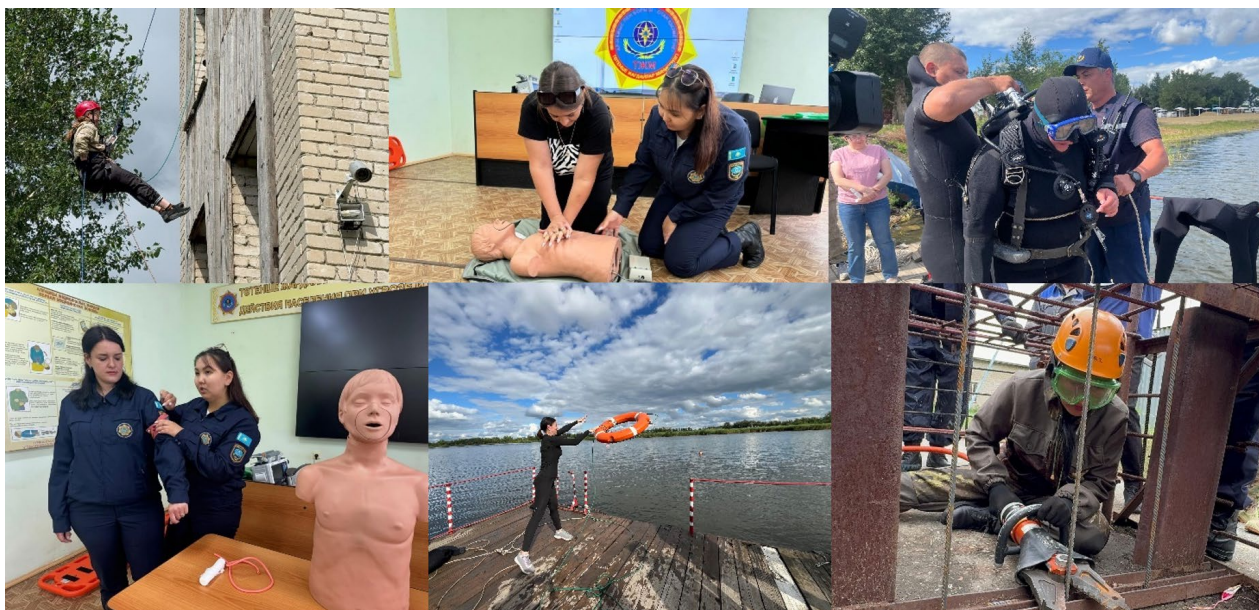


Рисунок 3. – Проведение теоретических и практических занятий с лицами, включенными в мобильную группу волонтеров пилотного проекта

В рамках реализации пилотного проекта были выявлены проблемы волонтерской деятельности в Республике Казахстан. Большинство волонтеров (58 %) обозначили нехватку ресурсов (35 %) (нехватка финансов на реализацию волонтерской деятельности; проблемы с офисом; отсутствие качественного снаряжения, экипировки волонтеров и др.); системные и социальные проблемы (23 %) (отсутствие единой базы среди волонтерских организаций, которые не ведут единый учет времени «волонтерских часов» волонтеров; пренебрежительное отношение от гостей и организаторов мероприятий к волонтерам и др.) как наиболее актуальные проблемы волонтерской деятельности. 14 % опрошенных отметили отсутствие заинтересованности уполномоченных организаций и лиц (отсутствие заинтересованности и участия в волонтерстве учителей; отказ в сотрудничестве со стороны медучреждений; нежелание волонтерить в выходные дни и др.). Сложности выполнения волонтерской работы (нехватка психологической и мотивационной поддержки волонтеров; трудности с нахождением нужных специалистов и организаций; нехватка времени и невозможность соблюсти баланс между волонтерством, учебой и личной жизнью и др.) отметили 13 % опрошенных. На низкую информированность населения (нехватка осведомленности населения о волонтерстве; отсутствие поддержки в социальных сетях и др.) указали 10 % респондентов. Неприятие со стороны сограждан отметили 5 % лиц, участвовавших в опросе. Полученные результаты коррелируют с данными, представленным в Аналитическом докладе по волонтерству в Республике Казахстан 2023 г. (рис. 3) [6].

Итоги пилотного проекта представлены на панельной сессии «Роль волонтерского сообщества в уменьшении последствий чрезвычайных ситуаций» в рамках Слета лидеров волонтерских движений Соповещения по взаимодействию и мерам доверия в Азии с участием порядка 150 делегаций из 40 стран мира.

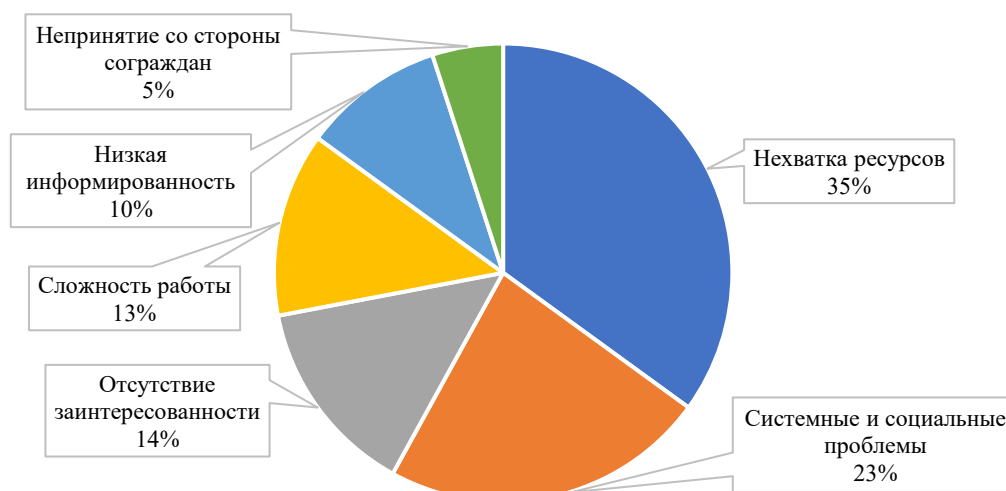


Рисунок 3. – Наиболее актуальные проблемы волонтерской деятельности в Республике Казахстан

Заключение

Результаты пилотного проекта показали, что создание мобильных групп волонтеров по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является актуальным направлением развития волонтерского движения в Республике Казахстан. Реализация подобных проектов – один из способов снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций с помощью волонтерского корпуса. Большинство волонтеров (58 %) обозначили нехватку ресурсов (35 %), системные и социальные проблемы (23 %) как наиболее актуальные проблемы волонтерской деятельности.

В рамках пилотного проекта была разработана и апробирована Программа подготовки мобильных групп волонтеров по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Республике Казахстан, выявлены и нивелированы потенциальные проблемы, связанные с организацией, деятельностью и подготовкой волонтеров в Республике Казахстан.

Разработаны проекты нормативных правовых актов Республики Казахстан по созданию мобильных групп волонтеров в сфере предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. С 2025 г. в каждом регионе Республики Казахстан начата работа по созданию аналогичных мобильных групп волонтеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградова, Е. Руководство по отраслевому волонтерству: Birgemiz Saylyq / Е. Виноградова, Т. Миронюк, Н. Трубова. – Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан, 2020. – 49 с. – URL: <https://qazvolunteer.kz/uploads/22/22/5.Saylyqфинал.pdf> (дата обращения: 03.03.2025).
2. Шолудько, Т.Е. Аналитический доклад по состоянию волонтерства в Казахстане за 2022 год по данным региональных фронт-офисов волонтерства / Т.Е. Шолудько. – Астана: ОЮЛ «Национальная волонтерская сеть», 2022. – 25 с. – URL: <https://qazvolunteer.kz/uploads/c2/56/Доклад2022нарусском.pdf> (дата обращения: 03.03.2025).
3. Дорожная карта развития и поддержки волонтерства в Республике Казахстан на 2024–2026 годы. – 17 с. – URL: <https://qazvolunteer.kz/ru/articles/prinyata-novaya-dorozhnaya-karta-razvitiya-i-podderzhki-volonterstva-na-2024-2026-gody> (дата обращения: 03.03.2025).
4. Всероссийский студенческий корпус спасателей: [сайт]. – Москва, 2021–2025. – URL: <https://vsks.ru/> (дата обращения: 03.03.2025).
5. AFAD: official website of Republic of Turkey Ministry of Interior Disaster and Emergency Management Presidency. – Ankara, 2025. – URL: <https://en.afad.gov.tr/> (date of access: 03.03.2025).
6. Шолудько, Т. Аналитический доклад по состоянию волонтерства в Казахстане 2023 / Т. Шолудько, Е. Амреева. – Астана: ОЮЛ «Национальная волонтерская сеть», 2023. – 113 с. – URL: <https://qazvolunteer.kz/uploads/ff/9c/докладнарусском.pdf> (дата обращения: 03.03.2025).

Создание мобильных групп волонтеров по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Республике Казахстан
Creation of mobile volunteer groups for the elimination the consequences of natural and man-made emergencies in the Republic of Kazakhstan

Ахметалин Бауржан Нурланович

Департамент по чрезвычайным ситуациям
города Астаны Министерства
по чрезвычайным ситуациям
Республики Казахстан, управление
ликвидации чрезвычайных ситуаций,
начальник управления

Адрес: ул. Жангелдина, 24,
010000, г. Астана, Казахстан
Email: baur18@bk.ru

Baurzhan N. Akhmetalin

Department of Emergency Situations
of the City of Astana of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Kazakhstan,
Emergency Management Department,
Head of Department

Address: Zhangeldina str., 24,
010000, Astana, Kazakhstan
Email: baur18@bk.ru
ORCID: 0009-0002-2230-6230

Маршалко Ольга Владимировна

кандидат медицинских наук

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра
управления защитой от чрезвычайных
ситуаций, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
Email: marshalko73@gmail.com
SPIN-код: 7720-8060

Olga V. Marshalko

PhD in Medical Sciences

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Emergency Management,
Associate Professor

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus
Email: marshalko73@gmail.com
ORCID: 0009-0007-2252-9748

Хроколов Виталий Александрович

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра управления
защитой от чрезвычайных ситуаций,
начальник кафедры

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
Email: Xrvavit2604@gmail.com
SPIN-код: 8926-3945

Vitaliy A. Khrokolov

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Emergency Management,
Head of the Chair

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus
Email: Xrvavit2604@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6577-4061

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2025.9-2.230>EDN: <https://elibrary.ru/ILPYJL>

CREATION OF MOBILE VOLUNTEER GROUPS FOR THE ELIMINATION THE CONSEQUENCES OF NATURAL AND MAN-MADE EMERGENCIES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Akhmetalin B.N., Marshalko O.V., Khrokolov V.A.

Purpose. Study of the relevance and problems of creating mobile groups of volunteers to eliminate the consequences of natural and man-made emergencies in the Republic of Kazakhstan.

Methods. Pilot project «Formation of mobile group of volunteers on the basis of the Department of Emergency Situations of Kostanay region» (hereinafter – pilot project); theoretical (synthesis and analysis); historical and comparative methods of analysis; analysis of basic statistical indicators (%) with visualization of frequency distribution of quantitative data in the form of statistical diagrams.

Findings. The results of the pilot project showed that volunteers who were prepared under the training programme for professional emergency services of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan expressed an active interest in training. The analysis of the normative legal acts of the Republic of Kazakhstan in the field of volunteer activities showed that volunteers are involved in the elimination of the consequences of emergencies, but are not allowed to enter the emergency zone. Thus, the legal status of volunteers in emergency situations is a problem area that needs to be regulated.

Application field of research. Developing a training programme for mobile volunteer groups to eliminate the consequences of natural and man-made emergencies in the Republic of Kazakhstan, regulatory legal acts of the Republic of Kazakhstan on the creation of mobile volunteer groups in the field of prevention and elimination of consequences of natural and man-made emergencies, as well as the creation of mobile volunteer groups throughout the territory of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: mobile volunteer groups, pilot project, training programs, emergency situations.

(The date of submitting: March 4, 2025)

REFERENCES

1. Vinogradova E., Mironyuk T., Trubova N. *Rukovodstvo po otraslevomu volonterstvu: Birgemiz Saylyq*. [Guidelines for sectoral volunteering: Birgemiz Saylyq]. Ministry of Information and Public Development of the Republic of Kazakhstan, 2020. 49 p. (rus). Available at: <https://qazvolunteer.kz/uploads/22/22/5. Saylyqфинал.pdf> (accessed: March 3, 2025).
2. Sholud'ko T.E. *Analytical report on the state of volunteering in Kazakhstan 2022 according to data from regional front offices on volunteering*. Astana: National Volunteer Network ALE, 2022. 25 p. Available at: [https://qazvolunteer.kz/uploads/80/72/Докладанглиз\(1\).pdf](https://qazvolunteer.kz/uploads/80/72/Докладанглиз(1).pdf) (accessed: March 3, 2025).
3. *Dorozhnaya karta razvitiya i podderzhki volonterstva v Respublike Kazakhstan na 2024–2026 gody* [Roadmap for the development and support of volunteering in the Republic of Kazakhstan for 2024–2026]. 17 p. (rus). Available at: <https://qazvolunteer.kz/ru/articles/prinyata-novaya-dorozhnaya-karta-razvitiya-i-podderzhki-volonterstva-na-2024-2026-gody> (accessed: March 3, 2025).
4. *Vserossiyskiy studencheskiy korpus spasateley* [All-Russian Student Rescue Corps]: website. Moscow, 2021–2025. (rus). Available at: <https://vsks.ru/> (accessed: March 3, 2025).
5. *AFAD: official website of Republic of Turkey Ministry of Interior Disaster and Emergency Management Presidency*. Ankara, 2025. Available at: <https://en.afad.gov.tr/> (accessed: March 3, 2025).
6. Sholud'ko T.E., Amreeva E. *Analiticheskiy doklad po sostoyaniyu volonterstva v Kazakhstane 2023* [Analytical report on the state of volunteering in Kazakhstan for 2023]. Astana: National Volunteer Network ALE, 2023. 113 p. (rus). Available at: <https://qazvolunteer.kz/uploads/ff/9c/докладнарусском.pdf> (accessed: March 3, 2025).

Copyright © 2025 Akhmetalin B.N., Marshalko O.V., Khrokolov V.A.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ОРИЕНТИРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ФПС ГПС МЧС РОССИИ

Кузнецова М.А., Зарипова С.Н.

Цель. Выявление ключевых факторов профессионального выбора и образовательных предпочтений среди курсантов ведомственных учебных заведений МЧС России и студентов гражданских вузов, обучающихся по направлениям «Техносферная безопасность» и «Пожарная безопасность», для совершенствования системы подготовки кадров для Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС) МЧС России.

Методы. Проведено социологическое исследование методом анкетирования с последующей статистической обработкой данных. Для анализа результатов использован факторный анализ с применением метода главных компонент, который позволил выявить скрытые взаимосвязи между различными аспектами профессионального выбора.

Результаты. Установлено отсутствие существенных различий в профессиональных предпочтениях курсантов вузов МЧС России и студентов гражданских вузов, обучающихся по образовательным программам в области техносферной, в том числе пожарной безопасности; выявлены общие для курсантов вузов МЧС России и студентов гражданских вузов факторы, которые влияют на их профессиональный выбор и образовательные траектории. При выборе образовательной организации обучающиеся учитывают географическую доступность, репутацию и качество образовательного процесса, финансовую привлекательность. Особое значение придается практической составляющей обучения. Выявлено противоречие между выраженной профессиональной мотивацией и существующими сдерживающими факторами, среди которых наиболее значимым является уровень оплаты труда.

Область применения исследований. Полученные результаты обладают значительным практическим потенциалом для органов управления МЧС России и образовательных организаций. Основные направления использования включают: проектирование модульных образовательных программ с усиленным практическим компонентом; разработку дифференцированной системы мотивации и стимулирования будущих специалистов; создание сетевых моделей взаимодействия между территориальными подразделениями ФПС и профильными кафедрами вузов; оптимизацию системы профориентационных мероприятий с учетом выявленных мотивационных профилей.

Ключевые слова: профессиональное самоопределение, образовательные траектории, кадровое обеспечение, техносферная безопасность, пожарная безопасность, мотивация выбора профессии, дисперсионный анализ, факторный анализ.

(Поступила в редакцию 9 марта 2025 г.)

Введение

В соответствии с данными Департамента кадровой политики МЧС России [1] в территориальных органах, организациях и учреждениях МЧС России наблюдается существенный некомплект сотрудников ФПС ГПС. Особенно остро стоит вопрос с замещением должностей начальствующего состава, в том числе вакантные должности младшего начальствующего состава составляют 67,1 % от общего количества вакантных должностей, среднего начальствующего состава – 24,4 %, старшего начальствующего состава – 8,5 %.

В соответствии с выстроенной десятилетиями системой подготовки кадров на должности среднего и старшего начальствующего состава претендуют выпускники вузов МЧС России, осуществляющих подготовку кадров для ФПС ГПС в рамках государственного задания. В настоящее время среднегодовой контингент выпускников, обучавшихся за счет средств федерального бюджета, составляет 12,2 % от количества вакантных должностей начальствующего состава.

Анализ распределения выпускников вузов МЧС России в 2017–2020 гг. показал¹, что 55 % выпускников вузов пожарно-технического профиля трудоустраиваются в пожарно-спасательные подразделения МЧС России, 26 % – в органы государственного пожарного надзора, остальные 19 % – в иные подразделения ФПС ГПС, в образовательные и научные организации. Порядка 5 % распределенных в пожарно-спасательные подразделения МЧС России трудоустраиваются на должности старшего начальствующего состава и около 95 % – на должности среднего начальствующего состава начальниками караулов (руководителями дежурных смен), инспекторами по профилактической работе и др., для замещения которых в соответствии с Квалификационными требованиями достаточно иметь профильное образование не ниже среднего профессионального. Тем не менее наличие повышенной теоретической подготовки, т.е. высшего профильного образования, приветствуется у лиц, занимающих должности заместителя начальника пожарно-спасательной части, помощника начальника дежурной смены и др.

С учетом динамики ежегодного выпуска за счет бюджетных средств бакалавров, специалистов и магистров всех форм обучения вузами МЧС России, текучести кадров в ФПС ГПС для устранения кадрового дефицита при сохранении действующей политики подготовки кадров могут потребоваться десятки лет [2]. По этой причине территориальные органы МЧС России по вопросам устранения дефицита кадров взаимодействуют с техническими вузами, подведомственными Минобрнауки России, которые расположены на территории соответствующего субъекта федерации. Ежегодный выпуск бакалавров, магистров и специалистов с профильным образованием, полученным в гражданских вузах страны, составляет в среднем 9051 человек, что является существенным вкладом в подготовку востребованных кадров пожарно-технического профиля.

Как показывает опыт Республики Татарстан, более 80 % должностей среднего и старшего начальствующего состава ФПС ГПС занимают выпускники образовательных организаций республики, подведомственных Минобрнауки России, получившие образование по направлениям «Техносферная безопасность» и «Пожарная безопасность». Данная практика демонстрирует эффективность взаимодействия территориальных органов МЧС России с образовательными организациями. Примечательно, что представители среднего и старшего начальствующего состава ФПС ГПС активно участвуют в образовательном процессе: выступают в качестве работодателей-заказчиков при разработке и актуализации образовательных программ, входят в составы государственных экзаменационных комиссий, обеспечивают базу для практической подготовки студентов. Особое значение имеет их участие в организации совместных научно-исследовательских проектов, учебных тренировок и профилактических мероприятий, что способствует формированию у студентов практико-ориентированных компетенций, необходимых для обеспечения безопасности населения и территорий.

Осознанный выбор образовательной и профессиональной траектории является важным аспектом в решении проблемы дефицита кадров в системе МЧС России. Однако выбор профессии, вуза (акцент сделан на выбор между вузом МЧС России и гражданским вузом), направления подготовки или специальности не всегда абитуриенты делают осознанно и основываясь на внутренних мотивациях саморазвития и самореализации в профессии [3].

Основная часть

Описание исследования. Исследование, основанное на результатах опроса курсантов вузов МЧС России и студентов гражданских вузов (далее – обучающиеся), направлено на выявление субъективных мотивов выбора профессии, вуза, направления подготовки

¹ Понурко, П.В. Поддержка управления образовательной деятельности системы подготовки кадров МЧС России: выпускная квалификационная работа / П.В. Понурко; науч. рук. С.В. Соколов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – 99 с.

(специальности), а также оценки готовности к трудоустройству по специальности, планов карьерного роста.

Несмотря на то что метод опроса является одним из самых доступных и распространенных методов сбора информации, для получения качественной информации необходимо тщательно проработать вопросы по целям (контактные, содержательные, вопросы-фильтры, контрольные), форме (закрытые, полузакрытые, открытые) и типу в зависимости от конструкции ответов (да – нет, альтернативный, поливариантный, шкальный, вопрос-диалог).

В данном исследовании использовалась специально разработанная анкета, вопросы которой коррелируют с вопросами другой анкеты, разработанной для проведения опроса начальствующего состава территориальных органов ФПС ГПС. Цель такого подхода заключается в оценке степени сходства информативных факторов, полученных с применением методов многомерного статистического анализа по результатам опроса двух категорий респондентов.

Опрос проводился с использованием сервиса Yandex Forms, позволяющего создавать разные типы вопросов и варианты ответов.

Для обеспечения репрезентативности выборки респондентов объем выборочной совокупности рассчитан по формуле [4]

$$n = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2}, \quad (1)$$

где n – объем выборки;

t – критерий Стьюдента для определенного уровня вероятности;

σ – среднеквадратичное отклонение признака;

Δ – допустимая ошибка.

При общей численности потенциальных респондентов 6,6 тыс. человек и уровне достоверности 95 % объем n составил 364 человек.

Следующим условием обеспечения репрезентативности выборки является выбор метода отбора респондентов. В соответствии с целью исследования наиболее адекватным методом является квотный отбор, который предполагает включение в выборку в равных долях курсантов вузов МЧС России и студентов гражданских вузов, принявших участие в опросе. Квотная выборка априори является репрезентативной, поэтому не требует оценки степени репрезентативности.

27 вопросов анкеты разделены на три блока. Первый блок посвящен сбору общей информации об обучающихся, включая пол, возраст, уровень получаемого высшего образования, форму обучения, курс, предыдущее высшее образование (при наличии), наличие договора о целевом обучении, наличие семейной «династии МЧС», совмещение учебы и работы по специальности, планы на трудоустройство после получения диплома о высшем образовании, отношение к диплому ведомственного / гражданского вуза для трудоустройства в структурных подразделениях МЧС России и дальнейшего карьерного роста, отношение к применению дистанционных образовательных технологий при освоении образовательной программы, источники получения актуальной информации по направлениям деятельности МЧС России. Первый блок состоит из пяти открытых и пятнадцати закрытых вопросов, которые предполагают получение одного варианта ответа из нескольких предложенных. Во втором блоке, состоящем из трех полузакрытых вопросов, ставится цель выявить основные критерии при выборе вуза, направления подготовки и образовательной программы. Все вопросы предполагают выбор пяти наиболее важных критериев из предложенных 14–15 вариантов ответов и их последующее ранжирование. Третий блок, состоящий из четырех полузакрытых вопросов, посвящен направлениям улучшения подготовки по выбранной образовательной программе. Респондентам предлагается выбрать из доступных вариантов и проранжировать: разделы для усиления образовательной программы; наиболее важные практические аспекты

обучения по образовательной программе; дополнительные навыки, необходимые для успешной работы по специальности. В данном блоке также содержится вопрос, связанный с опасениями при выборе потенциального места трудоустройства по специальности. Респондентам предлагается проранжировать предложенные варианты ответов либо предложить свой вариант ответа.

Результаты. Преимущественную долю респондентов составили обучающиеся мужского пола (59,5 %), что объясняется выбором образовательных программ в соответствии с целью исследования. Большая часть (80,2 %) респондентов представляет возрастной сегмент 18–25 лет, на долю остальных сегментов приходится менее 20 %. Среди респондентов преобладают обучающиеся по программам бакалавриата (60,3 %), доли обучающихся по программам специалитета и магистратуры составляют 19,1 и 20,6 % соответственно. Распределение обучающихся по курсам следующее: 2-й курс – 50,4 %, 3-й курс – 29 %, 4-й курс – 16,8 %, 1-й курс – 3,8 %. Присутствует небольшое превосходство респондентов очной формы обучения (55 %), в том числе 11,1 % совмещают учебу с работой по специальности. Для последней категории респондентов важное значение имеют образовательные технологии, предлагаемые вузами.

77,9 % респондентов считают необходимым применение дистанционных образовательных технологий (далее – ДОТ) в учебном процессе, при этом 50 % респондентов являются курсантами вузов МЧС России и 50 % – студентами гражданских вузов. Ответы относительно желательного соотношения офлайн- и онлайн-обучения распределились следующим образом: 35,9 % считают оптимальным соотношение 50 на 50 %, 23,7 % – 75 и 25 % соответственно, 14,5 % – за 100 %-е офлайн-обучение, 13 % – за соотношение 25 на 75 % соответственно, 12,2 % – за 100 %-е онлайн-обучение. Таким образом, для респондентов важен сам факт применения в учебном процессе ДОТ, по соотношениям онлайн- и офлайн-обучения явных преимуществ в ответах не выявлено.

Доля респондентов, обучающихся по договорам о целевой подготовке, составляет 69,5 %, в том числе 58,2 % – обучающиеся по программам бакалавриата, 24,2 % – по программам специалитета и 17,6 % – по программам магистратуры.

На вопрос о наличии семейной «династии МЧС» положительно ответили 26,7 % опрошенных, из них 71,4 % считают, что этот факт оказал влияние на выбор будущей профессии и образовательной программы. Таким образом, более 80 % респондентов осуществили выбор образовательной программы, не ориентируясь на семейные традиции. На вопрос о планах по трудоустройству по специальности большинство респондентов (77,1 %) ответили «да» и «работаю», 21,4 % ответили «нет», всего 1,5 % не определились с выбором. На уточняющий вопрос «Кем планируете работать после окончания вуза?» 74 % респондентов перечислили конкретные направления, соответствующие осваиваемым образовательным программам, 10,7 % ответили, что планируют работать не по специальности и 15,3 % не определились. У 2 % респондентов ответы на последние вопросы не коррелируют. Среди 77,1 % респондентов, ответивших «да» и «работаю», 52,5 % планируют связать профессиональную деятельность с МЧС России, в том числе занимая руководящие должности. При этом 65,6 % обучающихся считают, что для них приоритетным является наличие диплома вуза МЧС России (в том числе 61,6 % являются курсантами вузов МЧС России, 38,4 % – студенты гражданских вузов), 22 % – наличие диплома гражданского вуза, 10,7 % считают оба диплома одинаково конкурентоспособными.

На вопросы, связанные с источниками информации в сфере безопасности, а также о направлениях деятельности МЧС России 64 % респондентов ответили, что владеют актуальной информацией. 43 % респондентов предпочитают обратиться к социальным сетям и приложениям мессенджера Telegram, 30,9 % – к СМИ, в том числе теле- и радиоканалам, сетевым и периодическим печатным изданиям, 15,5 % – к официальному сайту МЧС России.

На первый вопрос второго блока «Почему выбрали именно этот вуз для поступления?» респонденты выбрали все тринадцать предложенных вариантов ответов в качестве

пяти приоритетных. Наиболее популярными ответами являются следующие: расположение вуза – 15 %, нетрудно поступить – 12,9 %, престижность вуза, хорошая репутация – 11,3 %, финансовая привлекательность – 10,6 %, рекомендации друзей, знакомых – 10,1 %, уникальность образовательной программы – 9,8 %, хорошая учебно-материальная база вуза – 9,7 %, высокое качество образования – 9,2 %. Менее популярными являются следующие варианты ответов (не более 3 %): низкий конкурс на направление подготовки, несложно учиться, я уже учился(-лась) в этом вузе, другого выбора не было, мне все равно, где учиться, лишь бы получить высшее образование. При ранжировании выбранных пяти вариантов ответов на первое место ставили наибольшее количество раз следующие варианты: расположение вуза – 26,7 %, престижность вуза, хорошая репутация – 22,1 %, высокое качество образования – 21,4 %.

На вопрос «Какие критерии учитывали при выборе данного направления подготовки/специальности?» респонденты выбрали следующие варианты ответов: возможность трудоустройства в выбранной области после завершения обучения – 10,2 %, условия для проведения практических занятий и стажировок – 9,6 %, бесплатное обучение / приемлемая стоимость обучения – 9,6 %, личный интерес к вопросам безопасности – 9,2 %, наличие практических курсов и программ стажировок по образовательной программе – 7,9 %, положительные отзывы обучающихся / обучавшихся по образовательной программе – 7,8 %, качество учебных материалов и ресурсов (лаборатории, компьютерные классы) – 7,4 %, квалификация преподавательского состава (образование, опыт работы) – 7,3 %, наличие современного оборудования и технологий – 6,7 %, наличие практикующих специалистов в качестве преподавателей – 6,7 %. Менее популярными являются следующие варианты ответов: доступность учебной литературы и специализированных ресурсов, участие преподавателей в научных исследованиях и разработках в области техносферной безопасности, доступность образовательной программы в зависимости от проходных баллов, возможность дистанционного обучения. При ранжировании вариантов ответов на первое место ставили наибольшее количество раз следующие варианты: личный интерес к вопросам безопасности – 41,0 %, возможность трудоустройства в выбранной области после завершения обучения – 13,9 %, наличие современного оборудования и технологий – 13,2 %, бесплатное обучение / приемлемая стоимость обучения – 9,7 %, квалификация преподавательского состава (образование, опыт работы) – 6,9 %.

На вопрос «Какие критерии важны при выборе данной образовательной программы?» респонденты выбрали следующие варианты ответов: наличие практикующих специалистов в качестве преподавателей – 12,3 %, условия для проведения практических занятий и стажировок – 9,1 %, квалификация преподавательского состава (образование, опыт работы) – 8,9 %, возможности трудоустройства в выбранной области после завершения обучения – 8,6 %, личный интерес к вопросам безопасности – 7,6 %, наличие практических курсов и программ стажировок по образовательной программе – 7,6 %, наличие современного оборудования и технологий – 7,5 %, положительные отзывы обучающихся / обучавшихся по образовательной программе – 7,1 %, приемлемая стоимость обучения – 6,8 %, качество учебных материалов и ресурсов (лаборатории, компьютерные классы) – 6,7 %, возможность дистанционного обучения – 6,7 %. Менее популярными являются следующие варианты ответов: доступность учебной литературы и специализированных ресурсов, участие преподавателей в научных исследованиях и разработках в области техносферной безопасности, доступность образовательной программы в зависимости от проходных баллов. При ранжировании вариантов ответов на первое место ставили наибольшее количество раз следующие варианты: личный интерес к вопросам безопасности – 29,0 %, возможность трудоустройства в выбранной области после завершения обучения – 15,2 %, квалификация преподавательского состава (образование, опыт работы) – 10,9 %, приемлемая стоимость обучения – 7,2 %.

Анализ ответов респондентов на вопросы третьего блока показал следующие результаты.

На вопрос «Какой блок хотели бы усилить в образовательной программе по направлению подготовки "Техносферная безопасность"?» респонденты выбрали такие ответы: современные технологии в обеспечении безопасности – 16,7 %, международный опыт в сфере безопасности – 16,1 %, информационные технологии в безопасности – 13,3 %, интеллектуальная поддержка принятия решений для обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях – 10,7 %, бизнес-аспекты безопасности – 10,7 %, использование беспилотных летательных аппаратов в чрезвычайных ситуациях – 9,9 %, профессиональная этика и психология работы в экстренных ситуациях – 9,6 %, специальные технологии оповещения и спасения – 8,7 %. Менее востребованным оказался вариант ответа «математическое / компьютерное моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций» с 4,3 %. Наибольший процент респондентов на первое место поставили следующие варианты: современные технологии в обеспечении безопасности – 26,7 %, математическое / компьютерное моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций – 15,3 %, информационные технологии в безопасности – 13,7 %, использование беспилотных летательных аппаратов в чрезвычайных ситуациях – 12,2 %.

Из ответов респондентов на вопрос «Какие практические аспекты обучения по образовательной программе направления подготовки «Техносферная безопасность» считаете наиболее важными?» следует, что варианты ответов распределились почти равномерно: изучение реальных случаев и анализа инцидентов – 13,6 %, изучение систем управления безопасностью – 12,4 %, участие в стажировках и практиках в МЧС – 12,2 %, проведение учений и тренингов – 11,5 %, изучение технологий и оборудования для обеспечения безопасности – 10,9 %, работа с программным обеспечением для моделирования и анализа рисков – 10,7 %, анализ, моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций – 10,6 %, развитие навыков командной работы в условиях чрезвычайных ситуаций – 9,6 %, подготовка документации по обеспечению безопасности – 8,6 %. Среди перечисленных вариантов ответов при ранжировании наиболее часто на первом месте встречаются следующие: анализ, моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций – 26,9 %, изучение реальных случаев и анализа инцидентов – 25,4 %, участие в стажировках и практиках в МЧС – 23,1 %.

На вопрос «Какие дополнительные навыки необходимы для успешной работы в сфере техносферной безопасности?» респонденты выбрали следующие варианты ответов: способность определять потенциальные угрозы и разрабатывать планы по их минимизации – 13,7 %, умение работать в стрессовых ситуациях и вести себя адекватно в экстренных условиях – 13,1 %, умение применять теоретические знания на практике в реальных ситуациях – 11,9 %, способность анализировать данные и делать выводы для разработки мероприятий по безопасности – 11,6 %, умение планировать и управлять проектами в области безопасности – 11,4 %, способность эффективно взаимодействовать с другими специалистами в команде – 11,4 %, эффективная коммуникация с коллегами, руководством и общественностью – 10,7 %. Менее популярными являются следующие варианты ответов: владение инновационными средствами и технологиями для предотвращения рисков (8,8 %), осведомленность о действующих законах в области безопасности и охраны труда (7,3 %). При ранжировании на первое место ставили наибольшее количество раз следующие варианты ответов: умение применять теоретические знания на практике в реальных ситуациях – 22,6 %, способность определять потенциальные угрозы и разрабатывать планы по их минимизации – 13,5 %, способность анализировать данные и делать выводы для разработки мероприятий по безопасности – 13,5 %, умение работать в стрессовых ситуациях и вести себя адекватно в экстренных условиях – 10,5 %.

Наибольшим препятствием для выбора профессии, связанной с техносферной безопасностью, респонденты считают низкий уровень заработной платы – в 45,8 % ответов этот вариант располагается на первом месте. Продолжают список препятствий следующие варианты: отсутствие информации – 19,1 %, непонимание перспектив карьерного роста – 16,0 %, недостаток практических навыков и знаний – 15,3 %. Отсутствие интереса к данной области

указали на первом месте всего 3,8 % респондентов. Дополнительные варианты ответов опрошенными не предложены.

Таким образом, результаты опроса свидетельствуют о наличии осознанного и рационального подхода обучающихся к вопросам выбора вуза, направления подготовки, специальности, потенциального места трудоустройства по специальности.

Приоритетными критериями являются географическое местоположение вуза, престижность, хорошая репутация, финансовая привлекательность (бесплатное обучение, условия проживания и т.д.), высокое качество образования, возможность трудоустройства после завершения обучения, наличие личного интереса к вопросам безопасности, уникальных образовательных программ, практических курсов и программ стажировок по образовательной программе и т.д. Немаловажное значение имеет наличие современного оборудования и технологий, квалификация преподавательского состава, наличие практикующих специалистов в качестве преподавателей. В осуществлении выбора важной является роль близких, друзей и знакомых.

Залогом своей конкурентоспособности на рынке труда респонденты считают владение современными, в том числе информационными, технологиями в обеспечении безопасности, а также инструментами интеллектуальной поддержки принятия решений, основами математического моделирования и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Для построения успешной профессиональной карьеры считают важными наличие способности определять потенциальные угрозы и разрабатывать планы по их минимизации, применять теоретические знания на практике в реальных ситуациях, работать в стрессовых ситуациях и вести себя адекватно в экстренных условиях, умение планировать и управлять проектами в области безопасности, эффективно взаимодействовать с другими специалистами в команде. В части практических аспектов обучения наиболее важными определены такие блоки, как изучение реальных случаев и анализа инцидентов, участие в стажировках и практиках в структурах МЧС России, проведение учений и тренингов.

Большая часть респондентов планирует работать по специальности, видят себя в качестве специалистов и руководителей на определенных должностях – преимущественно в структурных подразделениях МЧС России. Ключевым сдерживающим фактором при выборе профессии по специальности респонденты считают низкий уровень заработной платы. Из ответов респондентов следует, что наличие доступной информации о работе (службе) в структурах МЧС России способствовало бы лучшему пониманию перспектив карьерного роста.

Для проверки наличия различий в ответах респондентов, являющихся представителями двух типов вузов в зависимости от ведомственной принадлежности, проведен однофакторный дисперсионный анализ, результаты которого сведены в таблицу 1.

Из таблицы 1 видно, что во всех случаях фактические значения отношения Фишера $F_{\text{факт}}$ меньше критических $F_{\text{крит}}$ и p -значения существенно превышают уровень значимости $\alpha = 0,05$. Следовательно, с вероятностью 95 % принимается гипотеза о том, что ответы респондентов из двух типов вузов на вопросы анкеты существенно не различаются. Поэтому в дальнейшем исследовании рассматривается вся совокупность информации, полученной в результате опроса 364 человек.

Для выявления скрытых тенденций, обнаружения потенциальных проблем, требующих принятия эффективных решений, целесообразно уменьшить размерность анализируемых показателей (при условии минимальных потерь исходной информации) на основании факторного анализа с использованием метода главных компонент. Для этой цели в исследовании применен пакет Statistica, являющийся эффективным инструментом реализации методов многомерного статистического анализа.

Результаты восьмикратного применения факторного анализа с учетом структуры вопросов и конструкции ответов анкеты описаны ниже.

Таблица 1. – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Показатели в соответствии с вопросами анкеты	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{крит}}$	p -значение
Отношение к получению образования в рамках договора о целевом обучении и профессиональной деятельности в соответствии с договором	0,06	5,32	0,42
Отношение к наличию династии МЧС и ее влиянию на выбор вуза и образовательной траектории	0,03	7,71	0,71
Отношение к обучению с применением ДОТ	0,02	18,53	0,49
Предпочтительное соотношение онлайн- и офлайн-обучения	0,17	5,32	0,39
Отношение к наличию диплома вуза МЧС России / гражданского вуза для выстраивания успешной профессиональной карьеры	0,02	5,99	0,10
Планирование трудоустройства по специальности	0,03	7,71	0,68
Планирование трудоустройства в подразделения МЧС России лиц, определившихся с профессиональной деятельностью по специальности	0,09	7,71	0,58
Владение актуальной информацией в области будущей профессиональной деятельности	0,02	7,71	0,71
Приоритетность критериев, влияющих на выбор вуза	0,18	4,26	0,48
Приоритетность критериев, влияющих на выбор направления подготовки	0,002	4,23	0,46
Приоритетность критериев, влияющих на выбор образовательной программы	0,53	4,23	0,27
Приоритетность разделов для усиления образовательной программы	0,29	4,49	0,40
Приоритетность практических аспектов обучения по образовательной программе	0,77	4,49	0,19
Приоритетность критериев, являющихся препятствием для выбора профессии по специальности	0,54	5,32	0,28
Приоритетность дополнительных навыков, необходимых для успешной работы в сфере техносферной безопасности	1,12	4,49	0,15

Применительно к пятнадцати закрытым вопросам первого блока вопросов выделено шесть факторов, которые оказывают влияние на результаты опроса (табл. 2).

Таблица 2. – Объясненная суммарная дисперсия

Показатели	Факторы					
	1	2	3	4	5	6
Собственное значение	2,29	1,65	1,53	1,32	1,22	1,05
Процент общей дисперсии	17,24	10,97	10,22	8,79	8,10	7,03
Кумулятивный процент	17,24	28,22	38,43	47,23	55,33	62,36

Из таблицы 2 видно, что общий процент дисперсии, объясняемый факторами, равен 62,36, т.е. возможно применение шестифакторной модели.

Факторные нагрузки, полученные нормализацией варимакс-критерия (табл. 3), позволяют увидеть факторную структуру и выделить показатели, которые имеют тесную корреляционную связь с факторами (коэффициент корреляции больше 0,7).

Из таблиц 2 и 3 видно, что вес первого фактора составил 17,24 %, он вообрал в себя 14,49 % изменчивости показателей. Фактор тесно коррелирует с показателями с номерами 4 и 5, характеризующими уровень образования и форму обучения. Вес второго фактора составил 10,97 %, он вообрал в себя 10,59 % изменчивости всех показателей. Второй фактор тесно коррелирует с восьмым вопросом, отражающим наличие договора о целевом обучении и планы на построение карьеры. Вес третьего фактора составил 10,22 %, он вообрал в себя 8,79 % изменчивости показателей; тесно коррелирует с седьмым вопросом, характеризующим направление подготовки на предыдущем уровне образования (при наличии). Вес четвертого фактора составил 8,79 %, он вообрал в себя 10,24 % изменчивости показателей; тесно коррелирует с одиннадцатым вопросом, характеризующим отношение респондента к диплому гражданского вуза и вуза МЧС. Вес пятого фактора составил 8,10 %, он вообрал в себя 9,71 % изменчивости показателей. Фактор тесно коррелирует со вторым вопросом, характеризующим пол респондента. Шестой фактор тесно коррелирует с двенадцатым и тринадцатым вопросами, характеризующими отношение респондентов к применению в учебном процессе

ДОТ и наиболее целесообразному соотношению онлайн- и офлайн-обучения. Вес шестого фактора составил 7,03 %, он вобрал в себя 8,55 % изменчивости показателей.

Таблица 3. – Факторные нагрузки

Показатели	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6
	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6
Вопрос 1	–	–	–	–	–	–
Вопрос 2	–	–	–	–	-0,71	–
Вопрос 3	–	–	–	–	–	–
Вопрос 4	0,75	–	–	–	–	–
Вопрос 5	0,83	–	–	–	–	–
Вопрос 6	–	–	–	–	–	–
Вопрос 7	–	–	0,85	–	–	–
Вопрос 8	–	0,80	–	–	–	–
Вопрос 9	–	–	–	–	–	–
Вопрос 10	–	–	–	–	–	–
Вопрос 11	–	–	–	0,79	–	–
Вопрос 12	–	–	–	–	–	0,74
Вопрос 13	–	–	–	–	–	0,79
Вопрос 14	–	–	–	–	–	–
Вопрос 15	–	–	–	–	–	–
Доля общей дисперсии, %	14,49	10,59	8,79	10,24	9,71	8,55

С точки зрения интерпретации полученная модель является вполне адекватной. Результаты применения факторного анализа к исследуемой выборке и двум контрольным подвыборкам, состоящим только из респондентов из числа курсантов вузов МЧС России, а также только из числа студентов гражданских вузов, практически не отличаются – процент объясненной дисперсии варьируется от 61,33 до 62,36, т.е. выделенные факторы являются устойчивыми.

Аналогичным способом построены модели на основании ответов респондентов на вопросы, представленные в таблице 4, из которой следует, что на образовательные траектории по техносферной (пожарной) безопасности, по мнению респондентов, влияют очевидные факторы (перечислены в порядке убывания веса фактора): уровень получаемого образования и форма обучения, наличие возможности обучения по договору о целевом обучении, направление подготовки на предыдущем уровне профессионального образования (при наличии).

Факторы, влияющие на выбор вуза: положительные отзывы знакомых и друзей, расположение вуза, финансовая привлекательность, условия для поступления, хорошая репутация (высокий рейтинг).

Факторы, влияющие на выбор направления подготовки: наличие практических курсов и программ стажировок; квалификация преподавательского состава, в том числе образование, опыт работы, наличие практикующих специалистов в качестве преподавателей, участие преподавателей в научных исследованиях и разработках в области; качество ресурсов и учебных материалов (лаборатории, компьютерные классы).

Факторы, влияющие на выбор образовательной программы: квалификация преподавательского состава; условия для проведения практических занятий / стажировок; наличие современного оборудования и технологий.

Факторами, способствующими усилению образовательной программы, по мнению респондентов, являются: более широкое внедрение информационных технологий в области безопасности; изучение современных технологий в обеспечении безопасности, в том числе изучение возможностей применения беспилотных летательных систем в чрезвычайных ситуациях; изучение специальных технологий оповещения и спасения.

Факторами, способствующими усилению практического блока образовательной программы, необходимого для будущей профессиональной деятельности, по мнению респондентов, являются: формирование навыков анализа, моделирования и прогнозирования

чрезвычайных ситуаций, анализа реальных инцидентов, участие в стажировках / практиках в структурах МЧС России.

Факторами, препятствующими выбору профессии по специальности, респонденты считают недостаток практических навыков / знаний и отсутствие интереса к данной области; недостаточный объем информации и низкий уровень заработной платы.

Таблица 4. – Результаты факторного анализа с использованием метода главных компонент

Вопрос в анкете	Характеристики моделей		
	Общая дисперсия, %	Номера показателей с наибольшими факторными нагрузками	Дисперсия, приходящаяся на фактор, %
Выберите пять из 13 критериев, на основании которых выбрали вуз для поступления, и проранжируйте их	16,41	10 (-0,79)	11,32
	12,10	1 (-0,71)	11,97
	11,24	9 (-0,93)	9,65
	9,54	5 (0,79)	12,48
	8,26	3 (-0,84)	12,15
Выберите пять из 14 критериев, на основании которых выбрали направление подготовки, и проранжируйте их	15,01	12 (-0,83)	9,26
	13,39	5 (-0,78), 6 (-0,67), 7 (-0,66)	13,56
	10,08	2 (-0,73)	11,56
	8,75	3 (-0,91)	8,76
	7,91	11 (-0,80)	10,06
	7,24	10 (-0,77)	9,16
Выберите пять из 14 критериев, на основании которых выбрали образовательную программу, и проранжируйте их	11,12	10 (-0,89)	8,32
	10,42	2 (-0,79), 13 (0,75)	9,23
	10,03	4 (0,70), 14 (-0,73)	9,26
	9,81	12 (-0,87)	9,62
	8,67	8 (0,85)	8,36
	7,93	9 (-0,83)	9,07
Выберите пять из 9 блоков для усиления образовательной программы и проранжируйте их	21,70	2 (0,76)	20,14
	15,01	1 (-0,80), 8 (0,79)	14,64
	13,82	7 (-0,85)	13,74
	12,24	5 (-0,95)	12,89
Выберите пять из 9 наиболее важных практических аспектов обучения и проранжируйте их	20,48	3 (-0,71)	18,25
	16,82	2 (-0,82), 5 (0,70)	14,70
	14,20	4 (-0,92)	14,49
	13,04	7 (-0,96)	14,21
Проранжируйте препятствия для выбора специальности	30,19	3 (0,81), 4 (-0,89)	29,13
	28,62	1 (0,73), 4 (-0,92)	28,21
Выберите пять из 9 дополнительных навыков, необходимых для успешной работы, и проранжируйте их	20,70	5 (-0,72)	17,33
	16,41	6 (0,81), 9 (-0,73)	15,65
	14,20	3 (-0,73)	16,14
	12,96	1 (-0,84)	15,15

Дополнительными навыками, необходимыми для успешной профессиональной деятельности, по мнению респондентов, являются: эффективная коммуникация с коллегами, руководством и общественностью; умение планировать и управлять проектами в области безопасности и умение применять теоретические знания на практике в реальных ситуациях; умение работать в стрессовых ситуациях и вести себя адекватно в экстренных условиях; наличие способности определять потенциальные угрозы и разрабатывать планы по их минимизации.

Устойчивость построенных решений обоснована применением факторного анализа к вышеописанным контрольным подвыборкам. Интервалы изменения процентов объясненной дисперсии являются удовлетворительными, что подтверждает устойчивость всех факторов. Кроме того, все факторы вобрали в себя достаточную долю изменчивости показателей, поэтому представляют интерес для дальнейшего исследования.

Заключение

Данное исследование, проведенное с применением методов многомерного статистического анализа, позволило:

1) установить, что профессиональные предпочтения курсантов вузов МЧС России и студентов гражданских вузов, обучающихся по образовательным программам в области техносферной, в том числе пожарной, безопасности, существенно не различаются;

2) выявить факторы, в том числе латентные, влияющие на профессиональный выбор и образовательные траектории обучающихся.

Авторы считают, что факторы, отражающие мнение респондентов, общность взглядов представителей вузов МЧС России и гражданских вузов по вопросам, связанным с выбором образовательной организации, образовательной программы, умение расставлять четкие приоритеты по устранению пробелов в теоретических знаниях и практических навыках, нацеленность на трудоустройство по специальности и карьерный рост (несмотря на наличие аспектов, препятствующих осуществлению выбора) следует учитывать в кадровой политике территориальных органов ФПС ГПС МЧС России, а также задействовать потенциал гражданских вузов, реализующих образовательные программы в области техносферной (пожарной) безопасности (усилив, при необходимости, отдельные аспекты подготовки), для подготовки востребованного среднего и старшего начальствующего состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Понурко, П. В. Анализ удовлетворения потребности системы МЧС России в выпускниках образовательных организациях высшего образования МЧС России / П.В. Понурко, С.В. Соколов // Актуальные вопросы подготовки кадров в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф., Химки, 23 сент. 2020 г. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России, 2020. – С. 89–94. – EDN: JUXNAO.
2. Кузнецова, М.А. О модели подготовки кадров для государственной противопожарной службы / М.А. Кузнецова, С.Н. Зарипова // Общенаучные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС России: сб. трудов XXXIV Междунар. науч.-практ. конф., Химки, 1 марта 2024 г. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России, 2024. – С. 48–54. – EDN: IABOMD.
3. Лызь, Н.А. Мотивация поступления в вуз как фактор компетентностно-ориентированного обучения / Н.А. Лызь, И.О. Нецадим // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Образование. Педагогические науки». 2018. – Т. 10, № 1. – С. 13–19. – DOI: 10.14529/pecd180102. – EDN: NRLKCV.
4. Могильчак, Е.Л. Выборочный метод в эмпирическом социологическом исследовании: учеб. пособие / Е.Л. Могильчак; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 120 с.

**Профессиональные ориентиры обучающихся как основа формирования
кадрового потенциала ФПС ГПС МЧС России**
**Professional orientations of students as a basis for forming the staffing potential
of the Fire Service of Russian Ministry of Emergency Situations**

Кузнецова Мария Александровна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», кафедра промышленной и экологической безопасности, старший преподаватель

Адрес: ул. К. Маркса, 10,
420111, г. Казань,
Республика Татарстан, Россия
Email: kma-kai@yandex.ru
SPIN-код: 7141-7391

Maria A. Kuznetsova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI», Chair of Industrial and Environmental Safety, Senior Lecturer

Address: K. Marksa str., 10,
420111, Kazan
Republic of Tatarstan, Russia
Email: kma-kai@yandex.ru
ORCID: 0009-0002-4857-4356

Зарипова Сирена Наилевна

доктор технических наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», кафедра промышленной и экологической безопасности, профессор

Адрес: ул. К. Маркса, 10,
420111, г. Казань,
Республика Татарстан, Россия
Email: zsn10@mail.ru
SPIN-код: 9353-5607

Sirena N. Zaripova

Grand PhD in Technical Sciences,
Associate Professor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI», Chair of Industrial and Environmental Safety, Professor

Address: K. Marksa str., 10,
420111, Kazan
Republic of Tatarstan, Russia
Email: zsn10@mail.ru
ORCID: 0000-0001-9654-8422

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2025.9-2.240>

EDN: <https://elibrary.ru/QKCNXQ>

PROFESSIONAL ORIENTATIONS OF STUDENTS AS A BASIS FOR FORMING THE STAFFING POTENTIAL OF THE FIRE SERVICE OF RUSSIAN MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS

Kuznetsova M.A., Zaripova S.N.

Purpose. The paper aims to identify key factors influencing professional choice and educational preferences among cadets of departmental educational institutions of the Ministry of Emergency Situations of Russia and students of civilian universities studying in the fields «Technospheric safety» and «Fire safety», in order to improve the training system for personnel of Federal Fire Service of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

Methods. A sociological study was conducted using a questionnaire method followed by statistical data processing. Factor analysis was employed using the principal component method to reveal hidden interconnections between various aspects of professional choice.

Findings. There are no significant differences in the professional preferences of cadets of higher education institutions of the Russian Ministry of Emergency Situations and students of civilian higher education institutions studying on educational programmes in the field of technosphere including fire safety; the factors common to cadets of higher education institutions of the Russian Ministry of Emergency Situations and students of civilian higher education institutions that influence their professional choice and educational trajectories were identified. When choosing an educational organization, students take into account geographical accessibility, reputation, quality of the educational process, and financial attractiveness. Special emphasis is placed on the practical component of education. A contradiction was identified between expressed professional motivation and existing inhibiting factors, among which the most significant one is the level of remuneration.

Application field of research. The obtained results have significant practical potential for the management bodies of the Ministry of Emergency Situations of Russia and educational organizations. The main areas for utilization include: designing modular educational programs with an enhanced practical component; developing a differentiated system of motivation and stimulation of future specialists; creating network models of interaction between territorial units of the Federal Fire Service and specialized university departments; optimizing the system of career guidance activities based on identified motivational profiles.

Keywords: professional self-determination, educational trajectories, personnel support, technospheric safety, fire safety, motivation for career choice, analysis of variance, factor analysis.

(The date of submitting: March 9, 2025)

REFERENCES

1. Ponurko P.V., Sokolov S.V. Analiz udovletvoreniya potrebnosti sistemy MChS Rossii v vypusnikakh obrazovatel'nykh organizatsiyakh vysshego obrazovaniya MChS Rossii [Analysis of the satisfaction of the needs of the EMERCOM of Russia system for graduates of higher education institutions of the EMERCOM of Russia]. *Proc. of All-Russian scientific-practical conf. «Aktual'nye voprosy podgotovki kadrov v oblasti grazhdanskoy oborony, preduprezhdeniya i likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy»*, Khimki, September 23, 2020. Khimki: Academy of Civil Protection of EMERCOM of Russia, 2020. Pp. 89–94. (rus). EDN: JUXNAO.
2. Kuznetsova M.A., Zaripova S.N. O modeli podgotovki kadrov dlya gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby [On the training model for the State Fire Service]. *Proc. of XXXIV Intern. scientific-practical conf. «Obshchenauchnye problemy inzhenernoy podgotovki kadrov MChS Rossii»*, Khimki, March 1, 2024. Khimki: Academy of Civil Protection of EMERCOM of Russia, 2024. Pp. 48–54. (rus). EDN: IABOMD.
3. Lyz' N.A., Neshchadim I.O. Motivatsiya postupleniya v vuz kak faktor kompetentnostno-orientirovannogo obucheniya [Motivation to enter university as a factor of competence-based education]. *Bulletin of the South Ural State University. Series «Education. Pedagogical Sciences»*, 2018. Vol. 10, No. 1. Pp. 13–19. (rus). DOI: 10.14529/ped180102. EDN: NRLKCV.
4. Mogil'chak E.L. Vyborochnyy metod v empiricheskoy sotsiologicheskoy issledovanii [Sampling method in empirical sociological research]: tutorial. Yekaterinburg: Ural Federal University, 2015. 120 p. (rus).

Copyright © 2025 Kuznetsova M.A., Zaripova S.N.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Закалинская К.В., Суриков А.В., Зайнудинова Н.В.

Цель. Изучить теоретические аспекты создания электронных средств обучения для детей младшего школьного возраста, включая психолого-педагогические особенности и отличительные признаки геймификации в образовании, а также влияние электронных устройств на развитие детей данной возрастной группы, и определить основные подходы к проектированию указанного методического обеспечения.

Методы. Общая методология работы предусматривала использование теоретических методов исследования (анализ и синтез) и социологического метода получения информации.

Результаты. Проведен обзор и анализ научных и литературных источников, посвященных психолого-педагогическим особенностям и отличительным признакам геймификации в образовании, а также влиянию электронных устройств на развитие детей младшего школьного возраста. Представлены результаты исследования мнения родителей младших школьников об использовании в жизни их детей электронных устройств. Определены основные подходы к проектированию электронных средств обучения, предназначенных для формирования культуры безопасности жизнедеятельности детей младшего школьного возраста.

Область применения исследований. Полученные результаты исследований могут быть применены при проектировании и создании электронных средств обучения детей младшего школьного возраста вопросам безопасности жизнедеятельности.

Ключевые слова: дети младшего школьного возраста, безопасность жизнедеятельности, электронные средства обучения, геймификация.

(Поступила в редакцию 18 марта 2025 г.)

Введение

Постоянный поиск и внедрение новых средств и креативных форм обучения являются одним из основных направлений деятельности органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (далее – ОПЧС) в сфере пропаганды безопасности жизнедеятельности населения на современном этапе. Очевидно, что без детального анализа статистических данных о причинах и условиях, способствовавших гибели людей в результате чрезвычайных ситуаций, невозможно адекватно разрабатывать действенные меры, направленные на их профилактику, в том числе на обучение граждан.

По данным ведомственного учета МЧС Беларуси в период с 2015 по 2024 г. в результате пожаров на территории республики погибло 73 ребенка. В структуре причин возникновения пожаров, приведших к гибели детей, преобладают причины, связанные с так называемым человеческим фактором. В частности, 26 % случаев гибели детей были связаны с неосторожным обращением с огнем со стороны взрослых, 29 % – по причине шалости детей, на долю же технических причин, связанных с различным электротехническим, газовым оборудованием, печным отоплением и т.д., пришлось 45 % пожаров. При этом в 39 из 40 случаев гибель детей по причинам, связанным с человеческим фактором, произошла на объектах жилищного фонда. В качестве источников зажигания, приведших к пожарам по причине шалости детей с огнем, были установлены непотушенные спички (62 %) и зажигалки (38 %).

Зафиксированные сведения о возрасте погибших детей свидетельствуют о том, что к наиболее уязвимой категории относятся дети дошкольного и младшего школьного возраста (71 и 19 % соответственно). К основным условиям, приведшим к гибели детей указанной возрастной группы по причине шалости с огнем, относятся оставление их без присмотра

(в 53 % случаев), при этом во всех случаях причинами оставления детей без присмотра являлись либо невнимательность лиц, присматривающих за ребенком, либо неисполнение родителями обязанностей по воспитанию детей.

В разрезе рассматриваемых причин пожаров как условия, способствовавшие гибели детей, зарегистрированы также случаи возникновения паники и выполнения неправильных действий при пожаре (21 %). Соответственно, на прочие условия (сон, болезни и т.д.) приходится около 26 % случаев гибели.

Таким образом, основываясь на данных статистики, становится очевидной необходимость дальнейшего совершенствования форм реализации информационно-пропагандистской работы, проводимой работниками органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям, о безопасном поведении в быту в отношении как детей, так и взрослых. При этом необходимо акцентировать внимание родителей на вопросах недопустимости оставления детей без присмотра, недопущения использования источников огня малолетними, ответственности родителей за ненадлежащее воспитание и содержание детей, а также правильности выполнения действий в случае возникновения пожара.

Обращаясь к вопросу безопасности людей на водных объектах, следует отметить, что за последние 3 года в республике зафиксировано 70 случаев гибели несовершеннолетних. Подавляющее количество трагических случаев произошло в летние месяцы, что связано с благоприятной погодой и началом летних каникул.

Данные статистики свидетельствуют, что более четверти погибших детей (26 %) были в возрасте от 6 до 10 лет, т.е. являлись младшими школьниками. Гибель детей происходила в основном при купании (56 %) либо по причине падения в воду (22 %). При этом 11 % детей погибло в результате падения в воду со льда. Говоря о несчастных случаях, произошедших в летние периоды, следует отметить, что практически все трагедии (94 %) произошли на водных объектах, не оборудованных для купания.

По данным ОСВОД, основной причиной гибели детей до 10 лет является оставление их без присмотра родителями. Зафиксирован ряд случаев гибели, произошедших либо вследствие использования плавательных средств непромышленного изготовления (самодельные плоты), либо пренебрежения правилами применения плавательных средств промышленного изготовления (использование надувных матрасов).

Резюмируя изложенное относительно безопасного поведения на водах, при проведении пропагандистских мероприятий в отношении детей младшего школьного возраста необходимо формировать знания по посещению водных объектов и проведению отдыха исключительно в сопровождении взрослых, купании только в специально предназначенных местах, в том числе исключению посещения водных объектов, не предназначенных для купания (технических водоемов, карьеров и т.д.), недопустимости использования плавательных средств, не приспособленных для этих целей, опасности нахождения на и вблизи водоемов в периоды становления и интенсивного таяния льда.

Анализ статистических данных показывает, что к наиболее уязвимой возрастной группе, подверженной максимальному риску гибели от пожаров и на водных объектах, относятся дети дошкольного и школьного возраста. Указанное определяет необходимость адресного совершенствования применяемых методов профилактической работы, в том числе средств обучения. Как известно, современные дошкольники и младшие школьники максимально интегрированы в цифровую среду. По нашему мнению, разработка специализированного образовательного контента и электронных средств обучения, посвященных проблематике безопасности жизнедеятельности, может стать эффективным средством для повышения информированности детей о данных вопросах.

Настоящая работа посвящена изучению теоретических аспектов создания электронных средств обучения для детей младшего школьного возраста, включая их психолого-педагогические особенности и особенности геймификации в образовании, а также влияния

электронных устройств на развитие детей, и определению основных подходов к проектированию указанного методического обеспечения.

Основная часть

Психолого-педагогические особенности обучения младших школьников. Подавляющее число исследователей, обращаясь к проблематике педагогических особенностей обучения детей младшего школьного возраста, опираются на теорию поколений. При этом само понятие «поколение» определяется как объединение людей с общими признаками, такими как идентичный хронологический период жизни, схожие социокультурные условия развития, знаковые события и обстоятельства жизни, что благоприятствует формированию единодушия и близких мнений [1].

Наиболее часто упоминающаяся теория поколений является теория У. Штраусса (W. Strauss) и Н. Хау (N. Howe) (далее – теория Штраусса – Хау), определяющая поколение как группу людей, живущих в определенную историческую эпоху, разделяющих общие взгляды и жизненные принципы и испытывающих чувство принадлежности к поколению [2].

Следует отметить, что вышеупомянутая теория не является единственной. Обзор ряда других теорий приведен в работах [2; 3]. В частности, авторами указывается, что теории отличаются временными интервалами рождения представителей различных поколений [4; 5], обоснованием определения указанных интервалов (например, значимые для мировой и советской истории события, принятие в качестве точки отсчета перестроечных событий в СССР) и рядом других особенностей [3].

Вместе с тем наиболее популярной теорией на современном этапе остается теория Штраусса – Хау. Следует отметить, что самой теорией последнее поколение установлено как поколение, рожденное позднее 2001 г. – поколение Z. Однако социологом М. МакКриндлом (Mark McCrindle) введена дефиниция «поколение Альфа» – дети, родившиеся после 2010 г. [1]. Соответственно, целевая аудитория обучающихся, рассматриваемая в настоящей работе, относится к поколению Альфа.

В работе [3] авторами определены следующие ключевые особенности, свойственные детям поколения Альфа, которые, по нашему мнению, должны учитываться при решении задач по совершенствованию методического обеспечения, предназначенного для их обучения:

- детям свойственна способность к быстрой обработке информации, что обусловлено привычным для них большим информационным потоком;
- дети способны решать несколько задач одновременно, что может в итоге отрицательно влиять на их концентрацию;
- предпочтение восприятия информации в виде коротких видеофрагментов, изображений и инфографики;
- дети с самого рождения окружены гаджетами, хорошо умеют ими пользоваться, их развитие происходит в условиях тотальной цифровизации.

Одновременно авторами работы [3] утверждается, что указанные особенности «развивают привычку к быстрому и поверхностному восприятию информации, что может препятствовать развитию глубокого анализа и критического мышления», а «постоянное использование готовых шаблонов и инструментов для решения задач может привести к уменьшению способности поколения Альфа к аналитическому мышлению и поиску креативных решений».

Вышеперечисленные проблемы подчеркивают необходимость участия в образовательном процессе опытных людей, которые могут помочь сориентироваться детям в огромном потоке окружающей их информации, а используемый при этом педагогический инструментарий должен быть максимально разнообразным. Указанное положение, без сомнения,

относится и к деятельности работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям в процессе формирования культуры безопасности жизнедеятельности при работе с младшими школьниками. В той же работе [3] авторами подчеркивается важность в преодолении проблем развития мышления у поколения Альфа путем активного использования образовательных игр и интерактивных методов, которые способствуют развитию критического мышления через практическое применение знаний.

Исходя из рассмотренных выше особенностей поколения Альфа, следует отметить, что для лучшего восприятия игрового контента необходимо учитывать временные показатели выполнения различных заданий и избегать излишней его перегруженности.

В работе [2] автором на основе особенностей поколения Альфа сформулированы образовательные запросы, среди которых ключевым является применение цифровых технологий с одновременным соблюдением баланса в их использовании, возможность взаимодействия детей с другими учениками, а также вовлечение в образовательный процесс родителей. Отметим, что младшими школьниками лучше всего воспринимается визуализированная информация, связанная с эмоциями и яркими образами.

К вопросу активного влияния родителей на время, проводимое детьми за использованием различных цифровых устройств, обращаются и авторы работы [6], подчеркивая, что для того, чтобы уберечь детей от недостатков в развитии, необходимо поощрять их увлечения в физическом мире.

Результаты проведенного обзора литературных источников показывают, что одним из направлений работы по совершенствованию методического обеспечения, предназначенного для детей младшего школьного возраста при формировании культуры безопасности жизнедеятельности, может быть расширение применяемого работниками ОПЧС педагогического инструментария.

Опираясь на положения теории поколений, для целевой аудитории настоящей работы, по нашему мнению, оптимальным является разработка интерактивных образовательных игр на основе цифровых технологий. В связи с этим для целенаправленной работы по созданию образовательного контента необходимо рассмотрение особенностей геймификации в образовании младших школьников.

Особенности геймификации в образовании младших школьников. Применение игровых технологий в процессе обучения является далеко не новым в образовательном процессе. Как отмечается в работе [7], «игра – проверенное веками дидактическое средство, которое совершенствовалось, приобретало новые формы вместе с развитием человечества».

Обращаясь к вопросу применения цифровых технологий в образовании младших школьников, современные исследователи определяют их как способ организации учебно-воспитательного процесса, основанный на частичном или полном использовании цифровых методов обучения, к которым в числе прочих относится геймификация [8].

Непосредственно понятие «геймификация» учеными чаще всего рассматривается как «применение подходов, характерных для компьютерных игр в программных инструментах для неигровых процессов с целью привлечения пользователей, потребителей и обучающихся, повышения их вовлеченности в решение прикладных задач, использование продуктов, услуг» [9; 10].

Однако следует отметить, что непосредственно идея геймификации не замыкается исключительно на компьютерных технологиях. В частности, авторами работы [10] отмечается, что она пришла из бизнес-среды как эффективное средство маркетинговых решений, управления персоналом и т.д. При этом инструменты, используемые при применении данной технологии, не новы [11]. Вместе с тем она позволяет оказывать влияние на поведение человека, что обусловлено заложенной в технологию методологией правильной мотивации, основанной на анализе его поведения [10].

В работе [13] отмечается, что для цифровой образовательной геймификации характерно изучение образовательных вопросов «в созданном или создаваемом виртуальном игровом пространстве, обладающем яркой визуализацией, интерактивностью, быстрой обратной связью в целях повышения вовлеченности и мотивации без изменения образовательного процесса».

В пользу использования геймификации при обучении младших школьников склоняется значительное число исследователей. В работе [12] указывается на перспективность применения технологии для развития креативного мышления детей. Геймификация является эффективным инструментом в повышении мотивации, стимулировании активности, внимания и улучшении производительности обучающихся [13].

Вместе с тем ряд исследователей допускают критику рассматриваемого подхода в обучении. Так, ссылаясь на работы зарубежных ученых, в работе [14] указывается, что отрицательный эффект от геймификации может складываться в результате сложного интерфейса и навигации, а также некачественной графики.

Автором работы [9] отмечается, что дисбалансу между формированием знаний и привлечением может способствовать превалирующий соревновательный эффект. Поэтому применение игр для обучения должно осуществляться для конкретизации и обобщения имеющихся у детей знаний. Данный элемент критики, по нашему мнению, все же более характерен для организации непосредственно самого образовательного процесса, чем для геймификации как способа обучения.

Критическое мнение в отношении рассматриваемой технологии основывается на том, что мотивация учеников должна формироваться путем получения новых знаний, в то время как игра основывается на системе вознаграждений и наказаний [14].

Более категоричную позицию занимают авторы работы [11], указывающие, что «стремление превратить работу в развлечение может стать причиной безответственного отношения, обесценивания преодоления трудностей, и какие бы интересные и захватывающие инструменты этого метода не использовались, стоит помнить о том, что все рано или поздно надоест и превратится в рутину, и опять понадобятся новые инструменты для повышения мотивации учащихся».

Следует отметить, что геймификация не равнозначна игре, и она не является сервисом для игр [10]. Задача использования геймификации не сводится к созданию полноценных игр, достаточным является применение определенных игровых фрагментов, что придает ей больше гибкости [10; 15].

Анализируя все положительные и отрицательные аргументы исследователей о применении геймификации в обучении младших школьников, по нашему мнению, оптимальным является согласиться с позицией автора работы [14]. В ней указывается, что наилучшим является ее «чередование с иными способами и формами работы».

Рассматривая существующие методические подходы к созданию цифровых средств обучения, целесообразным является обращение к источникам, в которых рассматриваются элементы, составляющие основу геймификации. В работе [14] отмечается, что ее ключевыми составляющими являются игровые механики и игровые динамики. По мнению автора работы [15], однозначного определения понятия игровой механики не существует. При этом авторы приводят свой взгляд на данное понятие, определяя его как способы, реализующие интерактивное взаимодействие игрока и игры и обеспечивающие реализацию игрового процесса (задачи, обратная связь, награды, очки, квесты и т.д.).

Одновременно в работе [14] механика рассматривается как правила игры, а баллы, ресурсы и награды выделяются в отдельную составляющую геймификации. Относительно игровой динамики авторы определяют ее как ход игры.

Учитывая, что основным назначением любого дидактического средства обучения является развитие у обучающихся учебно-познавательной компетентности, с целью формиро-

вания заданий для разрабатываемой электронной игры нельзя не остановиться на результатах исследований, представленных в статье [16]. В ней авторы выделяют четыре основных направления (типов заданий), способствующих развитию указанной компетентности, которые необходимо учитывать при использовании цифровых ресурсов для обучения младших школьников.

Для развития ценностно-смыслового компонента авторами предлагается использовать различные диалоги с виртуальными персонажами игры, тем самым формируя обратную связь с обучающимся. При составлении диалогов необходимо использовать выражения, по аналогии применяемым педагогами для поддержки мотивации ребенка. В качестве виртуальных героев, например, в работе [15] указывается применение анимационных героев, что обеспечивает лучшую динамику игры и создает более благоприятное эмоциональное воздействие, лучшее восприятие логики событий и предлагаемых для решений заданий.

К вариантам заданий, решение которых будет способствовать когнитивному развитию детей, авторы относят выполнение логических операций, выявление причинно-следственных связей и отношений различных объектов, трансформацию объектов (пространственную или структурную) по алгоритмам, задания на внимание и т.д.

Операционно-деятельностный компонент развития может быть реализован путем управления и координации действий и движений в процессе выполнения алгоритмических заданий. Рефлексивно-оценочный компонент развития реализуется за счет участия педагога [16].

Для повышения мотивации обучающихся при использовании геймификации обязательным условием является дополнительное стимулирование детей в процессе обучения путем внедрения элементов поощрения за верно решенные задания. Это может быть реализовано путем как соответствующих реплик со стороны игровых персонажей, так и начисления игровых баллов, «вручения» бейджей, присваивания игровых званий [10] или вручения символических наград [14].

В качестве основной игровой механики, по нашему мнению, для создания электронной игры целесообразно применение квеста. Данный вариант организации процесса обучения достаточно широко применяется органами и подразделениями по чрезвычайным ситуациям при формировании культуры безопасного поведения с детьми, в том числе младшего школьного возраста, и зарекомендовал себя как достаточно эффективный.

Применительно к электронной игре квест может быть рассмотрен как приключенческая игра, предполагающая решение определенных задач для продвижения по заранее разработанному сюжету. В работе [15] приводятся общие принципы разработки и создания квестов: доступность заданий, системность, эмоциональность, расчет временных рамок заданий, использование разнообразных видов деятельности на каждом из этапов квеста, конечный результат, рефлексия.

Непосредственно технология образовательного квеста в начальном образовании рассмотрена в работе [17]. В указанной работе автором со ссылкой на работы Е.А. Игумновой и И.В. Радецкой приводится алгоритм создания квеста, основанный на логике технологии проблемного обучения (от постановки проблемы до путей ее решения, представления результата и рефлексии). При этом приводится содержание технологической карты, необходимой для реализации данного алгоритма. Так, карта содержит название, направленность квеста, цель и задачи, продолжительность, возраст обучающихся (целевая группа), легенду, квест-героев, основное задание (идею), сюжет и продвижение, задания препятствия, навигаторы, ресурсы, критерии оценивания, итог квеста, образовательный продукт и требования к разработке образовательного квеста.

Следует также отметить, что при разработке цифрового ресурса необходимо учесть особенности влияния на детей младшего школьного возраста электронных устройств с целью минимизации возможных последствий их применения.

Влияние электронных устройств на развитие детей младшего школьного возраста. Применительно к разработке обучающего электронного средства обучения следует отметить, что не существует конкретных рекомендаций, какие электронные игры лучше всего использовать в обучении [18]. Поэтому при его разработке необходимо учитывать результаты исследований, посвященных влиянию электронных устройств (гаджетов) на развитие детей младшего школьного возраста.

Указанному вопросу уделяется значительное внимание учеными, педагогами и психологами. Анализ литературных источников, посвященных исследованию указанного вопроса, показывает, что мнение научного сообщества зачастую весьма противоречиво от резко отрицательного до исключительно положительного.

В целом можно констатировать, что исследования направлены на изучение ряда направлений, среди которых выделяются следующие:

- влияние использования электронных устройств на здоровье детей;
- влияние использования электронных устройств на когнитивные функции организма детей;
- изучение зависимости детей от мобильных устройств и ее профилактика.

Рассматривая результаты исследований о влиянии использования гаджетов на здоровье детей, формируется устойчивая позиция об их негативном воздействии.

В частности, в работе [19] указывается, что к основным проблемам со здоровьем детей относятся аддикция (формирование зависимости от гаджетов) (около 30 %), гипокинезия, проявляющаяся в снижении двигательной активности ребенка (около 25 %). Чрезмерное использование цифровых устройств приводит к значительным проблемам со зрением (около 17 %).

Фиксируются жалобы со стороны нервной системы (повышенная раздражительность, нарушение сна), а также опорно-двигательного аппарата (боли в шее и кистях рук, увеличение нагрузки на позвоночник, ухудшение осанки, застой крови в органах малого таза, ухудшение развития крупной моторики, появление избыточной массы тела) [19; 20]. Немаловажным аспектом также является повышенное воздействие электромагнитного излучения на организм младших школьников.

Достаточно масштабное исследование особенностей использования компьютерных технологий детьми младшего школьного возраста представлено в работе [21]. Авторами было проведено анкетирование родителей и учащихся общеобразовательных школ десяти регионов России, в том числе почти 5000 учеников. Установлено отрицательное влияние интенсивного использования электронных устройств на соблюдение учащимися распорядка дня, проявляющееся в нарушении режима дня (недостаточное время ночного сна, связанное как с его продолжительностью, так и с качеством, ухудшенным повышенной возбудимостью вследствие чрезмерного использования гаджетов) и в связанной с перегрузками статического характера гиподинамией.

Ссылаясь на работу В.Я. Хрыщанович «Влияние гаджетов на наше здоровье», авторы указывают на снижение за счет воздействия электромагнитного излучения концентрации гемоглобина, что проявляется тахикардией, шумами сердца и другими расстройствами. Кроме того, в статье упоминается изложенный в работе [22] факт негативного воздействия электромагнитного излучения гаджетов на головной мозг детей.

Обращаясь к работам, посвященным исследованию влияния электронных устройств на когнитивные функции организма, в первую очередь следует отметить их противоречивость.

В работе [20] отмечается, что в ряде исследований показано положительное влияние занятий на специальных компьютерных тренажерах на развитие памяти. Одновременно указывается, что применение смартфонов отрицательно сказывается на развитии памяти младших школьников. Следует отметить, что в указанном случае речь идет об использовании

детьми гаджетов для выхода в социальные сети в период между уроками, а также применения гаджета в качестве записной книжки (фотографирование необходимой для последующего использования информации, сохранение телефонных номеров и т.д.).

Автор статьи [23] к положительным моментам применения электронных устройств относит практически неограниченный доступ к информации и образовательным ресурсам. Соответственно, к отрицательному воздействию – ограниченность каналов восприятия новой информации (отсутствие тактильного взаимодействия с предметами), а также пониженную творческую активность (невозможность моделирования на цифровом устройстве создания какого-либо объекта своими руками).

В качестве аргументов в пользу превалирования отрицательного воздействия гаджетов авторы работы [20] приводят так называемый эффект цифровой деменции, заключающийся в «снижении функциональных возможностей мозга и ослабления познавательных функций вследствие злоупотребления использованием различных цифровых гаджетов». Указанная особенность обуславливается тем, что дети применяют электронные устройства в основном для развлечения, а использование ими гаджетов в познавательных целях в этом возрасте очень ограничено. Это связано с тем, что для эффективного использования гаджета в целях обучения школьникам необходимо обладать определенными навыками, такими как «точность формулирования запроса в поисковой системе, владение антивирусными средствами безопасности, умение извлекать необходимую информацию из большого массива видео- и аудиоконтента, различать достоверный и недостоверный (фейковый) контент».

Следовательно, для уменьшения данного эффекта необходимо создавать соответствующие условия. По нашему мнению, разработка и внедрение новых образовательных продуктов, направленных на изучение детьми основ безопасности жизнедеятельности, могут способствовать снижению вероятности возникновения рассматриваемого эффекта. Исходя из указанных выше проблемных вопросов, целесообразным видится создание специализированного мобильного приложения и его размещение на официальном ресурсе МЧС. Подобное решение будет способствовать уменьшению необходимости обращения к поисковым системам (за исключением первоначального поиска и установки приложения на мобильное устройство), а также необходимости поиска и фильтрации контента.

В работе [24] автор со ссылками на исследования российских и зарубежных авторов приводит следующие отрицательные аспекты влияния цифровых устройств на когнитивные функции младших школьников: формирование клипового мышления, ухудшение памяти, рассеянность, снижение развития воображения и др. Вместе с тем в работе представлены и положительные эффекты: развитие пространственного, интуитивно-логического мышления, повышение умственной работоспособности, стимуляция познавательного интереса, повышение самостоятельности в приобретении знаний и ряд других. При этом в отличие от многих других исследователей профессор С.П. Елшанский в своей работе предлагает конкретные методологические подходы для разработки технологий повышения когнитивной эффективности обучения и снижения негативного влияния цифровизации.

Одним из предлагаемых решений является применение специальных приложений для смартфонов с целью эффективного сохранения знаний в долговременной памяти учащегося.

К вопросу изучения особенностей структуры интеллекта младших школьников, обучаемых посредством гаджетов, обращаются авторы работы [18]. В результате эмпирических исследований авторы приходят к выводам, что в целом структура интеллекта младших школьников, обучаемых посредством гаджетов, отличается от структуры интеллекта тех, кто обучается с помощью традиционных учебных пособий.

В частности, при обучении с применением гаджетов установлено, что ребенок «вначале работает быстро и безошибочно, но постепенно у него снижается скорость и увеличивается количество ошибок. При этом увеличение числа ошибок не приводит к повышению числа контрольных и корректирующих операций по ходу выполнения действия». Авторы

предполагают, что «это связано с установкой на то, что коррекцию ошибочного действия возможно осуществить позже, при оценке успешности учебной работы в целом».

Для детей характерно интуитивное понятийное мышление, т.е. «ребенок воспринимает содержание текста преимущественно образно и не может четко выделить его смысл. Он как бы чувствует, о чем речь, но испытывает сложности вербализировать мысль, используя синтаксические структуры. Возможной причиной данного явления является быстрое понимание главного, смысла познаваемого явления, что избавляет от необходимости детального анализа взаимосвязи между элементами познаваемой реальности за счет симультанного распознавания, состоящего в свертывании процессов анализа и установление на их основе целостных оптимальных признаков изучаемого явления».

Как и в работе [24], авторами выявлена выраженность пространственного мышления, которая «свидетельствует о том, что ребенок воспринимает содержание текста преимущественно образно и не может четко выделить его смысл».

Дополнительно необходимо остановиться на вопросе влияния использования гаджетов на внимание младших школьников. В частности, в работе [20] указывается, что современные дети младшего школьного возраста, как правило, имеют способность к концентрации внимания на одном объекте на время, не превышающее 8 секунд. Сосредоточение же внимание детей на компьютерных играх обеспечивается путем частой смены объектов, что приводит к искажению развития внимания. Чрезмерная перегрузка в образовательном контенте визуальных типов предоставления информации (различных графиков, схем и т.д.) способствует повышению риска затруднения осознания ее сути.

Основываясь на указанных особенностях влияния гаджетов на внимание младших школьников, при формировании концепции и сценария образовательного мобильного приложения по основам безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдать баланс графической и текстовой информации, а сложность формулируемых задач должна быть адекватна возрасту обучающихся.

К дополнительным когнитивным особенностям детей младшего школьного возраста авторы работы [20] относят ограниченный словарный запас, что, как уже отмечалось ранее, также было установлено в работе [18]. Следовательно, при разработке обучающего контента применяемая терминология и стиль взаимодействия должны быть максимально доступны для целевой аудитории.

Рассматривая вопрос зависимости младших школьников от гаджетов и Интернета, исследователи отмечают наличие ее признаков у порядка 30 % детей [25; 26].

Сама зависимость определяется как «дезадаптивное поведение при использовании медиа, характеризующееся чрезмерным пристрастием к гаджетам, слабым контролем и нарушением повседневной деятельности» [27]. При этом отмечается, что порядка 40 % детей используют гаджеты для игр. К сожалению, выводы указанных работ либо лишь констатируют наличие проблемы, либо сводятся к тому, что родители зачастую поощряют увлечение детей (покупают гаджеты, не осуществляют должного контроля).

Вместе с тем в ряде работ (например, [28; 29]) авторами приводятся конкретные рекомендации для родителей по снижению негативного влияния гаджетов для их детей. К основному принципу из предлагаемых рекомендаций можно отнести использование устройств как средства обучения под контролем родителей (совместное изучение и использование развивающих приложений, ограничение применения гаджетов по времени и т.д.).

Очевидно, что проблема зависимости от гаджетов существует, вместе с тем разработка мер профилактики данного явления не входит в задачи настоящей работы. По нашему мнению, разработка специализированного обучающего контента по безопасному поведению детей в различных ситуациях может способствовать некоторому смещению интереса младших школьников в сторону увеличения использования электронных игр, содержащих полезную, в первую очередь для их же собственной жизни, информацию.

Для учета мнения родителей представляется необходимым изучение их точки зрения на возможность использования электронной игры при формировании культуры безопасности жизнедеятельности детей младшего школьного возраста.

Из проведенного обзора литературных источников становится очевидным, что реализация процесса обучения без применения современных цифровых устройств просто невозможна. Однозначным является и то, что для снижения негативного влияния гаджетов на организм ребенка необходимо «дозированное» использование устройств. Конечно же, идеальным представляется применение смартфонов, планшетов и других гаджетов исключительно в познавательных целях. Однако реалии таковы, что необходимо создавать условия для смещения акцентов применения современных технологий в пользу образовательного контента, более привлекательного для детей.

Принимая во внимание то, что определяющую роль в профилактике негативного влияния гаджетов на организм детей играют родители, представляется целесообразным проведение социологического исследования о возможности использования электронной игры при формировании культуры безопасности жизнедеятельности детей младшего школьного возраста.

Исследование мнения родителей и детей младшего школьного возраста о применении электронных средств обучения. В ходе выполнения настоящей работы было проведено исследование мнения родителей младших школьников об использовании в жизни их детей электронных устройств.

Исследование, в котором приняло участие 102 законных представителя учащихся 1–4 классов, проводилось методом анкетного опроса на базе ГУО «Гимназия № 5 имени встречи Героев на Эльбе» г. Минска. Среди анкетированных 60 % родителей были в возрасте 27–33 лет (первый ребенок в семье), 35 % – 34–37 лет (второй ребенок в семье), возраст 5 % родителей составлял старше 38 лет (третий и последующий ребенок в семье). В ходе опроса применялась специально разработанная в рамках настоящей работы анкета.

В результате анкетирования было установлено, что 88 % опрошенных родителей указали на то, что их дети умеют пользоваться гаджетами. При этом 64 % детей самостоятельно проявляют интерес к их использованию 2–3 раза в день, 18 % – 6–7 раз, а 12 % – не проявляют интереса и не вспоминают о них. В качестве своих вариантов ответов респонденты предлагали следующие: умеет пользоваться, но с трудом; пользуется гаджетами дольше по продолжительности в выходные дни; не пользуется вовсе.

Относительно распределения времени использования гаджетов были получены следующие сведения: 30 % детей применяют цифровые устройства до 20 минут в день, от 1 до 1,5 часов – используют 51 % детей, 19 % применяют гаджеты более 2 часов в день. Следует отметить, что последнее превышает рекомендуемую врачами-гигиенистами продолжительность работы на цифровых устройствах для данной возрастной группы [19].

Ожидаемо было установлено, что чаще всего гаджеты применяются в развлекательных целях (76 % – игры). Вместе с тем 53 % родителей указали, что дети используют развивающие мобильные приложения.

Отдельного внимания заслуживают результаты анкетирования, которые можно объединить как группу «отношение родителей к применению гаджетов детьми». В частности, 59 % респондентов на вопрос «Поощряете ли Вы увлеченность современных детей гаджетами?» ответили отрицательно. Вместе с тем у 69 % родителей применение ребенком гаджетов не вызывает беспокойства. Совместное проведение времени за использованием цифровых устройств было отмечено со стороны 53 % опрошенных, что абсолютно соответствует показателю по доле применения развивающих приложений детьми. К сожалению, формат проведенного исследования не позволил соотнести последние два факта, тем не менее, по нашему мнению, указанное может свидетельствовать о том, что внимательное отношение родителей к применению гаджетов может способствовать смещению акцента применения

цифровых устройств от сугубо развлекательных целей в сторону их использования для решения образовательных задач.

Противоречивым фактом, выявленным в ходе проведенного опроса, стало мнение родителей о положительности влияния гаджетов на жизнь ребенка. Так, 74 % респондентов высказали мнение о положительном влиянии цифровых устройств на детей и примерно столько же (73 %) о том, что использование гаджетов способствует вызову интереса в изучении какого-либо предмета (вопроса). Среди своих вариантов ответов родители предлагали следующее:

- на вопрос «Поощряете ли Вы увлеченность современных детей гаджетами?» в основном описывался вред здоровью, который приносят гаджеты (привыкание, ухудшение зрения, потеря интереса к реальной жизни, негативное влияние на нервную систему и прочие факторы). Вместе с тем некоторые родители указали на необходимость умения использовать подобные современные устройства в современном мире, ведь они могут стать помощниками для достижения успеха;

- на вопрос «Считаете ли Вы, что использование гаджетов способствует вызову интереса в изучении какого-либо предмета (вопроса)?» законные представители отвечают положительно и поясняют, что использование приложений с развивающим контентом с доступным пониманию ребенка интерфейсом позволяет заинтересовать современного ребенка обучением.

Обсуждение результатов. Проведенный обзор и анализ литературных источников показывает, что разработка игровых электронных средств обучения детей младшего школьного возраста, в том числе обучения вопросам безопасности жизнедеятельности, является актуальной задачей. Одновременно можно выделить следующие аспекты, которые необходимо учитывать при проектировании указанных дидактических средств:

- при разработке сценария образовательной игры необходимо учитывать особенность детей младшего школьного возраста по продолжительности выполнения различных заданий, т.е. избегать излишней перегруженности образовательного контента;

- в качестве действующих персонажей целесообразно использовать яркие запоминающиеся образы, хорошо известные целевой аудитории. По нашему мнению, для реализации данного положения при создании электронного средства обучения, предназначенного для формирования культуры безопасности жизнедеятельности младших школьников, наиболее целесообразным является использование персонажей мультипликационного фильма «Спецотряд 112» как наиболее актуального тематического контента для детей данной возрастной категории. Взятие за основу данного контента в качестве сюжетной линии разрабатываемого дидактического средства может способствовать более глубокому и комплексному погружению детей в вопросы безопасности, т.к. они будут выступать в качестве помощников спасателей и смогут больше узнать об их работе. Одновременно можно отметить, что подобный подход может способствовать популяризации спасательного ведомства.

Сформулируем выводы, которые следует учесть при разработке электронного средства обучения:

- для снижения потенциальных рисков при работе с интернет-ресурсами более предпочтительным видится создание специализированного мобильного приложения интерактивной образовательной игры с возможностью его использования на стандартных операционных системах, применяемых в современных мобильных цифровых устройствах (мобильных телефонах, планшетах);

- при формировании концепции и сценария мобильного приложения необходимо учитывать особенности концентрации внимания младших школьников, соблюдая при этом баланс графической и текстовой информации, а также сложности формулируемых задач;

- интерфейс и навигация работы должны быть интуитивно понятны для детей младшего школьного возраста;

- графическая часть должна отвечать высоким требованиям;

– для формирования учебно-познавательной компетентности при формировании заданий квеста необходимо учитывать особенности развития ее ценностно-смыслового, когнитивного и операционно-деятельностного компонентов;

– содержательный компонент должен быть сфокусирован на конкретизации и обобщении имеющихся у детей знаний. Среди основных направлений содержания разрабатываемого приложения целесообразно выделить следующие: пожарная безопасность (в том числе действия при пожаре), безопасность на водах. Очевидно, что указанные направления не охватывают всю полноту вопроса безопасности. Однако, руководствуясь приведенным выше положением об исключении перегруженности образовательного контента, по нашему мнению, перечисленные направления могут быть дополнены еще несколькими (например, вопросами безопасных условий для проведения досуга, поведения в лесу). Следует отметить, что предлагаемые образовательные вопросы предусмотрены учебной программой по предмету «Основы безопасности жизнедеятельности» для II–V классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания, утвержденной постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 19 июля 2023 г. № 199. Для того чтобы расширить представление детей и их родителей о масштабности и разнообразии вопросов личной безопасности в разрабатываемом приложении целесообразно предусмотреть отдельный блок вопросов, который мог бы способствовать повышению интереса целевой аудитории к деятельности образовательных центров МЧС;

– терминология и стиль взаимодействия с пользователем должны быть максимально доступны для целевой аудитории;

– в качестве основной игровой механики перспективным представляется использование образовательного квеста;

– для повышения мотивации детей необходимо предусмотреть систему их поощрений за верно решенные задания;

– за основу технологии создания образовательного квеста целесообразно принять общепринятые методологические подходы, основанные на разработке технологической карты образовательного продукта с последующей ее цифровизацией.

Проведенное исследование мнения родителей и детей младшего школьного возраста о применении электронных средств обучения основам безопасности жизнедеятельности показало, что подавляющее большинство детей младшего школьного возраста используют гаджеты. В основном устройства применяются для развлекательных целей. Одновременно около половины родителей утверждают, что в том числе с помощью гаджетов дети используют и развивающие приложения.

Выявлено противоречие в отношении законных представителей детей к применению цифровых устройств детьми. С одной стороны, почти 60 % родителей не поощряют использование гаджетов, при этом у 69 % опрошенных их применение не вызывает беспокойства. С другой стороны, подавляющее большинство (более 70 %) считает, что цифровые устройства положительно влияют на детей и способствуют их мотивации к приобретению новых знаний.

По нашему мнению, полученные результаты свидетельствуют о правильности и перспективности выбранного в настоящей работе средства обучения основам безопасности жизнедеятельности. Как уже отмечалось, создание мобильного приложения, отвечающего современным техническим требованиям, учитывающего психолого-педагогические особенности современных детей младшего школьного возраста, во-первых, расширит спектр применяемых работниками органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям средств обучения, а во-вторых, может способствовать смещению акцентов применения гаджетов от развлекательного вектора к образовательному.

Заключение

Проведенный обзор и анализ научных и литературных источников показал, что одним из путей совершенствования методического обеспечения по работе с детьми младшего школьного возраста при формировании культуры безопасности жизнедеятельности является разработка интерактивных образовательных игр на основе цифровых технологий.

Для снижения рисков, возникающих при использовании детьми информационных ресурсов сети Интернет, оптимальным является создание мобильного приложения, адаптированного под наиболее распространенные операционные системы, применяемые в современных мобильных цифровых устройствах.

При разработке сценария образовательной игры для развития ценностно-смыслового компонента учебно-познавательной компетентности целесообразно выбрать анимированных героев, хорошо известных целевой аудитории, применять яркие запоминающиеся образы. Указанное может быть реализовано путем взятия за основу в качестве сюжетной линии разрабатываемого средства обучения персонажей мультипликационного фильма «Спецотряд 112».

При проектировании взаимодействия персонажей с пользователем необходимо использовать выражения, свойственные применяемым педагогами для поддержки мотивации детей, терминология и стиль взаимодействия с пользователем должны быть максимально доступны. Для дополнительного повышения мотивации детей целесообразно предусмотреть систему поощрений участников игры за верно решенные задания.

Для развития когнитивного компонента учебно-познавательной компетентности детей следует применять такие задания, как выполнение логических операций, выявление причинно-следственных связей и отношений различных объектов, трансформация объектов (пространственная или структурная) по алгоритмам, задания на внимание и т.д., при этом следует избегать излишней перегруженности образовательного контента. Содержательный компонент должен быть сфокусирован на конкретизации и обобщении имеющихся у детей знаний, при этом необходимо учитывать особенности концентрации внимания младших школьников, соблюдая при этом баланс графической и текстовой информации, а также сложности формулируемых задач.

Развитие операционно-деятельностного компонента учебно-познавательной компетентности детей может быть реализовано за счет управления и координации действий и движений в процессе выполнения алгоритмических заданий.

В качестве основной игровой механики перспективным представляется использование образовательного квеста. Графический интерфейс приложения должен отвечать высоким требованиям, а навигация работы быть интуитивно понятной для целевой аудитории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прозументик, О.В. Вхождение «поколения альфа» в мир (на примере программы «Есть контакт! Строим отношения с миром») / О.В. Прозументик, М.Ю. Наумова // Пермский педагогический журнал. – 2021. – № 12. – С. 85–90. – EDN: LGFIGB.
2. Медведовская, Н.С. Обучение младших школьников: новые подходы в условиях поколений Z и Альфа / Н.С. Медведовская // Вестник науки. – 2024. – Т. 3, № 6 (75). – С. 800–807. – EDN: FZYNDG.
3. Мухаметзянова, Ф.Г. Размышления о новых поколениях обучающихся и особенности поколения Альфа в глобальном образовании / Ф.Г. Мухаметзянова, К.И. Степанова // Глобальная экономика и образование. – 2021. – № 1 (2). – С. 42–50. – EDN: LNTNNG.
4. Воронцова, Ю.А. Теоретическая основа теории поколений / Ю.А. Воронцова // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2016. – № 3 (72). – С. 268–273. – EDN: XCINBR.
5. Васильева, В.А. Теория Штрауса – Хау и другие поколенческие концепции как основа для анализа феномена плагиата в студенческой среде / В.А. Васильева // Социально-гуманитарные знания. – 2023. – № 7. – С. 13–18. – EDN: VDUBRP.

6. Мармыш, Ю.В. Мировые педагогические практики и тенденции в XXI веке / Ю.В. Мармыш, И.К. Ключко // *Endless Light in Science*. – 2022. – № 7-7. – С. 17–23. – DOI: 10.24412/2709-1201-2022-17-23. – EDN: WALYFQ.
7. Гусев, И.Е. Исторические основы геймификации: игра, игровые технологии / И.Е. Гусев // *Проблемы современного педагогического образования*. – 2023. – № 78-1. – С. 110–112. – EDN: IQJLJX.
8. Рябикина, В.М. Педагогические условия использования цифровых технологий как средства формирования мотивации у младших школьников к учебной деятельности / В.М. Рябикина // *Мир науки, культуры, образования*. – 2023. – № 1 (98). – С. 34–36. – DOI: 10.24412/1991-5497-2023-198-34-36. – EDN: UOCLAC.
9. Козина, Е.Ф. Геймификация как панацея начального экологического образования / Е.Ф. Козина // *Гуманитарный научный журнал*. – 2019. – № 1. – С. 51–62. – EDN: NTOEBA.
10. Самойлова, Е.С. Формирование информационной культуры младшего школьника средствами игровых технологий в дистанционном обучении / Е.С. Самойлова // *Казанский педагогический журнал*. – 2020. – № 5. – С. 169–175. – EDN: ZOZANV.
11. Добриогло, Л.Г. Проблемы геймифицированного обучения РКИ и методы их решения / Л.Г. Добриогло, В.А. Уставщикова // *Primo aspectu*. – 2024. – № 3 (59). – С. 92–96. – DOI: 10.35211/2500-2635-2024-3-59-92-96. – EDN: IAGFHR.
12. Сайтфутдинова, К.Р. Потенциал образовательных платформ для развития креативности младших школьников в дополнительном образовании / К.Р. Сайтфутдинова // *Эпоха науки*. – 2024. – № 40. – С. 380–384. – DOI: 10.24412/2409-3203-2024-40-380-384. – EDN: ECVZJB.
13. Кузнецова, А.А. Геймификация и сторителлинг как инструменты повышения учебной мотивации младших школьников на онлайн-занятиях / А.А. Кузнецова, Е.В. Афиногенова // *Казанский педагогический журнал*. – 2023. – № 1. – С. 211–218. – DOI: 10.51379/KPJ.2023.158.1.024. – EDN: MTNPDI.
14. Колесникова, А.К. Геймификация: использование игровой механики для обучения школьников основам безопасности в сети Интернет / А.К. Колесникова, О.В. Пшеничная, Е.В. Чернова // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. – 2020. – № 6. – С. 42–56. – DOI: 10.24411/2304-120X-2020-11044. – EDN: TPKZML.
15. Яковлева, Е.В. Игровые механики геймификации в профориентации и профессиональном самоопределении детей разных возрастных групп в системе образования / Е.В. Яковлева, Н.В. Гольцова // *Вестник Череповецкого государственного университета*. – 2022. – № 1 (106). – С. 188–199. – DOI: 10.23859/1994-0637-2022-1-106-16. – EDN: FKYIAG.
16. Алексеева, О.В. Возможности развития учебно-познавательной компетентности младших школьников в виртуальной реальности / О.В. Алексеева, Н.В. Александрова, Т.П. Скворцова // *Научно-педагогическое обозрение*. – 2022. – Вып. 4 (44). – С. 16–24. – DOI: 10.23951/2307-6127-2022-4-16-24. – EDN: CMWKEK.
17. Козлова, Н.А. Технология образовательного квеста в начальном образовании: учеб.-метод. пособие / Н.А. Козлова; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. – Челябинск: Южно-Уральский научный центр РАО, 2020. – 54 с. – ISBN 978-5-907284-98-2.
18. Водяха, С.А. Особенности структуры интеллекта младших школьников, обучаемых посредством гаджетов / С.А. Водяха, Ю.Е. Водяха, С.А. Минюрова // *Педагогическое образование в России*. – 2019. – № 7. – С. 133–140. – DOI: 10.26170/po19-07-18. – EDN: HSZQWG.
19. Курганский, А.М. Медицинские и социально-педагогические риски использования детьми младшего школьного возраста цифровых устройств: эмпирическое исследование / А.М. Курганский, М.П. Гурьянова, П.И. Храмцов // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика*. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 501–525. – DOI: 10.22363/2313-1683-2023-20-3-501-525. – EDN: BQFWMW.
20. Осипова, А.А. Цифровизация в начальной школе: психолого-педагогические проблемы / А.А. Осипова, Н.А. Лысенко, И.А. Бородин // *Инновационная наука: психология, педагогика, дефектология*. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 125–140. – EDN: PXXRQT.
21. Безруких, М.М. Использование электронных устройств во внеурочное время обучающимися начальной школы / М.М. Безруких, Г.Н. Лукьянец, Л.В. Макарова [и др.] // *Отечественная и зарубежная педагогика*. – 2022. – Т. 1, № 5 (87). – С. 46–62. – DOI: 10.24412/2224-0772-2022-87-46-62. – EDN: YCWNLZ.

22. Hutton, J.S. Associations between screen-based media use and brain white matter integrity in preschool-aged children / J.S. Hutton, J. Dudley, T. Horowitz-Kraus [et al.] // JAMA Pediatrics. – 2020. – Vol. 74, No. 1. – Article e193869. – 10 p. – DOI: 10.1001/jamapediatrics.2019.3869.
23. Матвеева, Н.В. Влияние гаджетов на развитие памяти у младших школьников / Н.В. Матвеева // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Педагогика. Психология. Философия. – 2021. – № 2 (22). – С. 54–63. – EDN: EVHEEN.
24. Елшанский, С.П. Методологические подходы к разработке технологий повышения когнитивной эффективности обучения и снижения негативного влияния цифровизации / С.П. Елшанский // Гуманитарные исследования. Педагогика и психология. – 2021. – № 5. – С. 98–107. – DOI: 10.24412/2712-827X-2021-5-98-107. – EDN: CRQYNU.
25. Елисеева, Е.Ю. Изучение зависимости от интернета и мобильных устройств у школьников, гендерные и возрастные особенности / Е.Ю. Елисеева, А.И. Кареева, Е.А. Северова // Смоленский медицинский альманах. – 2019. – № 4. – С. 131–133. – EDN: XVXWZU.
26. Кулагина, К.А. Социально-педагогическая профилактика гаджет-зависимости у младших школьников / К.А. Кулагина, И.В. Шабашева // Образовательный процесс. – 2023. – Вып. 1. – С. 10–15. – EDN: OKYUZR.
27. Белоусова, А.В. Профилактика гаджет-зависимости у детей / А.В. Белоусова // Социально-педагогическая деятельность в социуме: теория, практика, перспективы: сб. науч. трудов VI Междунар. социально-педагогических чтений им. Б.И. Лившица: в 2 ч., Екатеринбург, 14 нояб. 2014 г. / Уральский государственный педагогический университет. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет. – 2014. – Ч. 2. – С. 67–71. – EDN: UKUKYZ.
28. Авдеева, Д.В. Рекомендации для родителей по развитию детей в эпоху цифровизации / Д.В. Авдеева, Э.Г. Сабирова // Artium Magister. – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 19–22. – EDN: EKQLNE.
29. Кошкина, И.В. Гаджеты в жизни детей: советы родителям и учащимся начальной школы / И.В. Кошкина, А.А. Рутчик // Вестник науки и творчества. – 2017. – № 3 (15). – С. 82–85. – EDN: YITRER.

Теоретические аспекты создания электронных средств обучения безопасности жизнедеятельности детей младшего школьного возраста

Theoretical aspects of creating electronic teaching tools for life safety for primary school children

Закалинская Карина Викторовна

Учреждение «Минское городское управление МЧС Республики Беларусь»,
центр безопасности жизнедеятельности,
заместитель начальника центра

Адрес: ул. Козлова, 26-8,
220037, г. Минск, Беларусь

Email: karinka.ru92@mail.ru

Karina V. Zakalinskaya

Institution «Minsk City Department of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Life Safety Education Center, Deputy Head of the Centre

Address: Kozlova str., 26-8,
220037, Minsk, Belarus

Email: karinka.ru92@mail.ru

ORCID: 0009-0008-4335-5254

Суриков Андрей Валерьевич

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра организации
надзорной и профилактической деятельности,
начальник кафедры

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Email: shurikoff@bk.ru

SPIN-код: 1163-6294

Andrey V. Surikov

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Organization of Supervisory and Preventive Activities,
Head of the Chair

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus

Email: shurikoff@bk.ru

ORCID: 0000-0002-3659-7297

Зайнудинова Наталья Владимировна

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», отдел планирования
стандартизации и методического обеспечения
образовательного процесса, начальник отдела

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Email: Zainudzinava@gmail.com

SPIN-код: 3032-4413

Natal'ya V. Zaynudinova

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus»,
Department of Planning, Standardization and Methodological Support of the Educational Process, Head of Department

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus

Email: Zainudzinava@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1848-1562

THEORETICAL ASPECTS OF CREATING ELECTRONIC TEACHING TOOLS FOR LIFE SAFETY OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN

Zakalinskaya K.V., Surikov A.V., Zaynudinova N.V.

Purpose. To study the theoretical aspects of creating electronic learning tools for children of primary school age, including psychological and pedagogical features and distinctive features of gamification in education, as well as the influence of electronic devices on the development of children of this age group, and to determine the main approaches to the design of the specified methodological support.

Methods. The general research methodology included the use of theoretical research methods (analysis and synthesis) and the sociological method of obtaining information.

Findings. A review and analysis of scientific and literary sources devoted to the psychological and pedagogical features and distinctive features of gamification in education, as well as the influence of electronic devices on the development of primary school children is conducted. The results of the study of the opinions of parents of primary school children on the use of electronic devices in the lives of their children are presented. The main approaches to the design of electronic learning tools intended to develop a culture of life safety in primary school children are defined.

Application field of research. The obtained research results can be applied in the design and creation of electronic means of teaching primary school children life safety issues.

Keywords: primary school children, life safety, electronic learning tools, gamification.

(The date of submitting: March 18, 2025)

REFERENCES

1. Prozumentik O.V., Naumova M.Yu. Vkhozhdenie «pokoleniya al'fa» v mir (na primere programmy «Est' kontakt! Stroim otnosheniya s mirom») [Entering the “Alpha Generation” into the world (on the example of the programme “Got Contact! Building relationships with the world” programme)]. Perm Pedagogical Journal, 2021. No. 12. Pp. 85–90. (rus). EDN: LGFIGB.
2. Medvedovskaya N.S. Obuchenie mladshikh shkol'nikov: novye podkhody v usloviyakh pokoleniy Z i Al'fa [Educating young schoolchildren: new approaches in the context of generations Z and Alpha]. *Science Bulletin*, 2024. Vol. 3, No. 6 (75). Pp. 800–807. (rus).
3. Mukhametzyanova F.G., Stepanova K.I. Razmyshleniya o novykh pokoleniyakh obuchayushchikhsya i osobennosti pokoleniya Al'fa v global'nom obrazovanii [Reflection on new generation of students and features of the alpha Generation in global education]. *Global Economy and Education*, 2021. No. 1 (2). Pp. 42–50. (rus). EDN: LNTHNG.
4. Vorontsova Yu.A. Teoreticheskaya osnova teorii pokoleniy [Theoretical basis of theory of generations]. *Scientific Notes of Orel State University*, 2016. No. 3 (72). Pp. 268–273. (rus). EDN: XCINBR.
5. Vasil'eva V.A. Teoriya Shtrausa-Khau i drugie pokolencheskie kontseptsii kak osnova dlya analiza fenomena plagiata v studencheskoy srede [The Strauss-Howe theory and other generational concepts as a basis for analyzing the phenomenon of plagiarism among students]. *Social and Humanitarian Knowledge*, 2023. No. 7. Pp. 13–18. (rus). EDN: VDUBRP.
6. Marmysh Yu.V., Klochko I.K. Mirovye pedagogicheskie praktiki i tendentsii v XXI veke [World pedagogical practices and trends in the twenty-first century]. *Endless Light in Science*, 2022. No. 7-7. Pp. 17–23. (rus). DOI: 10.24412/2709-1201-2022-17-23. EDN: WALYFQ.
7. Gusev I.E. Istoricheskie osnovy geymifikatsii: igra, igrovye tekhnologii [Historical foundations of gamification: the game, game technologies]. *Problems of Modern Pedagogical Education*, 2023. No. 78-1. Pp. 110–112. (rus). EDN: IQJLJX.
8. Ryabikina V.M. Pedagogicheskie usloviya ispol'zovaniya tsifrovyykh tekhnologiy kak sredstva formirovaniya motivatsii u mladshikh shkol'nikov k uchebnoy deyatel'nosti [Pedagogical conditions for the use of digital technologies as a means of motivating younger schoolchildren to study]. *The World of Science, Culture, and Education*, 2023. No. 1 (98). Pp. 34–36. (rus). DOI: 10.24412/1991-5497-2023-198-34-36. EDN: UOCLAC.
9. Kozina E.F. Geymifikatsiya kak panatseya nachal'nogo ekologicheskogo obrazovaniya [Gamification as a panacea for primary environmental education]. *Gumanitarnyy nauchnyy zhurnal*, 2019. No. 1. Pp. 51–61. (rus). EDN: NTOEBA.

10. Samoylova E.S. Formirovanie informatsionnoy kul'tury mladshego shkol'nika sredstvami igrovyykh tekhnologiy v distantsionnom obuchenii [Formation of information culture of junior schoolchildren by means of game technologies in distance learning]. *Kazan Pedagogical Journal*, 2020. No. 5. Pp. 169–175. (rus). EDN: ZOZANV.
11. Dobrioglo L.G., Ustavshchikova V.A. Problemy geymifitsirovannogo obucheniya RKI i metody ikh resheniya [Problems of gamified teaching of Russian as a foreign language and methods of their solution]. *Primo aspectu*, 2024. No. 3 (59). Pp. 92–96. (rus). DOI: 10.35211/2500-2635-2024-3-59-92-96. EDN: IAGFHR.
12. Sayfutdinova K.R. Potentsial obrazovatel'nykh platform dlya razvitiya kreativnosti mladshikh shkol'nikov v dopolnitel'nom obrazovanii [The potential of educational platforms for developing creativity in primary school students through supplementary education]. *Era of Science*, 2024. No. 40. Pp. 380–384. (rus). DOI: 10.24412/2409-3203-2024-40-380-384. EDN: ECVZJB.
13. Kuznetsova A.A., Afinogenova E.V. Geymifikatsiya i storitelling kak instrumenty povysheniya uchebnoy motivatsii mladshikh shkol'nikov na onlayn-zanyatiyakh [Gamification and storytelling as learning motivation tools for younger students in online classes]. *Kazan Pedagogical Journal*, 2023. No. 1. Pp. 211–218. (rus). DOI: 10.51379/KPJ.2023.158.1.024. EDN: MTNPDI.
14. Kolesnikova A.K., Pshenichnaya O.V., Chernova E.V. Geymifikatsiya: ispol'zovanie igrovoy mekhaniki dlya obucheniya shkol'nikov osnovam bezopasnosti v seti Internet [Gamification: the use of game mechanics for teaching schoolchildren the basics of security on the internet]. *Scientific and Methodological Electronic Journal «Koncept»*, 2020. No. 6. Pp. 42–56. (rus). DOI: 10.24411/2304-120X-2020-11044. EDN: TPKZML.
15. Yakovleva E.V., Gol'tsova N.V. Igrovye mekhaniki geymifikatsii v proforientatsii i professional'nom samoopredelenii detey raznykh vozrastnykh grupp v sisteme obrazovaniya [Game mechanics of gamification in career guidance and professional self-determination of children from different age groups in the education system]. *Cherepovets State University Bulletin*, 2022. No. 1 (106). Pp. 188–199. (rus). DOI: 10.23859/1994-0637-2022-1-106-16. EDN: FKYIAG.
16. Alekseeva O.V., Aleksandrova N.V., Skvortsova T.P. Vozmozhnosti razvitiya uchebno-poznavatel'noy kompetentnosti mladshikh shkol'nikov v virtual'noy real'nosti [Development of educational and cognitive competence of younger schoolchildren by means of virtual reality]. *Pedagogical Review*, 2022. Iss. 4 (44). Pp. 16–24. (rus). DOI: 10.23951/2307-6127-2022-4-16-24. EDN: CMWKEK.
17. Kozlova N.A. Tekhnologiya obrazovatel'nogo kvesta v nachal'nom obrazovanii [The technology of the educational quest in primary education]: study guide. South Ural State Humanitarian Pedagogical University. Chelyabinsk: South Ural Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2020. 54 p. (rus). ISBN 978-5-907284-98-2.
18. Vodyakha S.A., Vodyakha Yu.E., Minyurova S.A. Osobennosti struktury intellekta mladshikh shkol'nikov, obuchaemykh posredstvom gadzhetov [Features of the intelligence structure of primary schoolchildren trained by means of gadgets]. *Pedagogical Education in Russia*, 2019. No. 7. Pp. 133–140. (rus). DOI: 10.26170/po19-07-18. EDN: HSZQWG.
19. Kurganskiy A.M., Gur'yanova M.P., Khramtsov P.I. Meditsinskie i sotsial'no-pedagogicheskie riski ispol'zovaniya det'mi mladshego shkol'nogo vozrasta tsifrovyykh ustroystv: empiricheskoe issledovanie [Medical and socio-pedagogical risks of primary school children using digital devices: an empirical study]. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, 2023. Vol. 20, No. 3. Pp. 501–525. (rus). DOI: 10.22363/2313-1683-2023-20-3-501-525. – EDN: BQFWMW.
20. Osipova A.A., Lysenko N.A., Borodin I.A. Tsifrovizatsiya v nachal'noy shkole: psikhologo-pedagogicheskie problem [Digitalization in elementary school: psychological and pedagogical problems]. *Innovative Science: Psychology, Pedagogy, Defectology*, 2020. Vol. 3, No. 2. Pp. 125–140. (rus). EDN: PXXRQT.
21. Bezrukikh M.M., Luk'yanets G.N., Makarova L.V., Paranicheva T.M., Tyurina E.V., Shibalova M.S., Orlov K.V. Ispol'zovanie elektronnykh ustroystv vo vneurochnoe vremya obuchayushchimisya nachal'noy shkoly [The use of electronic devices outside of school hours by primary school students]. *Domestic and Foreign Pedagogy*, 2022. Vol. 1, No. 5 (87). Pp. 46–62. (rus). DOI: 10.24412/2224-0772-2022-87-46-62. EDN: YCWNLZ.
22. Hutton J.S., Dudley J., Horowitz-Kraus T., DeWitt T., Holland S.K. Associations between screen-based media use and brain white matter integrity in preschool-aged children. *JAMA Pediatrics*, 2020. Vol. 74, No. 1. Article e193869. 10 p. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2019.3869.

23. Matveeva N.V. Vliyanie gadzhetov na razvitie pamyati u mladshikh shkol'nikov [The influence of gadgets on the development of memory in young schoolchildren]. *Vestnik of North-Eastern Federal University. Pedagogics. Psychology. Philosophy*, 2021. No. 2 (22). Pp. 54–63. (rus). EDN: EVHEEH.
24. Elshanskiy S.P. Metodologicheskie podkhody k razrabotke tekhnologiy povysheniya kognitivnoy effektivnosti obucheniya i snizheniya negativnogo vliyaniya tsifrovizatsii [Methodological approaches to developing technologies in order to improve the cognitive effectiveness of learning and reduce the negative impact of digitalization]. *Humanitarian Studies. Pedagogy and Psychology*, 2021. No. 5. Pp. 98–107. (rus). DOI: 10.24412/ 2712-827X-2021-5-98-107. EDN: CRQYNU.
25. Eliseeva U.Yu., Kareeva A.I., Severova E.A. Izuchenie zavisimosti ot interneta i mobil'nykh ustroystv u shkol'nikov, gendernye i vozrastnye osobennosti [Studying of dependence on the internet and mobile devices at school students, gender and age features]. *Smolensk Medical Almanac*, 2019. No. 4. Pp. 131–133. (rus). EDN: XVXWZU.
26. Kulagina K.A., Shabasheva I.V. Sotsial'no-pedagogicheskaya profilaktika gadzhet-zavisimosti u mladshikh shkol'nikov [Social and pedagogical prevention of gadget addiction among junior schoolchildren]. *The Educational Process*, 2023. Iss. 1. Pp. 10–15. (rus). EDN: OKYUZR.
27. Belousova A.V. Profilaktika gadzhet-zavisimosti u detey. [Prevention of gadget addiction among children]. *Proc. of VI Intern. B.I. Livshits Social and Pedagogical Readings «Sotsial'no-pedagogicheskaya deyatel'nost' v sotsiume: teoriya, praktika, perspektivy»: in 2 parts, Yekaterinburg, November 14, 2014.* Yekaterinburg: Ural State Pedagogical University, 2014. Part 2. Pp.67–71. (rus). EDN: UKUKYZ.
28. Avdeeva D.V., Sabirova E.G. Rekomendatsii dlya roditel'ey po razvitiyu detey v epokhu tsifrovizatsii [Recommendations for parents on the development of children in the era of digitalization]. *Artium magister*, 2022. Vol. 22, No. 1. Pp. 19–22. (rus). EDN: EKQLNE.
29. Koshkina I.V., Rutchik A.A. Gadzhety v zhizni detey: sovety roditelyam i uchashchimsya nachal'noy shkoly [Gadgets in children's lives: advice for parents and primary school students]. *Vestnik nauki i tvorchestva*, 2017. No. 3 (15). Pp. 82–85. (rus). EDN: YITRER.

Copyright © 2025 Zakalinskaya K.V., Surikov A.V., Zaynudinova N.V.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

РОЛЬ ЯЗЫКА И КУЛЬТУРЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ СПАСАТЕЛЯ

Ковалева Т.Г., Дементьева Т.Г., Луц Л.Н.

Цель. Раскрыть структуру ценностных ориентаций личности обучающихся в Университете гражданской защиты. Определить роль лингвокультурологической компетенции в формировании нравственных и социокультурных ориентиров обучающихся. Описать основные элементы, составляющие сущность лингвокультурологической компетенции, которая участвует в формировании ценностных ориентаций личности. Определить пути формирования личности современного спасателя посредством развития лингвокультурологических знаний и ассимиляции культурных образов через иностранный язык.

Методы. Критический анализ теоретических источников по вопросам лингвокультурологии. Социологический опрос. Анализ эмпирических данных, позволяющий проследить и выявить связь культуры и языка.

Результаты. Представлен собирательный социологический образ работника МЧС, одним из элементов которого является культура. Раскрыта роль культурологических и лингвистических компетенций в формировании культурных ценностей в сознании современного специалиста. Доказана значимость лингвострановедческих и социокультурных знаний как основы личности спасателя наряду с профессиональными умениями и навыками.

Область применения исследований. Сфера идеологического и патриотического воспитания и образования спасателей-пожарных, аксиология и деонтология гуманитарных дисциплин.

Ключевые слова: ценностная ориентация личности, лингвокультурология, культурные феномены, референциальные знания, социально-прагматическая микрокомпетенция, этносоциокультурная микрокомпетенция.

(Поступила в редакцию 21 марта 2025 г.)

Введение

Социокультурная ситуация, сложившаяся в современном мире, требует определенного переосмысления ценностных ориентиров и духовных приоритетов. Культура современного общества весьма разнородна, нередко общечеловеческие и традиционные национальные культурные ценности подменяются чуждыми национальному сознанию ценностями, намеренно навязываемыми шаблонами. Культурный уровень молодежи, несмотря на развитие технологий и цифровизацию образования, находится на высоком уровне далеко не у всех. Достаточно понаблюдать, как общаются современные люди вживую или в социальных сетях, какой словарный запас они используют, чтобы понять, как важно формировать не только высококлассного специалиста, но и культурно развитую личность, осознающую истинные ценности в своей и общественной жизни.

Основная часть

Материалы и дискуссия. Основу личности современного специалиста составляют профессиональные знания, однако они будут служить интересам государства и общества только при условии полной осознанности своего места и роли в социальных процессах, понимании своего гражданского долга, уважении к национальным культурным традициям. Культура ценностных ориентаций личности представляет собой качественное состояние человеческой психики, социально детерминированное и характеризующееся ценностным отношением индивида к окружающему миру. Нравственные качества, общая и профессиональная культура работников сферы безопасности имеют сегодня первостепенную значимость,

т.к. индивидуальные представления о добре и зле, справедливости, служебном долге и патриотизме определяют отношение личности к профессиональным обязанностям, от сознательного выполнения которых может зависеть жизнь многих людей. Проблеме соотношения морально-нравственных установок и ценностной ориентации личности посвящены многие философские и социологические изыскания.

Термины «ценность» и «ценностные ориентации» приводятся в работах Т. Парсонса, У. Томаса и Ф. Знанецкого [1], причем эти понятия не тождественны и трактуются в терминах существования определенных социальных образований (групп). Различие ценностей и ценностных ориентаций связано с дихотомическими парами «общее – индивидуальное» или «реально действующее – рефлексивно создаваемое». Ценности, относимые к фундаментальным, представляют собой значимости, которые в свое время были провозглашены основателями или вождями групп. На протяжении определенного времени своего существования и активности социальная группа сохраняет верность этим идеям, обеспечив тем самым их превращение в неподлежащие сомнению «представления, подкрепляемые набором вербализованных убеждений, норм и правил поведения» [2, с. 38]. В данной статье ценности определяются как общепринятые в данном обществе аспекты мотивации, т.е. как нечто общее, а ценностные ориентации – как нечто индивидуальное в форме субъективных нравственных установок, находящихся на достаточно высоком положении в деятельности личности и осознаваемое рефлексивно. Таким образом, ценностные ориентации мы определяем как направленность личности к тем или иным ценностям.

Система ценностных ориентаций включает отношение личности к окружающему миру, к другим людям, к себе, к своей актуальной или будущей профессиональной деятельности. Система ценностных ориентаций составляет основу мировоззрения индивида и суть мотивации его жизненной активности. Согласно определению ценностные ориентации есть «элементы внутренней (диспозиционной) структуры личности, сформированные и закрепленные жизненным опытом индивида в ходе процессов социализации и социальной адаптации, отграничивающие значимое (существенное для данного человека) от незначимого (несущественного) через (не) принятие личностью определенных ценностей, осознаваемых в качестве рамки (горизонта) предельных смыслов и основополагающих целей жизни, а также определяющие приемлемые средства их реализации»¹. Ценности, связанные с выполнением функций защиты и безопасности граждан, образуют один из уровней совокупного ценностного пространства. Ценностные ориентации в сфере внутренней службы и экстремальной жизнедеятельности (повышенного риска деятельности) формируются под влиянием уклада общественной жизни, нормативных правовых актов, отношений между государством и его гражданами в связи с выполнением функций по спасению людей. Огромное значение в формировании ценностных ориентаций играет образование и обучение.

Работники Министерства по чрезвычайным ситуациям образуют особую социально-профессиональную группу, для которой профессиональные ценностные ориентации действуют как мотиваторы не только для выполнения служебных обязанностей, но и в повседневной жизни. Они регулируют взаимоотношения в рабочем коллективе и семье, служат ориентиром поведения в разных жизненных ситуациях, в том числе не связанных с работой. Принятие ценностей организации и их трансформация в личностные ценностные ориентации чрезвычайно важны для новых работников служб спасения в процессе их адаптации к организационным и этическим моделям поведения в рамках МЧС как корпорации. Передача ценностного наследия и превращение ценностей группы в личностные ориентации происходит в ходе образовательного процесса средствами всех учебных дисциплин, в том числе лингвистических, т.к. язык является не только орудием мышления, но и мощным инструментом выражения и передачи нравственных и культурных понятий.

¹ Ценностные ориентации // Словари и энциклопедии на Академике: academic.ru. Новейший философский словарь. – URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_new_philosophy/1341/ЦЕННОСТНЫЕ (дата обращения: 06.03.2025).

Материалы и обсуждение. Следует отметить, что ценности службы работника МЧС ассимилируются через призму жизненных ценностей базового уровня, т.к. спасатели являются обычными людьми, для которых важны такие категории, как жизнь, семья, любовь, благополучие, здоровье. В связи с этим изучение ценностных ориентаций обучающихся Университета гражданской защиты приобретает особое значение для оценки их нравственного и психологического состояния как будущих спасателей, готовых к самоотверженной помощи, проявлению социального неравнодушия и т.д. Такой анализ выявляет болевые моменты в системе ценностных ориентаций будущих специалистов и является основой для выбора корректирующих материалов и методов обучения.

В углубленном исследовании ценностных установок будущих спасателей [3] были получены убедительные данные относительно корпоративных и профессиональных ценностных ориентаций. Полученные результаты представлены в таблицах 1–4.

В социологическом опросе приняли участие 92 курсанта-первокурсника, из которых 47 человек обучались на факультете техносферной безопасности, 45 – на факультете предупреждения и ликвидации ЧС.

Таблица 1. – Нравственные качества, необходимые спасателю, по представлениям первокурсников

Ответственность	Мужественность	Самоотверженность	Находчивость	Стойкость
41 %	32 %	21 %	4 %	2 %

Таблица 2. – Социальные ценности первокурсников, определившие их выбор профессии спасателя

Работа престижная, высокооплачиваемая, с возможностью карьерного роста	Деятельность, связанная с защитой общественных интересов и творчеством	Возможность умственной работы	Физические нагрузки	Прочее
32 %	19 %	19 %	4 %	16 %

Таблица 3. – Личностные ценностные ориентации первокурсников, определившие их выбор профессии спасателя

Желание спасать людей	Хороший заработок	Возможность самореализации
64 %	21 %	15 %

Таблица 4. – Личностные ценностные ориентации первокурсников

Семья и здоровье	Любовь	Деньги
62 %	21 %	17 %

Представления респондентов об обобщенном социологическом образе работника Министерства по чрезвычайным ситуациям отражены на рисунке 1.

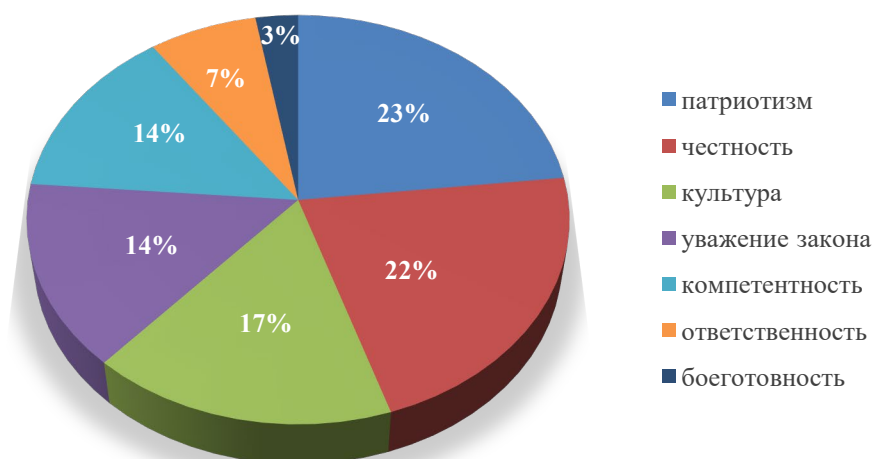


Рисунок 1. – Нравственные качества, необходимые работникам МЧС, по мнению обучающихся 1-го курса Университета гражданской защиты

Согласно полученным данным можно утверждать, что патриотизм и культура занимают ведущие места в системе нравственных установок и ценностей молодых людей. Куль-

тура человека закладывается с детства и прививается на протяжении всей жизни, такая «прививка» очень важна для понимания собственной национальной идентичности, осознания особенностей по сравнению с культурой других народов, и в итоге воспитания чувства гордости за свой народ и страну. Воспитание профессионально грамотной и культурно образованной личности возможно при проникновении в смысл и значение наиболее весомых явлений культуры, в том числе языка. На уровне высшего образования именно гуманитарные дисциплины ставят такую цель.

Научный анализ культурных явлений и процессов входит в компетенцию культурологии, которая изучает «совокупность вопросов происхождения, функционирования и развития культуры как специфически человеческого способа жизни, отличного от мира живой природы». Культурология, как и всякая наука, занимается изучением наиболее общих закономерностей развития культуры, форм ее зарождения, существования и развития [4, с. 16]. Многообразные культурные явления отражаются в языке народа и оказывают значительное, порой не заметное на первый взгляд, влияние на все стороны жизни общества. Такие науки как лингвистика, семиотика, история, филология, искусствоведение, религиоведение, социология, антропология в той или иной степени связаны с культурными феноменами. Определенные явления культурной символики изучаются и социальными науками – социологией, антропологией, политологией.

Человеческий язык непосредственно связан с культурой народа: «он прорастает в нее, развивается в ней и выражает ее» [4, с. 9]. Отдельное направление лингвистики – лингвокультурология – оформилось в самостоятельную науку в 1990-е гг. Терминологически аппарат лингвокультурологии связан с работами видных лингвистов фразеологической школы, среди которых В.Н. Телия, Ю.С. Степанов, А.Д. Арутюнова, В.В. Воробьева, В. Шаклеина, В.А. Маслова и другие исследователи. Культурология, языкознание и лингвокультурология имеют самостоятельные объекты и предметы исследования, теснейшим образом связанные, но разделяемые в целях научного анализа. Так, культурология исследует самосознание человека по отношению к разным сферам его социального и культурного бытия: природе, обществу, морали, истории, искусству; языкознание изучает формы, в которых язык отображает мировоззрение (ментальные модели языковой картины мира). Лингвокультурология имеет своим предметом взаимодействие и взаимовлияние языка и культуры, соприкасаясь с разными сферами человеческого бытия и ментальными картинами мира.

Предметом современной лингвокультурологии является изучение культурной семантики языковых знаков, которая формируется при взаимодействии двух разных кодов – языка и культуры, т.к. каждая языковая личность одновременно является и культурной личностью. Поэтому лингвистические знаки способны выполнять функцию языка культуры, что выражается в способности вербальных средств отображать культурно-национальную ментальность его носителей. В связи с этим можно говорить о культурном барьере, который может возникнуть даже при условии соблюдения всех языковых норм. Культурный барьер связан с различиями в нормах речевого поведения, а также с различными значениями, которые вкладывают участники общения в, казалось бы, одни и те же слова, с неадекватными фоновыми знаниями и т.д.

Культурно-языковая компетенция, по мнению В.А. Масловой, определяется как естественное владение языковой личностью процессами речепорождения и речевосприятия и, что особенно важно, владение установками культуры [3, с. 4–5].

В настоящее время обучение иностранному языку специалистов, в том числе будущих профессиональных спасателей, нацелено на практические цели взаимодействия с представителями других стран и культур как в ситуациях социокультурного, так и профессионального общения, лингвострановедческая (в более широком понимании социокультурная) компетенция или ее отсутствие может определить эффективность общения. Социокультурная компетенция рассматривается как неотъемлемый элемент коммуникативной компетенции в целом.

Социокультурная компетенция, по мнению ученых, имеет как минимум три составляющие: референциальную, социально-прагматическую и этносоциокультурную [4, с. 47–48]. Каждая из этих составляющих в той или иной степени связана с культурой страны. Референциальная микрокомпетенция предполагает наличие у человека знаний из истории, географии, экономики, искусства страны изучаемого языка и способности видеть реалии за наименованиями объектов из этих сфер. Например, название фильма «Черный замок Ольшанский» у большинства граждан Беларуси связывается с замком, который, как гласит легенда, был основан в начале XIII в. князем Гольшей и имеет богатую историю, расцвеченную загадочными преданиями. История этого замка вдохновила белорусского писателя Владимира Короткевича на создание исторического детективного романа. Для белорусов название замка, как и имя Владимира Короткевича, являются знаковыми и служат показателем культурной грамотности.

Социально-прагматическая микрокомпетенция предполагает способность осуществлять речевые акты с учетом конкретной ситуации общения, в том числе профессионального. Например, установление контакта лично или по телефону, официально или неофициально; выражение приглашения в письменной или устной форме, поздравление и пожелание, сочувствие, одобрение, приказ, порицание, поощрение. Прагматика коммуникации касается стратегий общения с учетом социального положения, ролей и намерений его участников. С развитием сетевых форм коммуникации это направление пополнилось такими формами, как блог, интернет-чат, комментарии и посты, каждая из которых имеет свою лингвокультурную специфику в зависимости от языка, на котором они существуют [5, с. 168].

Этносоциокультурная микрокомпетенция касается сферы имплицитного существования культуры, куда входят четыре группы образов. Первая группа образов – это великие наименования (людей, мест, объектов, событий). История пожарной службы Беларуси, подкрепленная конкретными именами, датами, цифрами, относится к этой группе. Отдельные исторические образы могут даже превратиться в миф, как превратилась в миф история Флориана, командующего римской армией в провинции Норик, почитаемого ныне как покровителя пожарных. Вторая группа – это образы национальной идентификации: изображения – национальные символы, символические слова или выражения, крылатые фразы. К этой группе можно отнести символы профессиональной идентификации белорусских пожарных: символику, геральдические знаки-эмблемы, нагрудные знаки Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Девиз МЧС Беларуси: «Профессионализм. Отвага. Честь» в концентрированной форме выражает нравственные установки белорусских пожарных, представляет качества, которыми должен обладать белорусский представитель этой профессии. Третья группа – это образы и представления, возникшие из жизненного опыта нации, они касаются самых важных и обычных сторон бытия: жизнь, смерть, первичные человеческие потребности, тело человека, природа, взаимоотношения между людьми. Для спасателей важны умение работать в команде и готовность прийти на помощь не только пострадавшим, но и своим товарищам. Они дружат семьями, разделяют быт во время дежурных смен. Дружеские взаимоотношения в профессиональной среде имеют чрезвычайно важное значение для морального равновесия и душевного комфорта спасателя. Одним из элементов сплочения коллектива является профессиональный сленг, в период обучения это сленг курсантов, затем – профессионализмы и жаргон пожарного братства, пока изученный весьма недостаточно. В период обучения усваиваются определенные ритуалы и традиции, чтимые спасателями [6], которые далее будут закрепляться и приобретать локальный колорит. Четвертая группа этносоциокультурных знаний и навыков формируется средствами массовой информации, большей частью социальными сетями и официальными интернет-источниками. Дискурсивные характеристики СМИ (и Интернета в том числе) включают все выше-названные элементы этносоциокультурной микрокомпетенции и добавляют свои, связанные с задачами информирования, убеждения, развлечения.

Заключение

Изучение ценностных ориентиров и нравственных установок будущих спасателей показывает, что в большинстве случаев будущие специалисты сознательно и целенаправленно выбирают свою профессию и имеют адекватную нашему обществу ценностную ориентацию. В социальном образе работника МЧС элемент культуры занимает равную позицию с патриотизмом и честностью. Образование и обучение в течение четырех лет в университете призвано поддержать и развивать эти ценности и ценностные ориентации, в том числе средствами иностранного, русского, белорусского языков. Все элементы социокультурной компетенции укрепляются и активизируются на родном и на иностранном языке в процессе изучения лексических тем и коммуникативной практики в аудитории и в ходе внеаудиторных мероприятий, таких как олимпиады, викторины, конкурсы на иностранном языке. Непреходящее значение имеет визуализация профессиональных символов в учебных пособиях на иностранном языке, а также изучение и ассимиляция корпоративных традиций и сопоставление профессионально значимых лингвострановедческих материалов из разных языков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сутужко, В.В. Ценностные ориентации как основа оценивания / В.В. Сутужко // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2009. – № 1 (69). – С. 177–183. – EDN: KUXCJP.
2. Шейн, Э.Х. Организационная культура и лидерство / Э.Х. Шейн; пер. с англ. под ред. В.А. Спивака. – СПб.: Питер, 2002. – 336 с. – ISBN 5-318-00573-X.
3. Луц, Л.Н. Ценности и ценностные ориентации курсантов-первокурсников Университета гражданской защиты МЧС Беларуси / Л.Н. Луц // Национальная стратегия по снижению рисков ЧС в Республике Беларусь на 2019–2030 годы: сб. материалов Междунар. научн.-практ. конф., Минск, 27 сент. 2018 г. – Минск: УГЗ, 2018. – С. 206–209.
4. Маслова, В.А. Лингвокультурология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Маслова. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 208 с. – ISBN 5-7695-0745-4.
5. Boer, H. Nouvelle introduction à la didactique du français langue étrangère / H. Boer, M. Butzbach-Rivera, M. Pendanx. – Clé International, 1990. – 240 p.
6. Ковалева, Т.Г. Лингвистические предпосылки успешной профессионально ориентированной коммуникации на иностранном языке / Т.Г. Ковалева // Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века: материалы 20-й Междунар. науч. конф., Минск, 21–22 мая 2020 г.: в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А.Д. Сахарова Бел. гос. ун-та. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – Ч. 1 – С. 166–169.
7. Ковалева, Т.Г. Ритуал и традиция как средство трансляции корпоративной культуры спасателей-пожарных / Т.Г. Ковалева, Т.Г. Дементьева, Л.Н. Луц // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2024. – Т. 8, № 2. – С. 225–232. – DOI: 10.33408/2519-237X.2024.8-2.225. – EDN: ZDABZI.

Роль языка и культуры в формировании личности спасателя
The role of language and culture in the formation of the personality of a rescuer

Ковалева Татьяна Григорьевна

кандидат филологических наук, доцент
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра современных
языков, профессор

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Email: kova77@mail.ru

SPIN-код: 2704-1742

Tatyana G. Kovaleva

PhD in Philological Sciences, Associate Professor
State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Modern Languages, Professor

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus

Email: kova77@mail.ru

ORCID: 0000-0002-8513-5662

Дементьева Татьяна Георгиевна

кандидат филологических наук, доцент
Институт повышения квалификации
и переподготовки кадров Минского
государственного лингвистического
университета, кафедра интенсивного
обучения иностранным языкам, доцент

Адрес: ул. Захарова, 21, корпус Б,
220034, г. Минск, Беларусь

Email: tania-dementieva@rambler.ru

SPIN-код: 7388-3998

Tatyana G. Dement'eva

PhD in Philological Sciences, Associate Professor
Institute for Advanced Studies and Retraining
of Minsk State Linguistic University,
Chair of Intensive Foreign Languages
Instruction, Associate Professor

Address: Zakharova str., 21, build. B,
220034, Minsk, Belarus

Email: tania-dementieva@rambler.ru

Луц Любовь Николаевна

кандидат филологических наук, доцент
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра современных
языков, заведующий кафедрой

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Email: golovkina8008@gmail.com

SPIN-код: 2872-9649

Lyubov N. Luts

PhD in Philological Sciences, Associate Professor
State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Modern Languages,
Head of the Chair

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus

Email: golovkina8008@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2565-2801

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2025.9-2.272>EDN: <https://elibrary.ru/WLJGTB>

THE ROLE OF LANGUAGE AND CULTURE IN THE FORMATION OF THE PERSONALITY OF A RESCUER

Kovaleva T.G., Dement'eva T.G., Luts L.N.

Purpose. To reveal the structure of value orientations of the personality of students at the University of Civil Defense. To determine the role of linguocultural competence in the formation of moral and sociocultural orientations of students. To describe the main elements that make up the essence of linguocultural competence, which is involved in the formation of value orientations of personality. To determine the ways of formation of modern rescuer's personality through the development of linguocultural knowledge and assimilation of cultural images through a foreign language.

Methods. Critical analysis of theoretical sources on the issues of linguoculturology and sociology. Sociological survey. Analysis of empirical data revealing the relationship between culture and language.

Findings. The generalized sociological portrait of the rescue worker in the minds of students of the University of Civil Protection is compiled. The potential of culturological and linguistic competences in the formation of cultural values in the consciousness of a modern specialist is revealed. The importance of cross-country and socio-cultural knowledge as the basis of the rescuer's personality along with professional skills and abilities is proved.

Application field of research. The sphere of ideological and patriotic upbringing and education of rescue firefighters, axiology and deontology of humanities discipline.

Keywords: value orientation of personality, linguoculturology, cultural phenomena, referential knowledge, socio-pragmatic microcompetence, ethno-sociocultural microcompetence.

(The date of submitting: March 21, 2025)

REFERENCES

1. Sutuzhko V.V. Tsennostnye orientatsii kak osnova otsenivaniya [System of values as a basis for estimation]. *Tambov University Review: Series Humanities*, 2009. No. 1 (69). Pp. 177–183. (rus). EDN: KUXCJP.
2. Schein E.H. *Organizational culture and leadership*: English translation edited by V.A. Spivak. Saint Petersburg: Piter, 2002. 336 p. (rus). ISBN 5-318-00573-X.
3. Luts L.N. Tsennosti i tsennostnye orientatsii kursantov-pervokursnikov Universiteta grazhdanskoy zashchity MChS Belarusi [Values and value orientations of first year cadets of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus]. Proc. of Intern. scientific-practical conf. «Natsional'naya strategiya po snizheniyu riskov ChS v Respublike Belarus' na 2019–2030 gody», Minsk, September 27, 2018. Minsk: University of Civil Protection, 2018. Pp. 206–209. (rus)
4. Maslova V.A. Lingvokul'turologiya [Linguoculturology]: tutorial for students of higher educational institutions. Moscow: Publishing Centre «Akademiya», 2001. 208 p. (rus). ISBN 5-7695-0745-4.
5. Boer H., Butzbach-Rivera M., Pendax M. *Nouvelle introduction à la didactique du français langue étrangère*. Clé International, 1990. 240 p. (fra)
6. Kovaleva T.G. Lingvisticheskie predposylki uspeshnoy professional'no orientirovannoy kommunikatsii na inostrannom yazyke [Linguistic prerequisites for successful professionally oriented communication in a foreign language]. Proc. of the 20th Intern. scientific conf. «Sakharov readings 2020: environmental problems of the XXI century», Minsk, May 21–22, 2020: in 2 parts. International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University. Minsk: Information and Computer Center of the Ministry of Finance, 2020. Part 1. Pp. 166–169.
7. Kovaleva T.G., Dement'eva T.G., Luts L.N. Ritual i traditsiya kak sredstvo translyatsii korporativnoy kul'tury spasateley-pozharnykh [Ritual and tradition as a means of transmission firefighter-rescuers' corporate culture]. *Journal of Civil Protection*, 2024. Vol. 8, No. 2. Pp. 225–232. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2024.8-2.225. EDN: ZDABZI.

Copyright © 2025 Kovaleva T.G., Dement'eva T.G., Luts L.N.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПОТЕНЦИАЛ СОЦИАЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК МЧС БЕЛАРУСИ

Ласута Г.Ф., Богданович А.Б., Щур А.С.

Цель. Определить дидактический и воспитательный потенциал интерактивных технологий в формировании ценностного отношения к культуре безопасности жизнедеятельности с опорой на деятельность социальных площадок формирования культуры безопасности жизнедеятельности (СП КБЖ) МЧС Республики Беларусь.

Методы. В исследовании использованы сравнительный, системный и историко-генетический методы анализа. Теоретическую основу составляет система принципов теории научного познания, включая научность, системность и объективность. Также применялись элементы педагогического моделирования и контент-анализа интерактивных форм работы.

Результаты. Выполнен комплексный анализ функций СП КБЖ как образовательных и воспитательных платформ, ориентированных на формирование устойчивых моделей безопасного поведения. Проанализированы интерактивные методы обучения, включая виртуальные симуляции, деловые игры, кейс-анализ, сенсорные интерфейсы и цифровые платформы. Выявлена высокая эффективность технологий в формировании когнитивных, практических и ценностных компонентов культуры безопасности. Отдельное внимание уделено педагогическому потенциалу цифровых средств и роли межличностного взаимодействия в образовательной среде. Обоснована необходимость дальнейшей модернизации СП КБЖ с учетом вызовов цифровой эпохи и приоритетов личностно-ориентированного образования.

Область применения исследований. Результаты могут быть использованы при разработке программ обучения населения по вопросам безопасности, в методических рекомендациях для учреждений образования и в рамках подготовки работников МЧС, вовлеченных в деятельность по формированию культуры безопасности жизнедеятельности.

Ключевые слова: безопасность, культура безопасности жизнедеятельности, интерактивные технологии, педагогические инновации, цифровая образовательная среда, ценностное воспитание, социальные площадки.

(Поступила в редакцию 20 марта 2025 г.)

Введение

В современном мире чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера являются объективной реальностью жизнедеятельности человека. Они представляют собой серьезную угрозу жизни и здоровью населения, сопряжены с масштабными материальными потерями. Обеспечение безопасности в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций представляет собой необходимое условие устойчивого развития общества и государства.

Общепризнанным является тот факт, что человеческий фактор выступает одним из основных условий возникновения чрезвычайных ситуаций, особенно тех, которые сопряжены с человеческими жертвами и травмами. В современных условиях решение задач, связанных с обеспечением безопасности, невозможно без учета влияния небезопасного поведения. В связи с этим выработка ценностного отношения к безопасности каждого индивида выступает в качестве определяющего компонента в укреплении защищенности социума в целом.

Однако учет человеческого фактора в процессе обеспечения безопасности жизнедеятельности не может ограничиваться исключительно формированием у населения комплекса знаний и умений. Практика свидетельствует о том, что эффективность деятельности в любой области напрямую зависит от личностных качеств и способностей человека, его ценностных

ориентаций, определяющих мотивацию поведения, а также от степени сформированности убежденности в необходимости соблюдения норм и требований безопасности. Комплексное развитие указанных характеристик как на индивидуальном, так и на общественном уровнях возможно исключительно посредством формирования культуры безопасности жизнедеятельности.

Необходимость сохранения жизни и здоровья населения предопределяет актуальность поиска дополнительных ресурсов для совершенствования системы образования. Важно добиться того, чтобы меры, направленные на повышение безопасности, были осмысленно восприняты детьми, подростками, их родителями и педагогами, а также интегрированы в повседневную практику жизнедеятельности, находя отражение в устойчивых психологических установках и ценностных ориентирах. Исходя из этого формирование массовой культуры безопасности представляет собой масштабную задачу, требующую развития образовательного и информационного пространства.

Особое значение в данном контексте приобретает использование интерактивных форм обучения, в рамках которых обучающиеся осознанно осуществляют действия в условиях, имитирующих реальные ситуации, с применением специальных технических средств. Подобный подход позволяет эффективно задействовать современные технологии и достижения науки для получения, осмысления и закрепления знаний, что, в свою очередь, значительно расширяет потенциал мероприятий по формированию культуры безопасности жизнедеятельности.

В представленной статье осуществлен анализ ключевых интерактивных форм и методов, реализуемых в рамках деятельности Образовательного центра безопасности жизнедеятельности Университета гражданской защиты (далее – Образовательный центр, ОЦБЖ), а также Музея пожарного и аварийно-спасательного дела МЧС Республики Беларусь (далее – Музей), рассматриваемых как *социальные площадки формирования культуры безопасности жизнедеятельности* (далее – СП КБЖ).

В условиях нарастающей значимости задач по воспитанию культуры безопасности жизнедеятельности особую актуальность приобретает целенаправленное использование образовательного потенциала СП КБЖ.

Актуальность исследования определяется двумя ключевыми обстоятельствами: во-первых, необходимостью комплексного изучения идеологической и образовательной функций, выполняемых СП КБЖ; во-вторых, потребностью в разработке и теоретическом обосновании новых подходов к организации деятельности указанных площадок в условиях цифровизации.

Анализ процессов цифровизации культурной сферы, включая музейную деятельность, осуществлен с опорой на исследования И.М. Казаковой [1], А.А. Киберева [2], Н.Г. Суворовой [3] и П.А. Яницкой [4].

Основная часть

Созданные Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь Образовательный центр и Музей пожарного и аварийно-спасательного дела реализуют концепцию многоуровневого взаимодействия и институционального сотрудничества. Указанные социальные площадки выполняют не только образовательную, но и воспитательную функцию, способствуя формированию ответственного и безопасного поведения, уважительного отношения к истории и государству. В зависимости от профиля учреждения они также играют важную роль в формировании патриотических чувств и чувства гордости за представителей героических профессий.

Социальные площадки формирования культуры безопасности жизнедеятельности выполняют значимую идеологическую функцию: они способствуют развитию у граждан способности к осмысленному включению в общественные процессы, формируют ответ-

ственное отношение к собственным действиям и их последствиям, а также укрепляют осознание связи между личной безопасностью и глобальными процессами, происходящими в современном мире.

СП КБЖ выступают эффективным инструментом формирования активной гражданской позиции. В современных условиях данный подход к воспитанию личности рассматривается как один из наиболее перспективных, поскольку способствует преодолению ряда системных проблем, связанных с личностным развитием:

- в нравственной сфере: формируется чувство гражданственности и патриотизма, устойчивые моральные ориентиры, бережное отношение к окружающему миру и эмпатия;
- социальной сфере: обеспечивается включенность в общественную жизнь, участие в социокультурных и гражданских инициативах, что способствует развитию социальной ответственности;
- познавательной сфере: развиваются навыки безопасного поведения, формируются исследовательские и творческие способности, закрепляется умение к самостоятельному освоению и применению знаний.

Разработка и реализация образовательных программ в рамках СП КБЖ должна базироваться на проверенных временем педагогических подходах и принципах. Ключевыми среди них являются:

- интерактивность, обеспечивающая активное и осмысленное участие обучающихся в образовательном процессе;
- комплексность, предполагающая задействование различных сенсорных модальностей для повышения эффективности усвоения материала;
- поэтапность и программность, обеспечивающая логичное и поступательное освоение знаний, умений и навыков.

Инновационная деятельность в рамках СП КБЖ направлена на приобщение обучающихся к фундаментальным культурным и историческим ценностям, формирование бережного отношения к природному и общественному наследию, а также развитие устойчивого понимания требований безопасности и необходимости знаний, связанных с поведением в чрезвычайных ситуациях. Данный подход ориентирован на воспитание личности, обладающей гуманистической системой ценностей, способной к критическому осмыслению своего положения в обществе и формированию целостного мировоззрения.

Для реализации данной стратегии образовательные и музейные инновации ориентированы на достижение следующих целей:

- проведение анализа современных подходов к патриотическому воспитанию молодежи;
- внедрение интерактивных форматов и технологий в учебно-воспитательную деятельность;
- совершенствование представлений о безопасности как значимом компоненте современной культурной среды;
- развитие исследовательских компетенций, обогащение индивидуального познавательного опыта.

Практика применения интерактивных методов обучения свидетельствует об их высокой эффективности. Использование виртуальных симуляторов позволяет воспроизводить приближенные к реальности сценарии чрезвычайных ситуаций, тем самым содействуя лучшему усвоению учебного материала и обучению правильным действиям в условиях стресса. Применение цифровых платформ и интерактивных решений расширяет возможности тренировки специфических алгоритмов поведения в условиях ЧС, которые в традиционных форматах обучения остаются вне рамок педагогического воздействия.

Участие в образовательном процессе способствует формированию культуры безопасности жизнедеятельности (КБЖ), выходя за рамки простой передачи знаний. Развитие куль-

туры безопасности существенно расширяет социальный опыт личности, укрепляет ее гражданскую позицию, обогащает знания, формирует необходимые практические навыки и повышает уровень готовности к самостоятельной и ответственной жизнедеятельности. Кроме того, становление КБЖ непосредственно связано с повышением вероятности сохранения жизни и здоровья человека [5; 6].

Формирование культуры безопасности включает следующие ключевые компоненты:

- развитие осознанного ценностного отношения к вопросам безопасности;
- овладение необходимым объемом теоретических знаний;
- формирование и закрепление практических умений;
- становление устойчивого ответственного поведения в различных жизненных ситуациях.

Культура безопасности способствует всестороннему развитию личности и является фактором ее устойчивости в условиях внешних и внутренних угроз [7]. Как социальный феномен, культура безопасности интегрирует в себе мировоззренческие установки, прикладные навыки и культурные образцы, обеспечивающие безопасную и устойчивую эволюцию человеческой цивилизации – от индивидуального уровня до планетарного масштаба.

Формируясь на основе практического опыта и ценностных ориентиров населения, КБЖ в каждом конкретном государстве приобретает уникальные особенности, обусловленные национальными, историческими, культурными и социокультурными условиями. Это комплексное явление объединяет нормативные приоритеты, традиции и характерные модели социального поведения [8].

Как интегративная структура, культура безопасности выполняет три взаимосвязанные функции:

- образовательную, связанную с усвоением знаний;
- практическую, обеспечивающую формирование и применение навыков;
- воспитательную, формирующую систему ценностей.

Эти функции направлены:

- на предупреждение и профилактику опасностей;
- снижение уровня индивидуальных и общественных рисков;
- мобилизацию ресурсов социума в целях обеспечения безопасности [9].

Интерактивные методы обучения, применяемые в области формирования КБЖ, могут быть классифицированы по следующим направлениям:

- креативные задания (творческие проекты, кейс-стадии);
- групповые формы работы (дискуссии, мозговые штурмы);
- игровые технологии (деловые и ролевые игры, симуляции);
- использование внешних ресурсов (лекции экспертов, выездные мероприятия);
- социально ориентированные форматы (волонтерские акции, гражданские инициативы);
- элементы соревновательности (квесты, конкурсы);
- театрализованные формы (инсценировки, постановки);
- активные методы (упражнения, тренинги) [10, с. 295].

Современное образование все активнее интегрирует информационные технологии. Возрастающее внимание к вопросам безопасности жизнедеятельности различных возрастных групп обусловило необходимость анализа эффективности применения электронных устройств в образовательном процессе. Согласно ряду исследований в обучении основам безопасности жизнедеятельности в настоящее время используется ограниченное число цифровых ресурсов – преимущественно в форме электронных энциклопедий и учебных пособий, число которых не превышает 30 [11, с. 75]. Это не отвечает актуальным требованиям образовательной среды и демонстрирует недостаточное использование потенциала современных цифровых технологий. Особое значение приобретает высокий уровень интерактивности, включая применение элементов виртуальной и дополненной реальности.

Активное обучение основывается на учете индивидуальных потребностей и личного опыта обучающихся. Оптимальный результат достигается при формировании ценностного восприятия культуры безопасности на основе сотрудничества, предоставления свободы выбора и стимулирования самостоятельности. Качественные изменения происходят и в самих взаимодействиях между участниками образовательного процесса. Интерактивные подходы способствуют осознанию важности установления новых коммуникативных связей, основанных на взаимопонимании.

Интерактивное обучение, направленное на формирование ценностного отношения к КБЖ, представляет собой форму активного обучения, ориентированного на повышение эффективности образовательного процесса. Оно предоставляет обучающимся возможность интегрировать ключевые принципы обучения посредством разнообразных методик и инструментов [12].

Интерактивно ориентированная КБЖ позволяет решать широкий спектр задач. К числу первостепенных относится преодоление информационного дефицита: обучающиеся осваивают нормативные предписания и алгоритмы действий, формируя тем самым базу для адекватного реагирования на потенциальные угрозы.

Вторым важным аспектом является развитие ключевых компетенций, обеспечивающих успешное поведение в условиях риска. Третьим – становление способности воспринимать и учитывать различные точки зрения, в особенности – экспертные мнения, а также формирование уважительного отношения к регламентам и инструкциям. Это является одной из основ формирования устойчивого поведения в чрезвычайных ситуациях.

Наконец, четвертый аспект заключается в формировании у обучающихся компетенции трансляции знаний. Осваивая материал с использованием цифровых образовательных ресурсов, учащиеся получают возможность эффективно передавать эти знания другим, что, в свою очередь, решает проблему образовательной коммуникации. Развитие коммуникативных умений способствует формированию эмоционально насыщенного, продуктивного обмена информацией в процессе взаимодействия.

В интерактивном потенциале цифровых технологий заключается одно из ключевых дидактических преимуществ, существенно трансформирующих образовательный процесс. В педагогической практике он реализуется посредством двустороннего взаимодействия участников обучения с цифровыми симуляторами, в том числе в рамках виртуального моделирования. Особенно высокую эффективность данный метод демонстрирует при формировании ценностных ориентаций в области безопасности жизнедеятельности, способствуя глубокому усвоению сложных аспектов дисциплины.

Использование цифровых симуляторов позволяет моделировать потенциально опасные сценарии, характерные для различных сфер профессиональной деятельности, в полностью контролируемой и безопасной среде. Визуализация чрезвычайных ситуаций в виртуальном пространстве обеспечивает развитие практических навыков реагирования без риска физического или психологического ущерба, что невозможно в условиях традиционных тренировок [13].

В современном социокультурном контексте проблема ценностных ориентиров приобретает особую значимость, поскольку она сопряжена с решением следующих задач:

- формирование самостоятельной, ответственной и творчески активной личности;
- осмысление и развитие духовного капитала нового поколения;
- гармонизация индивидуальных и общественных ценностных систем.

Вместе с тем эффективность достижения указанных целей варьируется. Первая проблема заключается в характере познавательной активности, которая зачастую ограничивается эпизодическим поиском информации в сети Интернет. В подобных условиях интерес к теме может носить кратковременный характер, что негативно влияет на глубину усвоения знаний и долговременность их запоминания.

Второй аспект связан со сложностями обратной связи. Пользователь, взаимодействующий с цифровыми ресурсами, не всегда способен четко артикулировать собственный запрос, что затрудняет оценку его глубинных познавательных интересов и, как следствие, выявление уровня сформированности духовных и ценностных установок.

В связи с этим одной из приоритетных задач современной педагогики является адаптация образовательных методов, инструментов и структур к новым социокультурным реалиям, с учетом актуальных потребностей и вызовов времени. Современная образовательная парадигма характеризуется устойчивой тенденцией к персонализации обучения, в рамках которой инновационные педагогические подходы рассматриваются как важнейшие механизмы реализации личностно-ориентированной модели образования.

Сам термин «интерактивность» (от англ. *interact* – «взаимодействовать») подчеркивает характер образовательного процесса как системы двусторонних коммуникаций. Согласно позиции В.В. Гузеева интерактивное обучение представляет собой диалоговую образовательную технологию, при которой в ходе коммуникативного взаимодействия формируются коллективные компетенции. Основопологающий принцип данной модели выражается в формуле взаимного обучения: «все учат каждого, и каждый учит всех» [14, с. 31].

Согласно трактовке Т.А. Мясода интерактив представляет собой особую методологию структурирования познавательного процесса, основными характеристиками которой являются четко определенные и измеримые результаты. Ключевым элементом данной методики является создание благоприятного образовательного пространства, в котором обучающиеся испытывают чувство компетентности и достижения, что, в свою очередь, способствует существенному повышению эффективности учебной деятельности. Вторым аспектом определения интерактива является использование интерактивного опыта – как стихийно возникающего, так и целенаправленно организованного. Это процесс, отличающийся высокой продолжительностью, в рамках которого взаимодействие с аудиторией должно обеспечиваться с помощью различных вербальных и невербальных форм, позволяющих органично интегрировать методы интерактивного взаимодействия в структуру учебных занятий [15, с. 31, 34].

А.А. Кибирев и Т.А. Веревкин определяют интерактивное обучение как обучение через опыт, принципиально отличающееся от традиционных педагогических подходов. Согласно их концепции данная модель характеризуется цикличностью, предполагающей прохождение следующих этапов:

- первичное переживание опыта в форме исследовательской деятельности, ролевых или деловых игр, анализа кейс-ситуаций;
- когнитивная переработка полученного опыта;
- коллективная рефлексия и концептуализация приобретенных знаний;
- практическая апробация усвоенного материала.

Интерактивное обучение представляет собой образовательную модель, глубоко интегрированную в коммуникативный процесс, в рамках которого познание осуществляется через системное взаимодействие между участниками образовательной среды: обучающимися, педагогами, тьюторами и координаторами образовательных проектов [2, с. 11, 16].

Интерактивные методы выступают в роли моста между усвоением информации и ее осмыслением, придавая обучающемуся статус активного субъекта образовательного процесса. Такой подход существенно повышает вероятность переноса знаний и практического опыта из учебной ситуации в реальный жизненный контекст. Эффективная реализация интерактивного обучения требует прохождения двух взаимосвязанных этапов: этапа осмысления, предполагающего активный поиск и анализ информации, и этапа обобщения, включающего формулирование выводов и концептуализацию полученных знаний.

С.Б. Ступина рассматривает термин «интерактив» преимущественно в контексте информационно-коммуникационных технологий и дистанционного образования. В частности, она указывает на использование интернет-ресурсов, электронных учебников и справочно-

образовательных систем, обеспечивающих активный обмен информацией между пользователем и системой в режиме реального времени. Современные компьютерные обучающие программы, по ее мнению, создают условия для диалогового взаимодействия, позволяющего обучающемуся контролировать процесс усвоения материала, изменять темп обучения и возвращаться к ранее пройденным разделам, тем самым способствуя индивидуализации учебного процесса [16, с. 7–8].

На основе обобщения современных исследований С.Б. Ступина выделяет три ключевых аспекта, уточняющих концепцию интерактивного обучения в рамках педагогической науки:

- организация образовательного процесса как взаимодействия между обучающимся и специально моделируемой учебной средой, ориентированной на получение практического опыта;
- педагогический подход, основанный на закономерностях межличностной коммуникации и социального взаимодействия;
- коллективная познавательная деятельность, в ходе которой новые знания формируются через диалогическое общение и совместную интеллектуальную работу.

Н.Г. Суворова подчеркивает, что логика интерактивного обучения принципиально отличается от традиционной педагогической логики: она строится не на линейной последовательности «от теории к практике», а предполагает движение от формирования нового опыта к его теоретическому осмыслению через применение. По ее мнению, опыт и знания обучающихся не только интегрируются в образовательный процесс, но и становятся активным источником взаимного обучения, создавая условия для коллективного обогащения. При этом участники, обмениваясь знаниями и практическими навыками, принимают на себя частичную ответственность за процесс обучения, включая обучение самих преподавателей, что, в свою очередь, существенно усиливает мотивацию и повышает продуктивность образовательной деятельности [3, с. 25].

Как отмечает О.В. Егунова, интерактивная методика организации познавательной деятельности характеризуется наличием четко сформулированных дидактических целей, среди которых приоритетными являются:

- развитие когнитивных способностей, включая критическое и самостоятельное мышление;
- обеспечение качественного усвоения учебного содержания, подразумевающее глубину и прочность понимания;
- формирование творческого потенциала, включая проблемное видение, способность к генерации новых идей и развитие исследовательских навыков.

Современная образовательная парадигма все более явно демонстрирует тенденцию к переходу от пассивного усвоения информации к активному конструктивному освоению знаний. Это сопровождается сменой линейного подхода на операциональные методы обучения, в которых обучающийся не просто воспринимает готовую информацию, но и активно формирует знание через деятельность и рефлекссию.

Практическая реализация вышеописанных подходов находит свое отражение в деятельности социальных площадок формирования культуры безопасности жизнедеятельности, действующих в структуре Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. В образовательную среду СП КБЖ активно интегрируются новейшие технологии, включая голографические экраны и пирамиды, виртуальных экскурсоводов, сенсорные киоски, интерактивные стенды и книги, а также элементы дополненной и смешанной реальности. Подобные технологические решения позволяют моделировать сложные сценарии поведения в чрезвычайных ситуациях, стимулируя активное участие обучающихся и формируя устойчивые поведенческие модели в условиях потенциальной угрозы.

В то же время необходимо подчеркнуть, что, несмотря на достигнутый уровень технологического оснащения, одним из важнейших направлений дальнейшего развития СП

КБЖ остается постоянное совершенствование их деятельности. Это включает как расширение функциональных возможностей интерактивных средств, так и разработку методически выверенных программ, способствующих углублению междисциплинарного подхода и формированию комплексных компетенций в области безопасности жизнедеятельности.

Заключение

Проведенный анализ деятельности социальных площадок формирования культуры безопасности жизнедеятельности, функционирующих в структуре Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, позволяет утверждать, что данные учреждения выполняют не только образовательную, но и значимую идеологическую, воспитательную и коммуникативную функцию. Их работа ориентирована на развитие у граждан устойчивых моделей безопасного поведения, формирование ценностных установок, а также на приобщение обучающихся к историко-культурному и духовному наследию, а также на формирование уважительного отношения к истории и общественной значимости пожарно-спасательного дела.

На современном этапе развития особую актуальность приобретает задача переосмысления стратегии функционирования СП КБЖ в русле цифровизации и модернизации образовательной среды. Учитывая значительный потенциал интерактивных и цифровых технологий, целесообразно выстраивать дальнейшее развитие СП КБЖ по следующим направлениям:

1. Интеграция технологий искусственного интеллекта (ИИ) в образовательную и музейную деятельность. Применение ИИ может существенно расширить возможности адаптивного обучения, предоставляя персонализированные образовательные траектории, интерактивный контроль знаний, а также интеллектуальный анализ предпочтений посетителей. Интеллектуальные системы, встроенные в экспозиции, могут динамически подстраивать представление информации под интересы конкретной аудитории.

2. Разработка и внедрение роботизированных гидов и роботов-экскурсоводов. Такие устройства способны не только выполнять функции сопровождения и презентации, но и служить интерактивными банками данных по вопросам пожарной безопасности, истории МЧС и правилам поведения в чрезвычайных ситуациях. Автономные решения с речевым интерфейсом и мультимодальной навигацией усилят вовлеченность посетителей в образовательный процесс, сделают его доступным для различных категорий населения, включая лиц с ограниченными возможностями.

3. Укрепление связей с пресс-службой МЧС Республики Беларусь и медиаплатформами. Разработка приложения «Помощь рядом 2.0» с учетом комплексного подхода. Системная интеграция деятельности СП КБЖ с информационными ресурсами ведомства позволит не только повысить информированность населения о мероприятиях и инициативах, но и сформировать устойчивую аудиторию, заинтересованную в контенте, ориентированном на культуру безопасности. Расширение присутствия в медиaprостранстве также будет способствовать популяризации добровольческой деятельности, формированию позитивного имиджа профессии спасателя, а также расширению образовательных и профориентационных каналов.

Дополнительно следует подчеркнуть, что формирование культуры безопасности в современном обществе требует постоянного обновления содержания и методов обучения, перехода от линейных и репродуктивных форм к интерактивным, исследовательским и операциональным методикам, ориентированным на самостоятельную деятельность обучающихся. Интеграция новейших технологий должна сопровождаться глубокой методологической проработкой, обеспечивающей баланс между техническим прогрессом и гуманистическими принципами образования.

Таким образом, СП КБЖ МЧС Беларуси представляют собой стратегически значимые институты воспитания гражданской ответственности, устойчивого и безопасного поведения.

Их дальнейшее развитие должно опираться на комплексный подход, сочетающий технологические инновации, ценностно-ориентированное образование и эффективную информационную коммуникацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казакова, И.М. Виртуальная экскурсия как перспективная форма музейной презентации / И.М. Казакова // Магілёўшчына: зб. арт. па археалогіі, гісторыі, краязнаўству Магілёўскай вобл. – Магілёў, 2014. – Вып. 12. – С. 204–205.
2. Кибирев, А.А. Интерактивные методы обучения: теория и практика / А.А. Кибирев, Т.А. Верева. – Хабаровск: ХК ИППК ПК, 2003. – 117 с.
3. Суворова, Н.Г. Интерактивное обучение: новые подходы / Н.Г. Суворова // Учитель. – 2000. – № 1. – С. 25–27. – EDN: STJTMH.
4. Яницкая, П.А. Синтез информационных технологий и научно-просветительской деятельности как один из аспектов развития современного музея / П.А. Яницкая // Музейная адукацыя і музейная справа ў Рэспубліцы Беларусь: стан, тэндэнцыі, перспектывы: матэрыялы рэсп. навук.-практ. канф., 24 лістап. 2011 г. / Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт культуры і мастацтваў. – Мінск, 2012. – С. 135–138. – URL: <http://repository.buk.by/jspui/handle/123456789/1168> (дата обращения: 10.03.2025).
5. Никонова, Л.Е. Педагогические основы формирования культуры безопасности у старших дошкольников / Л.Е. Никонова, Т.В. Поздеева // Здоровьесберегающие технологии в дошкольном образовании: теория и практика: сб. материалов респ. науч.-практ. конф., Брест, 19 окт. 2012 г. / Брестский гос. ун-т имени А.С. Пушкина. – Брест: БрГУ, 2012. – С. 80–83. – URL: <http://elib.bspu.by/handle/doc/23478> (дата обращения: 10.03.2025).
6. Бабаков, С.А. Пропаганда безопасности жизнедеятельности: учебное пособие / С.А. Бабаков, Л.М. Гунина, А.В. Задерей [и др.]. – Минск: УГЗ, 2021. – 232 с.
7. Гафнер, В.В. Предпосылки возникновения педагогики безопасности / В.В. Гафнер // Педагогика безопасности: наука и образование: материалы Всероссийской науч. конф. с междунар. участием, Екатеринбург, 12 дек. 2011 г.: в 2 ч. / Уральский гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2012. – Ч. 1. – С. 5–12.
8. Айзман, Р.И. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности / Р.И. Айзман, С.В. Петров, В.М. Ширшова. – Новосибирск: АРТА, 2011. – 208 с. – ISBN 978-5-902700-18-0.
9. Есипова, А.А. Основные структурные компоненты культуры безопасности жизнедеятельности / А.А. Есипова, Э.М. Ребко // Молодой ученый. – 2014. – № 18-1. – С. 36–38. – EDN: SYARQT.
10. Безопасность человека: учебно-методическое пособие для образовательных учреждений / Фонд национальной и международной безопасности; под ред. Л.И. Шершнева. – М.: Фонд нац. и междунар. безопасности, 1994. – 472 с.
11. Чагин, Д.П. Использование электронных средств обучения с возможностями 3D-моделирования в курсе ОБЖ / Д. П. Чагин // Человек и образование. – 2010. – № 3. – С. 74–78. – EDN: NCRVQZ.
12. Николаева, Л.С. Использование нетрадиционных форм занятий / Л.С. Николаева, Л.И. Лесных. – Специалист. – 1992. – № 2. – С. 5–6.
13. Карпиевич, В.А. Возможности использования интерактивных методов в комплексном подходе к обучению основам безопасности жизнедеятельности / В.А. Карпиевич, А.Н. Кулик // Инновационные образовательные технологии. – 2015. – № 2 (42). – С. 31–36. – EDN: XWFKNL.
14. Гузеев, В.В. Основы образовательной технологии: дидактический инструмент / В.В. Гузеев. – М.: Сентябрь, 2006. – 191 с. – EDN: QVFMYL.
15. Мясоед, Т.А. Интерактивные технологии обучения / Т.А. Мясоед. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 82 с.
16. Ступина, С.Б. Технологии интерактивного обучения в школе: учебно-методическое пособие / С.Б. Ступина. – Саратов: Наука, 2009. – 52 с. – ISBN 978-5-91272-909-6.

Интерактивные технологии в формировании культуры безопасности жизнедеятельности: потенциал социальных площадок МЧС Беларуси

Interactive technologies in shaping a culture of safety: the potential of social platforms of the Ministry for Emergency Situations of Belarus

Ласута Геннадий Федорович

кандидат сельскохозяйственных наук

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра гуманитарных наук, профессор

Адрес: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск, Беларусь

Email: gumanitar@ucp.by

SPIN-код: 2105-2314

Gennadiy F. Lasuta

PhD in Agricultural Sciences

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Humanities, Professor

Address: Mashinostroiteley str., 25, 220118, Minsk, Belarus

Email: gumanitar@ucp.by

ORCID: 0009-0004-7157-624X

Богданович Алексей Борисович

кандидат исторических наук, доцент

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра гуманитарных наук, профессор

Адрес: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск, Беларусь

Email: gumanitar@ucp.by

SPIN-код: 7944-5284

Alexey B. Bogdanovich

PhD in Philosophical Science, Associate Professor

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Humanities, Professor

Address: Mashinostroiteley str., 25, 220118, Minsk, Belarus

Email: gumanitar@ucp.by

ORCID: 0009-0006-2029-4474

Щур Александр Сергеевич

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра гуманитарных наук, старший преподаватель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск, Беларусь

Email: gumanitar@ucp.by

SPIN-код: 7034-1100

Aleksandr S. Shchur

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Humanities, Senior Lecturer

Address: Mashinostroiteley str., 25, 220118, Minsk, Belarus

Email: gumanitar@ucp.by

ORCID: 0009-0002-9613-7476

INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN SHAPING A CULTURE OF SAFETY: THE POTENTIAL OF SOCIAL PLATFORMS OF THE MINISTRY FOR EMERGENCY SITUATIONS OF BELARUS

Lasuta G.F., Bogdanovich A.B., Shchur A.S.

Purpose. To identify the didactic and educational potential of interactive technologies in shaping value-based attitudes toward a culture of safety, based on the activities of social platforms for the formation of a culture of safety (SPFCS) under the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus.

Methods. The research employed comparative, systemic, and historical-genetic methods of analysis. The theoretical framework is based on the principles of scientific cognition, including scientific validity, systematicity, and objectivity. Elements of pedagogical modeling and content analysis of interactive practices were also applied.

Findings. A comprehensive analysis was conducted of the functions of the SPFCS as educational and formative platforms aimed at developing sustainable models of safe behavior. Interactive teaching methods were examined, including virtual simulations, business games, case studies, sensory interfaces, and digital platforms. The study revealed the high effectiveness of such technologies in shaping cognitive, practical, and value-oriented components of a culture of safety. Special attention was paid to the pedagogical potential of digital tools and the role of interpersonal interaction in educational environments. The study substantiates the need for further modernization of the SPFCS in light of the challenges of the digital age and the priorities of learner-centered education.

Application field of research. The results can be used in developing programs for training the population on safety issues, in methodological recommendations for educational institutions and in the training of employees of the Ministry for emergency situations involved in activities to develop a culture of life safety.

Keywords: safety, life safety culture, interactive technologies, pedagogical innovations, digital educational environment, value education, social platforms.

(The date of submitting: March 20, 2025)

REFERENCES

1. Kazakova I.M. Virtual'naya ekskursiya kak perspektivnaya forma muzeynoy prezentatsii [Virtual tour as a promising form of museum presentation]. *Magileushchyna: collection of articles on archaeology, history, and local lore of the Mogilev region*. Mogilev, 2014. Iss. 12. Pp. 204–205. (rus)
2. Kibirev A.A., Verevkin T.A. *Interaktivnye metody obucheniya: teoriya i praktika* [Interactive teaching methods: theory and practice]. Khabarovsk: Khabarovsk Regional Institute for Retraining and Professional Development of Pedagogical Staff, 2003. 117 p. (rus)
3. Suvorova N.G. Interaktivnoe obuchenie: novye podkhody [Interactive learning: new approaches]. *Uchitel'*, 2000. No. 1. Pp. 25–27. (rus). EDN: STJTMH.
4. Yanitskaya P.A. Sintez informatsionnykh tekhnologiy i nauchno-prosvetitel'skoy deyatel'nosti kak odin iz aspektov razvitiya sovremennogo muzeya [Synthesis of information technologies and educational activity as an aspect of museum development]. *Proc. of the Republican scientific-practical conf. «Muzeynaya adukatsyya i muzeynaya sprava u Respublitsy Belarus': stan, tendentsyi, perspektivy»*, Minsk, November 24, 2011. Belarusian State University of Culture and Arts. Minsk, 2012. Pp. 135–138. Available at: <http://repository.buk.by/jspui/handle/123456789/1168> (accessed: March 10, 2025). (rus)
5. Nikonova L.E., Pozdeeva T.V. Pedagogicheskie osnovy formirovaniya kultury bezopasnosti u starshikh doshkol'nikov [Pedagogical foundations of forming safety culture in senior preschoolers]. *Proc. of the Republican scientific-practical conf. «Zdorov'esberegayushchie tekhnologii v doshkol'nom obrazovanii: teoriya i praktika»*, Brest, October 19, 2012. Brest: Brest State A.S. Pushkin University, 2012. Available at: <http://elib.bspu.by/handle/doc/23478> (accessed: March 10, 2025). (rus)
6. Babakov S.A., Gunina L.M., Zaderey A.V., Kalinka S.N., Kleban A.E., Chumila E.A. *Propaganda bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti* [Life safety promotion]. Minsk: University of Civil Protection, 2021. 232 p. (rus)
7. Gafner V.V. Predposylki vznikeniya pedagogiki bezopasnosti [Prerequisites for the emergence of safety pedagogy]. *Proc. of All-Russian conf. with international participation «Pedagogika bezopasnosti:*

- nauka i obrazovanie», Yekaterinburg, December 12, 2011. In 2 parts. Yekaterinburg: Ural State Pedagogical University, 2012. Part 1. Pp. 5–12. (rus)
8. Ayzman R.I., Petrov S.V., Shirshova V.M. *Teoreticheskie osnovy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti* [Theoretical foundations of life safety]. Novosibirsk: ARTA, 2011. 208 p. (rus). ISBN 978-5-902700-18-0.
 9. Yesipova A.A., Rebko E.M. Osnovnye strukturnye komponenty kultury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti [Main structural components of life safety culture]. *Molodoy uchenyy*, 2014. No. 18-1. Pp. 36–38. (rus). EDN: SYARQT.
 10. Bezopasnost' cheloveka [Human safety]: study guide for educational institutions. Ed. by L.I. Shershnev. Moscow: National and International Safety Foundation, 1994. 472 p. (rus)
 11. Chagin D.P. Ispol'zovanie elektronnoy obucheniya s vozmozhnostyami 3D-modelirovaniya v kurse OBZh [Using e-learning means with 3d-simulation facilities in the course of basics of life safety]. *Man and Education*, 2010. No. 3. Pp. 74–78. (rus). EDN: NCRVQZ.
 12. Nikolaeva L.S., Lesnykh L.I. Ispol'zovanie netraditsionnykh form zanyatiy [Use of non-traditional forms of classes]. *Spetsialist*, 1992. No. 2. Pp. 5–6. (rus)
 13. Karpievich V.A., Kulik A.N. Vozmozhnosti ispol'zovaniya interaktivnykh metodov v kompleksnom podkhode k obucheniyu osnovam bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti [Possibilities of using interactive methods in a comprehensive approach to teaching life safety fundamentals]. *Innovatsionnye obrazovatel'nye tekhnologii*, 2015. No. 2 (42), Pp. 31–36. (rus). EDN: XWFKNL.
 14. Guzeev V.V. Osnovy obrazovatel'noy tekhnologii: didakticheskiy instrumentariy [Fundamentals of educational technology: didactic tools]. Moscow: Sentyabr', 2006. 191 p. (rus). EDN: QVFMYL.
 15. Myasoed T.A. Interaktivnye tekhnologii obucheniya [Interactive learning technologies]. Moscow: VLADOS, 2004. 82 p. (rus)
 16. Stupina S.B. Tekhnologii interaktivnogo obucheniya v shkole [Interactive learning technologies in school]: study guide. Saratov: Nauka, 2009. 52 p. (rus). ISBN 978-5-91272-909-6.

Copyright © 2025 Lasuta G.F., Bogdanovich A.B., Shchur A.S.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

**ПРАВИЛА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ
статей для публикации в научном журнале
«Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси»**

1. Направляемые в Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси статьи должны представлять результаты научных исследований и испытаний, описания технических устройств и программно-информационных продуктов, проблемные обзоры, краткие сообщения, комментарии к нормативным техническим документам, справочные материалы и т.п.

2. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.). В этот объем входят таблицы, фотографии, графики, рисунки и список литературы.

3. Статья предоставляется в двух экземплярах. К рукописи статьи прилагаются: а) рекомендация кафедры, научной лаборатории или учреждения образования; б) экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати; в) подписанный лицензионный договор на право опубликования статьи (заключается с каждым автором отдельно и печатается с двух сторон на одном листе). Форма договора размещена на сайте журнала: <https://journals.ucp.by>.

4. Электронная версия статьи, подготовленная в текстовом редакторе Microsoft Word, предоставляется на стандартных носителях либо по электронной почте на адрес: vestnik@ucp.by. Рисунки прилагаются дополнительно как отдельные файлы графического формата.

5. Материал статьи излагается в следующем порядке:

1) информация об авторах (на отдельном листе): фамилия, имя, отчество – полностью, ученая степень, ученое звание, место работы (полное название, адрес с указанием индекса и страны), должность, рабочий телефон, email (обязательно), имеющиеся персональные идентификационные номера в наукометрических базах (при этом обязательным является указание SPIN-кода РИНЦ, идентификатора ORCID). Если авторов несколько, указывается корреспондент по вопросам содержания статьи;

2) номер УДК (универсальная десятичная классификация);

3) название статьи;

4) аннотация (не менее 200 и не более 300 слов) является основным источником информации о статье, может публиковаться самостоятельно в реферативных журналах и информационных системах в отрыве от основного текста и, следовательно, должна быть понятной без обращения к самой публикации. Аннотация должна раскрывать: *цель* (определяется круг рассматриваемых вопросов, обозначаются цель и задачи работы, объект и предмет исследования); *методы* (излагаются подходы, методы и технологии исследования); *результаты* (приводятся наиболее значимые теоретические положения, экспериментальные данные, подчеркивается их актуальность и новизна); *область применения исследований* (описываются возможности использования полученных результатов, отмечается их научно-практическая значимость);

5) ключевые слова и словосочетания статьи (не более 12 слов);

6) дата поступления статьи (месяц и год);

7) введение; основная часть статьи; заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

8) указание на источник финансирования (если статья подготовлена в рамках выполнения гранта научных исследований);

9) список цитированной литературы. Для каждого источника указывается (при наличии) его DOI. Эксперты международных наукометрических баз данных негативно воспринимают включение в список цитированной литературы источников локального характера (постановлений, законов, инструкций, неопубликованных отчетов, диссертаций, авторефератов и т.п.), электронных материалов и ресурсов сети Интернет. Поэтому ссылки на такие источники рекомендуем оформлять в виде постраничных сносок со сквозной нумерацией.

На отдельной странице на английском языке приводятся следующие сведения: информация об авторах; название статьи; аннотация, обязательно включающая следующие пункты: purpose, methods, findings, application field of research; ключевые слова и словосочетания; транслитерация на латинице и перевод на английский язык списка цитированной литературы.

Для русскоязычных источников в транслитерации на латинице приводятся фамилия, имя, отчество авторов, названия статей, журналов (если нет англоязычного названия), материалов конференций, издательств и на английском языке – названия публикаций и выходные сведения (город, том и номер издания, страницы). Для транслитерации на латиницу следует применять систему транслитерации BGN, при этом можно использовать интернет-ресурсы, например сайт: <http://translit.net>.

Основные требования к оформлению статей, предоставляемых в научный журнал, и пример оформления статьи размещены на сайте издания: <https://journals.ucp.by>.

6. Содержание разделов статьи, таблицы, рисунки, цитированная литература должны отвечать требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 7.1-2003 и Инструкции о порядке оформления квалификационной научной работы (диссертации) на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, автореферата и публикаций по теме диссертации, утвержденной постановлением ВАК Беларуси от 28 февраля 2014 г. № 3.

7. Редакция оставляет за собой право на изменения, не искажающие основного содержания статьи. Рукописи отклоненных статей авторам не возвращаются.

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»**

Факультет заочного обучения

Проводит:

Подготовку по специальностям:

6-05-1033-01 «Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций» с присвоением квалификации «Инженер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций». Форма обучения – заочная. Полный срок обучения – 5 лет, сокращенный – 3 года.

По окончании обучения выдается диплом о высшем образовании государственного образца.

Факультет безопасности жизнедеятельности

Проводит:

Переподготовку лиц с высшим образованием по специальностям:

9-09-1033-02 «Инжиниринг безопасности объектов строительства» с присвоением квалификации «Инженер». Срок обучения – 18 месяцев. Форма обучения – заочная (три сессии).

9-09-1033-03 «Промышленная безопасность» с присвоением квалификации «Инженер». Срок обучения – 18 месяцев. Форма обучения – заочная (три сессии).

По окончании обучения выдается диплом государственного образца о переподготовке на уровне высшего образования.

Повышение квалификации для руководящих работников и специалистов, имеющих высшее или среднее специальное образование, по образовательным программам:

- «Экспертная деятельность» (в пожарной безопасности);
- «Пожарная безопасность. Предупреждение чрезвычайных ситуаций. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны»;
- «Монтаж, наладка и техническое обслуживание систем пожарной автоматики»;
- «Техническое обслуживание систем пожарной автоматики»;
- «Проектирование систем пожарной автоматики»;
- «Выполнение работ с применением огнезащитных составов (инженерно-технические работники и исполнители работ)»;
- «Обеспечение пожарной безопасности на объектах Республики Беларусь»;
- «Промышленная безопасность»;
- «Организация и обеспечение промышленной безопасности при обращении пиротехнических изделий»;
- «Безопасность горных работ»;
- «Экспертная деятельность в промышленной безопасности»;
- «Радиационная безопасность» (при использовании источников ионизирующего излучения в медицинских целях);
- «Радиационная безопасность» (при использовании источников ионизирующего излучения, в целях отличных от медицинских);
- «Основы обеспечения ядерной и радиационной безопасности» (для лиц, участвующих в обеспечении ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации объектов использования атомной энергии);
- «Экспертиза безопасности в области использования атомной энергии» (для работников, оказывающих услуги по проведению экспертизы безопасности в области использования атомной энергии);
- «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;
- «Охрана труда»;
- «Защита от чрезвычайных ситуаций»;
- «Противодействие коррупции».

Обучающие курсы для лиц, имеющих профессионально-техническое и общее среднее образование, по образовательным программам:

- «Монтаж, наладка и техническое обслуживание систем пожарной автоматики»;
- «Техническое обслуживание систем пожарной автоматики»;

- «Выполнение работ с применением огнезащитных составов (исполнители работ)»;
- «Защита от чрезвычайных ситуаций».

Семинары по образовательным программам:

- «Оказание первой помощи пострадавшим в ЧС»;
- «Расчет предела огнестойкости (железобетонных, металлических, деревянных, каменных строительных конструкций)»;
- «Расчет времени эвакуации людей при пожаре»;
- «Расчет температурного режима пожара в помещении»;
- «Расчет величины противопожарных разрывов между зданиями, сооружениями и наружными установками»;
- «Расчет площади легкобросываемых конструкций»;
- «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;
- «Порядок проектирования пассивной противопожарной защиты зданий различного назначения»;
- «Оптимизация затрат на обеспечение требований пожарной безопасности на основании расчетных методов».

Подготовку лиц к поступлению в учреждения образования Республики Беларусь по учебным предметам: математика, физика, русский язык, русский язык как иностранный, белорусский язык, английский язык, немецкий язык, французский язык, история, обществоведение, химия (очная/дистанционная форма обучения).

Обучение проводит профессорско-преподавательский состав университета и ведущие специалисты Республики Беларусь в области пожарной и промышленной безопасности.

Наш адрес: 220118, г. Минск, ул. Машиностроителей, 25,
ФЗО: тел/факс +37517 340-71-89,
ФБЖ: тел. +37517 340-69-55, факс +37517 340-35-58, email: fpipk@ucp.by.

Дополнительная информация размещена на сайте университета: <http://ucp.by>
в разделе «Повышение квалификации»

Научный журнал

Вестник
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси
Том 9, № 2, 2025

Подписано в печать 22.05.2025.
Формат 60×84 ¹/₈.
Бумага офсетная. Цифровая печать.
Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 18,83. Уч.-изд. л. 16,23.
Тираж 35 экз. Заказ 030-2025.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/259 от 14.10.2016.
Ул. Машиностроителей, 25, 220118, Минск.