

Научная статья

УДК 614.849; DOI: 10.61260/2218-13X-2024-4-42-52

АПРОБАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА БЕЗОПАСНОСТИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКА В УСЛОВИЯХ, ПРИБЛИЖЕННЫХ К РЕАЛЬНЫМ

✉Тужиков Евгений Николаевич;

Калентьев Владимир Алексеевич;

Пахомов Георгий Борисович.

Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

✉fireman87@bk.ru

Аннотация. Рассмотрены условия и результаты натурных испытаний инновационного комплекса безопасности газодымозащитника, предназначенного для работы спасателей в условиях непригодной для дыхания среды. Представлены результаты первых опытных испытаний комплекса.

Цель работы: создание сложной технической системы, предназначенной для повышения эффективности действий пожарных-спасателей при поиске пострадавших и очага пожара, ориентированию в условиях низкой и «нулевой» видимости, а также ее апробация в условиях, приближенных к реальным. Методы исследования: анализ, наблюдение, сравнение, измерение, эксперимент, описание.

Основные положения и результаты исследования: технический результат представленного комплекса заключается в возможности повышения эффективности поисковых работ на пожаре и достигается тем, что в инженерном аварийно-спасательном многофункциональном устройстве предложено комбинированное техническое решение.

Ключевые слова: экипировка пожарного-спасателя, шлем-маска, тепловизор, испытание, компьютер, газодымозащитник, комплекс

Для цитирования: Тужиков Е.Н., Калентьев В.А., Пахомов Г.Б. Апробация инновационного комплекса безопасности газодымозащитника в условиях, приближенных к реальным // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2024. № 4. С. 42–52. DOI: 10.61260/2218-13X-2024-4-42-52.

Scientific article

ASSESSMENT METHODS AND WAYS TO REDUCE INDIVIDUAL FIRE RISK DURING TRANSPORTATION OF FIRE AND EXPLOSIVE SUBSTANCES BY ROAD

✉Tuzhikov Evgeny N.;

Kalentyev Vladimir A.;

Pakhomov Georgy B.

Ural institute of State fire service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

✉fireman87@bk.ru

Abstract. The paper examines the conditions and results of full-scale tests of an innovative gas and smoke protection safety complex, designed for rescuers to work in conditions of an environment unsuitable for breathing. The purpose of the work is to create a complex technical system designed to improve the efficiency of firefighters-rescuers when searching for victims and the source of a fire, orientation in conditions of low and «zero» visibility, as well as its testing in conditions close to real ones.

Research methods: analysis, observation, comparison, measurement, experiment, description.

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2024

Main provisions and results of the study: the technical result of the presented Complex lies in the possibility of increasing the efficiency of search operations at a fire and is achieved by the fact that a combined technical solution is proposed in the engineering emergency rescue multifunctional device.

Conclusions with justification of the scientific novelty of the results: the results of the first pilot tests of the Complex are presented.

Keywords: firefighter-rescuer equipment, helmet-mask, thermal imager, test, computer, gas and smoke protection device, complex

For citation: Tuzhikov E.N., Kalentyev V.A., Pakhomov G.B. Assessment methods and ways to reduce individual fire risk during transportation of fire and explosive substances by road // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2024. № 4. P. 42–52. DOI: 10.61260/2218-13X-2024-4-42-52.

Введение

Из анализа литературных источников следует, что большое внимание уделяется повышению эффективности и безопасности работы личного состава МЧС России [1, 2], в частности газодымозащитной службы (ГДЗС) [3, 4].

От оперативности и результативности работы газодымозащитников зависит многое: жизнь, здоровье и материальные ценности пострадавших, но это не всегда успешно получается у спасателей, оснащенных стандартным оборудованием [5, 6].

Технологический прогресс проникает и в деятельность пожарных-спасателей. Проведенный авторами анализ ряда научных разработок в рассматриваемой области [7, 8] свидетельствует об актуальности и важности создания современных систем помощи пожарным-спасателям при выполнении ими задач по предназначению. В мире существуют схожие по назначению устройства [9]: из России [10], из Китая [11, 12], из США [13–15].

Так, известно устройство поиска и обнаружения тепловых объектов на пожаре [10], состоящее из корпуса, в котором размещена регулируемая диафрагма, инфракрасного объектива с укрепленным магнитом. Однако это устройство отличается недостаточной эффективностью, так как электрический сигнал, передающийся и фокусирующийся на пироэлектрическом преобразователе устройства недостаточно мощный. Это связано с тем, что на пироэлектрические преобразователи оказывают значительное влияние вибрации и другие внешние воздействия.

Известен многофункциональный противопожарный шлем на основе NB-IoT [11]. Основными его компонентами являются многофункциональная пожарная каска, представленная шлемовой надстройкой и другим периферийным оборудованием. Однако эффективность поиска людей с его использованием недостаточно результативна, так как регистрируемая длина волны инфракрасного излучения предлагаемым устройством ограничена, примерно 9,0 мкм.

Известен противопожарный интеллектуальный шлем с функцией мониторинга окружающей среды [12]. Он состоит из интеллектуального устройства управления и датчика мониторинга окружающей среды, позволяющего воспринимать информацию об окружающей среде в режиме реального времени и предоставлять информацию о месте нахождения спасателей в центр мониторинга. Его основным недостатком являются источник энергии.

Описан носимый вспомогательный модуль восприятия для навигации и связи во взрывоопасных средах [13], недостатком которого является неприменимость в условиях непригодной для дыхания среды (НДС).

Известны шлем с активным дисплеем и защитное устройство для головы со встроенным дисплеем [14, 15], недостатками которых являются:

– для шлема [14] – отсутствует функциональная возможность использования для поиска пострадавших в пожаре, поскольку нет датчиков для определения очагов возгорания и пострадавших;

– для защитного устройства для головы [15] – позволяет работать только с оборудованием в комплекте (блок датчика температуры, блок датчиков опасности, устройство для измерения жизненно важных показателей оператора).

В свою очередь, в Уральском институте ГПС МЧС России был разработан и реализован комплекс [3], представленный на рис. 1.



Рис. 1. Устройство комплекса

Устройство, предназначенное для поиска и обнаружения людей на пожаре, относится к пожарной технике, в частности, к пожарно-спасательному оборудованию и устройствам для поиска и спасения людей на пожаре. Комплекс также может быть полезен в различных отраслях народного хозяйства для предупреждения возникновения возгораний и пожаров, поиска как очагов возгорания, так и людей, а также животных в дыму или в условиях плохой видимости, для автоматического подавления пожаров, пожаро- и взрывоопасных ситуаций при поисково-спасательных работах и других неотложных аварийно-спасательных работах.

Устройство включает в себя следующие составные части: компьютер, управляющее устройство (беспроводной браслет), аккумуляторную батарею, очки-визор, встроенные в шлем-каска, периферийные компоненты, устройство приема-передачи цифрового сигнала.

Таким образом, актуальность заключается в проведении натурного исследования предложенного комплекса, а целью данной работы является сравнение временных затрат использования стандартного оборудования совместно с предложенным устройством, оснащенного тепловизором.

Методы исследования

Опытная эксплуатация образца инновационного комплекса безопасности газодымозащитника проводилась сотрудниками Уральского института ГПС МЧС России в период с 2020 по 2021 г. путем проведения натурных испытаний [16, 17].

Порядок проведения и результаты проведенных испытаний.

1. Испытание комплекса № 1 [16].

Место проведения испытания: Свердловская область, загородная учебная база Уральского института ГПС МЧС России (Свердловская обл., Сысертский р-он, д. Большое Седельниково).

Условия проведения испытания представлены в табл. 1.

Таблица 1

Условия проведения испытания

Давление, мм. рт. ст.	Температура воздуха, о С	Влажность, %	Скорость ветра, м/с	Примечание
738	-5	81	2,4	Температура воздуха ощущается как – 9 оС

Используемое оборудование и оснащение для проведения испытания: комплекс, боевая одежда пожарного (2 комплекта), дымовая шашка, манекен человека, электронный секундомер, элемент огневой полосы психологической подготовки пожарных – «Кабельный коллектор», мобильный полигон «ГРОТ».

Участники испытания: 2 газодымозащитника, хронометрист, наблюдатели.

Цель проведения испытания: проверить и оценить работоспособность комплекса и его отдельных компонентов при низких температурах в условиях, приближенных к реальным (ЧС).

Основные задачи испытания заключались в следующем:

- проведение апробации комплекса в условиях, приближенных к реальным;
- проверка работоспособности отдельных компонентов в единой системе;
- сравнительная оценка эффективности выполнения поставленных задач перед газодымозащитником, экипированным научной разработкой и без нее;
- анализ влияния факторов окружающей среды на работу комплекса.

Методика проведения испытания: апробация комплекса осуществлялась в условиях НДС на элементе огневой полосы психологической подготовки пожарных «Кабельный коллектор», а также в мобильном полигоне «ГРОТ». В исследовании участвовали два газодымозащитника: один из которых был экипирован комплексом, второй – нет. Производилась фиксация временных показателей при выполнении условной задачи по поиску пострадавшего и очага пожара.

Последовательность проведения этапов испытания проводилась с помощью фотофиксации (рис. 1–3).



Рис. 2. Газодымозащитник, оснащенный комплексом, перед проведением испытаний

На элементе огневой полосы психологической подготовки пожарных – «Кабельный коллектор» были созданы условия, имитирующие условия НДС (задымление).

В многокоридорном и извивающемся коллекторе заранее был спрятан манекен человека, имитирующего пострадавшего.

Газодымозащитникам была поставлена задача – спуститься в коллектор, найти и извлечь условного пострадавшего, а также выявить условный очаг возгорания.

Газодымозащитники по очереди выполняли поставленную задачу.

Работая в НДС, звену ГДЗС необходимо обладать большим количеством информации, нужной для выполнения поставленных задач с наибольшей эффективностью. Особый контроль за происходящим в НДС должен осуществлять командир звена, которого и представляли газодымозащитники.

Осуществляя работу в помещениях на пожаре, в условиях нулевой видимости, звену ГДЗС важно работать сообща, не теряя друг друга под воздействием опасных факторов пожара и, как можно быстрее найти пострадавших. Поэтому, в целях обеспечения безопасной работы звена целесообразно использовать специальные средства, такие как тепловизор, а также средства связи с постом безопасности.

Применяя комплекс, командир звена ГДЗС наблюдает за происходящим и может видеть тепловые точки сквозь густой дым. Изображение с камеры устройства и тепловизора комплекса транслируются в режиме реального времени на пост безопасности, где за работой звена наблюдает руководитель тушения пожара.

По возвращению газодымозащитников из НДС с манекеном фиксировалось время их работы.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты испытания представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытания

Газодымозащитник	Время выполнения задачи газодымозащитником, сек.
С комплексом	108
Стандартное оснащение	198

Испытания подтвердили значительные преимущества в скорости выполнения поставленных задач газодымозащитником, оснащенным комплексом перед газодымозащитником без такового.

Как показала апробация, в случае использования Комплекса поиск пострадавшего происходит быстрее, что обеспечивает повышение эффективности работы звена ГДЗС на месте ЧС. Нахождение очага пожара посредством тепловых точек тоже осуществляется быстрее.

Комплекс с поставленной задачей справился. Устройство позволяет газодымозащитнику определять тепловые точки, а также ориентироваться в пространстве при плохой видимости и находить в сильно задымленных помещениях пострадавших.

Информация, поступившая на управляющий компьютер, с помощью специального программного обеспечения обрабатывается и сохраняется, формируя базу данных.

Выявлены следующие недостатки:

Во время проведения испытаний, от естественного износа в ходе эксплуатации пришли в негодность проводные соединения, вышло из строя устройство видеозахвата. Целесообразно заменить тепловизор на автономный, подвесной или встроенный в шлем-маску (освободить руку).

2. Испытание комплекса № 2 [17].

В период с 7–8 сентября 2021 г. в рамках проведения межведомственного опытно-исследовательского Учения по выполнению мероприятий по защите территорий, входящих в Арктическую зону Российской Федерации, от чрезвычайных ситуаций (Учение), проводимого в соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1494 и приказом МЧС России от 2 июня 2021 г. № 361 «О подготовке и проведении межведомственного опытно-исследовательского учения по выполнению мероприятий по защите территорий, входящих в Арктическую зону Российской Федерации, от чрезвычайных ситуаций» проводились испытания комплекса [17].

Так, согласно замыслу Учения (Вводная № 8 «Пожар в здании социального назначения (больница) в условиях новой коронавирусной инфекции г. Норильск») отработана следующая методика.

Место проведения испытаний: жилое образование «Оганер» г. Норильск Красноярского края, КГБУЗ «Норильская межрайонная больница № 1».

Таблица 3

Условия проведения испытания

Давление, мм. рт. ст.	Температура воздуха, °С	Влажность, %	Скорость ветра, м/сек.	Примечание
759	+10	68	2	Температура воздуха ощущается как +7 °С

Используемое оборудование и оснащение для проведения испытания: комплекс, боевая одежда пожарного (два комплекта), дымовая шашка, электронный секундомер.

Участники испытания: два звена ГДЗС, наблюдатели.

Цель проведения испытания: проверить и оценить работоспособность комплекса и его отдельных компонентов в условиях, приближенных к реальным (чрезвычайной ситуации (ЧС).

Основные задачи испытания заключались в следующем:

- оценка рационального использования времени работы звена ГДЗС в НДС;
- использование информации о времени защитного действия средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);
- организация процесса продвижения к очагу пожара и поиск пострадавших;
- использование информации о планировке помещений на этаже, назначении помещений, количестве больных на этаже и другая дополнительная информация;
- провести сравнение времени следования звена ГДЗС к очагу пожара, поиск пострадавших с применением комплекса и без него.

Сложившаяся обстановка: 8 сентября 2021 г. на объекте КГБУЗ «Норильская межрайонная больница № 1, расположенном по адресу: Красноярский край, МО г. Норильск, ж.о. Оганер, ул. Озерная, д. 51, вследствие короткого замыкания электропроводки с последующим горением мебели в помещении палаты № 138, расположенном на 14 этаже, возник условный пожар. Создалась угроза жизни персоналу и посетителям. Администрацией объекта передана информация о загорании на центральный пост пожарной связи (ЦППС) г. Норильска. Диспетчером ЦППС г. Норильска передано сообщение о пожаре во все службы жизнеобеспечения, необходимые при проведении аварийно-спасательных работ и тушении пожара, высланы силы и средства, согласно расписанию выезда, по рангу пожара № 3.

На момент прибытия первого подразделения пожарной охраны:

- огнем охвачено полностью помещение палаты № 138 (14 этаж);
- имеется угроза распространения пожара в смежные помещения с горящим, расположенные на 13–15 этажах;
- продукты горения распространились по всему пожарному отсеку «С», расположенному на 14 этаже;

- в здании присутствуют инфекционные больные COVID-19, в том числе тяжелобольные;
- в пожарном отсеке «С» по всем этажам здания пожарные краны не рабочие;
- администрацией объекта проводится эвакуация медицинского персонала и больных.

Методика проведения испытания: с целью проведения разведки и эвакуации людей два звена ГДЗС входят и идут по путям эвакуации, и производят проверку пожарного отсека «В». Одно из звеньев осуществляет разведку с использованием комплекса. Осуществление поиска очага пожара и контроль действий по тушению (поиск скрытых очагов, непогасшие очаги).

Ход испытаний сопровождался фотофиксацией [17] (рис. 3).



Рис. 3. Газодымозащитник с комплексом

Двумя звеньями ГДЗС проводится разведка. Газодымозащитники входят и идут по путям эвакуации (одно звено ГДЗС имеет на вооружении комплекс).

В коридоре на втором этаже обнаруживают двух пострадавших, подключают их к спасательным устройствам и выносят на свежий воздух с использованием мягких носилок.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты испытания представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты испытания

Газодымозащитник	Время выполнения задачи газодымозащитником, сек.
С комплексом	253
Стандартное оснащение	544

В ходе апробации комплекса были выявлены следующие отрицательные моменты. Так, защитный корпус видеоочков располагается вне панорамной маски дыхательного аппарата, не обеспечен достаточной герметичностью для защиты от дыма (внутри корпуса попадает копоть), не обеспечивает полной защиты от теплового излучения (требуется провести модернизацию).

Недостаточно компактный размер корпуса компьютера и общий вес. Требуется оптимизация размеров и веса оборудования (за счет уменьшения аккумуляторной батареи, обеспечив бесперебойное время работы комплекса до одного часа, что будет достаточно для работы газодымозащитника в дыхательном аппарате со сжатым воздухом примерно 40 мин).

По итогу комплекс выполнил в полном объеме все поставленные задачи в ходе отработки вводной: подтверждена эффективность применения опытного образца (несмотря на выявленные недостатки, подтверждается перспективность применения комплекса для решения боевых задач на пожарах и других ЧС); подтверждена возможность использования устройства в составе звена ГДЗС; подтверждается уменьшение общего времени работы звена

ГДЗС в НДС с использованием комплекса относительно звена ГДЗС без него; подтверждена эффективность использования газодымозащитником информации по времени защитного действия СИЗОД в режиме реального времени, о планировке помещений на этаже, назначении помещений, количестве больных на этаже и другой дополнительной информации; подтверждена эффективность работы комплекса, выражающаяся в снижении времени на следование звена ГДЗС, построении оптимального маршрута следования и последовательности действий звена ГДЗС при движении к очагу пожара и при поиске пострадавших.

Заключение

В результате проведенных натурных испытаний комплекса определено, что при его использовании время выполнения поставленных задач сокращается почти в два раза, что повышает эффективность и безопасность работы сотрудников МЧС России. Это обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что представленный комплекс является перспективным инструментом повышения эффективности работы пожарно-спасательных подразделений МЧС России.

Список источников

1. Анализ травматизма и гибели личного состава МЧС России за 9 месяцев 2020 г.: приложение к письму МЧС России от 27 окт. 2020 г. № М-АГ-44). URL: <https://fireman.club/literature/analiz-travmatizma-i-gibeli-lichnogo-sostava-mchs-rossii-za-9-mesyatsev-2020-goda/> (дата обращения: 01.08.2024).
2. Тужиков Е.Н., Перевалов А.С. Расчет социально-экономического ущерба гибели и травмирования гражданина Российской Федерации // Техносферная безопасность. 2016. № 1 (10). С. 7–14.
3. Тужиков Е.Н., Баев А.А., Федосеев А.Н. К вопросу повышения эффективности работы звена газодымозащитной службы при выполнении задач по предназначению // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов XI Всерос. науч.-практ. конф. Железнодорожск, 2022. С. 120–123.
4. Приоритетные направления научно-технической деятельности МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/vedomstvennaya-nauka/nauchno-tehnicheskaya-deyatelnost-mchs-rossii> (дата обращения: 01.08.2024).
5. ГОСТ Р 58446–2019. Техника пожарная. Комплект снаряжения для оснащения личного состава звена газодымозащитной службы. Общие технические требования. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2019. 17 с.
6. ГОСТ Р 53256–2019. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым кислородом с замкнутым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний. URL: https://allgosts.ru/13/340/gost_r_53256-2019 (дата обращения: 01.08.2024).
7. В Швеции создали шлем пожарного с функцией дополненной реальности. URL: <http://www.furfur.me/furfur/culture/culture/171953-v-shvetsii-sozdali-shlempozharnogo-dopolnennoy-realnosti> (дата обращения: 01.08.2024).

8. МСИ Маска МЧС с тепловизором. URL: https://www.securitymedia.ru/technics_one_355.html (дата обращения: 01.08.2024).
9. Мокеев А.А., Тужиков Е.Н. Классификация устройств, применяемых для поиска пострадавших на пожаре // Безопасность: проблемы, технологии, управление. 2023. Вып. № 2.
10. Керемжанов А.Ф., Николенко Б.Н. Способ оповещения о пожаре и устройство для его осуществления: пат. Рос. Федерации RU2037882C1, МПК G08B 17/06. Оpubл. 19.06.1995.
11. Ли Чжун, Ли Хаоран. Лицевое защитное устройство бойца и лицевая интеллектуальная система защиты командира пожаротушения: пат. Китая CN216533996 (U) МПК; заявитель и патентообладатель Ли Чжун, Ли Хаоран. Заявл. 27.12.2019; опубл. 20.10.2002.
12. Ли Вэньфэн, Яо Дао, Цзинь Минхуа, Хунфу Сюэнь, Сяо Лян. Противопожарный интеллектуальный шлем с функцией мониторинга окружающей среды: пат. Китая CN203523884 (U) МПК; заявитель и патентообладатель Wuhan University of Technology WUT; заявл. 09.10.2013; опубл. 03.12.2014.
13. Носимый вспомогательный модуль восприятия для навигации и связи во взрывоопасных средах: патент США US20210059344A1 МПК / Michael E. RalstonSam J. CossmanOmer HacıomerogluJohn Davis Long; заявитель и патентообладатель Qwake Technologies Inc Qwake Technologies LLC; заявл. 28.08.202; опубл. 04.03.2021.
14. Шлем с активным дисплеем: пат. США US20210223557A1 / Benjamin Edward LammAndrew Thomas BuseyDaniel David HaabDavis Michael SaltzgiverMarc Allen Boudria; заявитель и патентообладатель Hypergiant Industries Inc; заявл. 08.06.2020; опубл. 22.07.2021.
15. Защитное устройство для головы со встроенным дисплеем: пат. США US20080023002A1 / Thomas Kent GuelzowKurt J. Fenske; заявитель и патентообладатель Rex Systems Inc; 26.07.2007; опубл. 31.01.2008.
16. Сотрудники вуза провели испытания научно-технической разработки института. URL: <https://uigps.ru/news/sotrudniki-vuza-proveli-ispytaniyanauchno-tekhnich/> (дата обращения: 01.08.2024).
17. Научно-исследовательская группа института готовится к межведомственному опытно-исследовательскому учению «Безопасная Арктика». URL: <https://uigps.ru/news/nauchno-issledovatel'skaya-gruppa-instituta-gotovit/> (дата обращения: 01.08.2024).

References

1. Analiz travmatizma i gibeli lichnogo sostava MCHS Rossii za 9 mesyacev 2020 g.: prilozhenie k pis'mu MCHS Rossii ot 27 okt. 2020 g. № M-AG-44). URL: <https://fireman.club/literature/analiz-travmatizma-i-gibeli-lichnogo-sostava-mchs-rossii-za-9-mesyatsev-2020-goda/> (data obrashcheniya: 01.08.2024).
2. Tuzhikov E.N., Perevalov A.S. Raschet social'no-ehkonomicheskogo ushcherba gibeli i travmirovaniya grazhdanina Rossijskoj Federacii // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2016. № 1 (10). S. 7–14.
3. Tuzhikov E.N., Baev A.A., Fedoseev A.N. K voprosu povysheniya ehffektivnosti raboty zvena gazodymozashchitnoj sluzhby pri vypolnenii zadach po prednaznacheniyu // Molodye uchenye v reshenii aktual'nykh problem bezopasnosti: sb. materialov XI Vseros. nauch.-prakt. konf. Zheleznogorsk, 2022. S. 120–123.
4. Prioritetnye napravleniya nauchno-tehnicheskoy deyatel'nosti MCHS Rossii. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/vedomstvennaya-nauka/nauchno-tehnicheskaya-deyatelnost-mchs-rossii> (data obrashcheniya: 01.08.2024).
5. GOST R 58446–2019. Tekhnika pozharnaya. Komplekt snaryazheniya dlya osnashcheniya lichnogo sostava zvena gazodymozashchitnoj sluzhby. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. M.: Standartinform, 2019. 17 s.

6. GOST R 53256–2019. Tekhnika pozharnaya. Apparaty dykhatel'nye so szhatym kislorodom s zamknutym ciklom dykhaniya. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. URL: https://allgosts.ru/13/340/gost_r_53256-2019 (data obrashcheniya: 01.08.2024).
7. V Shvecii sozdali shlem pozharnogo s funkciej dopolnennoj real'nosti. URL: <http://www.furfur.me/furfur/culture/culture/171953-v-shvetsii-sozdali-shlempozharnogo-dopolnennoj-realnosti> (data obrashcheniya: 01.08.2024).
8. MSI Maska MCHS s teplovizorom. URL: https://www.securitymedia.ru/technics_one_355.html (data obrashcheniya: 01.08.2024).
9. Mokeev A.A., Tuzhikov E.N. Klassifikaciya ustrojstv, primenyaemykh dlya poiska postradavshikh na pozhare // Bezopasnost': problemy, tekhnologii, upravlenie. 2023. Vyp. № 2.
10. Keremzhanov A.F., Nikolenko B.N. Sposob opoveshcheniya o pozhare i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya: pat. Ros. Federacii RU2037882C1, MPK G08B 17/06. Opubl. 19.06.1995.
11. Li Chzhun, Li Khaoran. Licevoe zashchitnoe ustrojstvo bojca i licevaya intellektual'naya sistema zashchity komandira pozharotusheniya: pat. Kitaya CN216533996 (U) MPK; zayavitel' i patentoobladatel' Li Chzhun, Li Khaoran. Zayavl. 27.12.2019; opubl. 20.10.2002.
12. Li Vehn'fehn, Yao Dao, Czin' Minkhua, Khunfu Syuvehn', Syao Lyan. Protivopozharnyj intellektual'nyj shlem s funkciej monitoringa okruzhayushchej sredy: pat. Kitaya CN203523884 (U) MPK; zayavitel' i patentoobladatel' Wuhan University of Technology WUT; zayavl. 09.10.2013; opubl. 03.12.2014.
13. Nosimyj vspomogatel'nyj modul' vospriyatiya dlya navigacii i svyazi vo vzryvoopasnykh sredakh: patent SSHA US20210059344A1 MPK / Michael E. RalstonSam J. CossmanOmer HaciomerogluII John Davis Long; zayavitel' i patentoobladatel' Qwake Technologies Inc Qwake Technologies LLC; zayavl. 28.08.202; opubl. 04.03.2021.
14. Shlem s aktivnym displeem: pat. SSHA US20210223557A1 / Benjamin Edward LammAndrew Thomas BuseyDaniel David HaabDavis Michael SaltzgiverMarc Allen Boudria; zayavitel' i patentoobladatel' Hypergiant Industries Inc; zayavl. 08.06.2020; opubl. 22.07.2021.
15. Zashchitnoe ustrojstvo dlya golovy so vstroennym displeem: pat. SShA US20080023002A1 / Thomas Kent GuelzowKurt J. Fenske; zayavitel' i patentoobladatel' Rex Systems Inc; 26.07.2007; opubl. 31.01.2008.
16. Sotrudniki vuza proveli ispytaniya nauchno-tekhnicheskoy razrabotki instituta. URL: <https://uigps.ru/news/sotrudniki-vuza-proveli-ispytaniyanauchno-tekhnich/> (data obrashcheniya: 01.08.2024).
17. Nauchno-issledovatel'skaya gruppa instituta gotovitsya k mezhvedomstvennomu opytно-issledovatel'skomu ucheniyu «Bezopasnaya Arktika». URL: <https://uigps.ru/news/nauchno-issledovatel'skaya-gruppa-instituta-gotovit/> (data obrashcheniya: 01.08.2024).

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 30.10.2024; одобрена после рецензирования: 23.11.2024;
принята к публикации: 25.11.2024

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 30.10.2024; approved after review: 23.11.2024;
accepted for publication: 25.11.2024

Сведения об авторах:

Тужиков Евгений Николаевич, доцент кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России (620062, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), кандидат технических наук, доцент, e-mail: fireman87@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7785-2656>

Калентьев Владимир Алексеевич, доцент кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России (620062, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), кандидат физико-математических наук, доцент, e-mail: volf.vak@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-7433-3064>

Пахомов Георгий Борисович, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела Уральского института ГПС МЧС России (620062, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), кандидат химических наук, e-mail: pahomovgb@uigps.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6989-5339>

Information about authors:

Tuzhikov Evgeny N., associate professor of the department of fire, emergency rescue equipment and special technical means of the Ural institute of State fire service of EMERCOM of Russia (620062, Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Mira str., 22), candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: fireman87@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7785-2656>

Kalentyev Vladimir A., associate professor of the department of fire, emergency and rescue equipment and special technical means of the Ural institute of State fire service of EMERCOM of Russia (620062, Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Mira str., 22), candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, e-mail: volf.vak@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-7433-3064>

Pakhomov Georgy B., senior researcher at the research department of the Ural institute of State fire service of EMERCOM of Russia (620062, Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Mira str., 22), candidate of chemical sciences, e-mail: pahomovgb@uigps.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6989-5339>