

УДК 614.842/.847

<https://doi.org/10.21869/2223-1560-2024-28-3-184-200>

Алгоритмизация ведения боевых действий по тушению пожаров в инфекционных отделениях медицинских учреждений

А.Н. Денисов¹, И.И. Садыков¹, М.М. Данилов¹, А.Ю. Кляузov¹,
М.В. Шевцов¹ ✉, М.А. Мареев²

¹ Академия Государственной противопожарной службы МЧС России
ул. Бориса Галушкина, д.4, г. Москва 129626, Российская Федерация

² Главное управление пожарной охраны МЧС России
ул. Пречистенка, д.22/2, стр. 1, г. Москва 119034, Российская Федерация

✉ e-mail: shevtsovmv@mail.ru

Резюме

Цель исследования. Анализ проблемы и задач при ведении боевых действий в инфекционных отделениях медицинских учреждений страны позволяет говорить о серьезных вызовах, стоящих перед личным составом пожарно-спасательных подразделений. Для выработки подходов к решению данных вызовов необходимо определить временные отрезки для проведения дезинфекции, а также формализовать нормативный алгоритм определения параметров средств индивидуальной защиты органов дыхания для интеграции в систему поддержки принятия решений при управлении звеньями газодымозащитной службы (ГДЗС) при тушении пожаров.

Методы. Анализ описаний пожаров в медицинских учреждениях, численные методы математического моделирования, а также экспериментальные исследования позволили установить средние временные значения давления в баллонах дыхательных аппаратов газодымозащитников, осуществляющих боевые действия по тушению пожаров в условиях возможного заражения инфекционными болезнями, а также количество времени, необходимое личному составу на проведение соответствующих дезинфекционных мероприятий.

Результаты. В ходе исследования авторами установлено, что: средние значения давления в баллонах дыхательных аппаратов, которые газодымозащитники звена газодымозащитной службы могут максимально израсходовать при следовании к очагу пожара и работе на месте, составляют 170 МПа; наименьшее давление в баллонах дыхательных аппаратов при включении в составе звена значение – 2600 Мпа; время, необходимое для реализации дезинфекционных мероприятий, колеблется в интервале от 81 секунды до 429 секунд.

Заключение. Алгоритмизация расчета запаса воздуха в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД), гармоничное сочетание технологий искусственного интеллекта и компьютерного зрения создает дополнительные предпосылки к созданию новых форм и возможностей для интеграции в комплексную систему поддержки принятия управленческого решения лицу, принимающему решения на месте пожара.

Ключевые слова: дезинфекция; инфекционное отделение; боевые действия; COVID-19; алгоритм; инфекция; медицинское учреждение; боевая одежда пожарного; методы; способы; управление; газодымозащитник; аварийно-спасательное оборудование.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Алгоритмизация ведения боевых действий по тушению пожаров в инфекционных отделениях медицинских учреждений / А.Н. Денисов, И.И. Садыков, М.М. Данилов, А.Ю. Кляузов, М.В. Шевцов, М.А. Мареев // Известия Юго-Западного государственного университета. 2024. Т. 28, №3. С. 184-200. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2024-28-3-184-200>.

Поступила в редакцию 12.05.2024

Подписана в печать 27.08.2024

Опубликована 30.09.2024

Algorithmization of combat operations to extinguish fires in infectious diseases departments of medical institutions

Alexey N. Denisov ¹, Ildar I. Sadykov ¹, Mihail M. Danilov ¹,
Alexander Yu. Klyauzov ¹, Maksim V. Shevtsov ¹ ✉, Mihail A. Mareev ²

¹ Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia
4, Boris Galushkin str, Moscow 129626, Russian Federation

² Main Fire Department of the Ministry of Emergency Situations of Russia
22/2, build. 1, Prechistenka str., Moscow 119034, Russian Federation

✉ e-mail: shevtsovmv@mail.ru

Abstract

Purpose of research. An analysis of the problems and tasks in conducting combat operations in infectious diseases departments of medical institutions of the country allows us to talk about serious challenges facing the personnel of fire and rescue units. To develop approaches to solving these challenges, it is necessary to determine time periods for disinfection, as well as to formalize a regulatory algorithm for determining the parameters of personal respiratory protection equipment for integration into a decision support system when managing units of the gas and smoke protection service (GDSS) when extinguishing fires.

Methods. Analysis of descriptions of fires in medical institutions, numerical methods of mathematical modeling, as well as experimental studies made it possible to establish the average time pressure values in the cylinders of the breathing apparatus of gas and smoke protectors carrying out combat operations to extinguish fires in conditions of possible infection with infectious diseases, as well as the amount of time required for personnel to carrying out appropriate disinfection measures.

Results. In the course of the study, the authors found that: the average pressure values in the cylinders of breathing apparatus, which gas and smoke protection service members can use as much as possible when traveling to the fire and working on site, are 170 MPa; the lowest pressure in the cylinders of breathing apparatus when included in the unit is 2600 MPa; the time required to implement disinfection measures ranges from 81 seconds to 429 seconds.

Conclusion. Algorithmization of the calculation of air reserves in personal respiratory and vision protection equipment (RPE), a harmonious combination of artificial intelligence and computer vision technologies creates additional prerequisites for the creation of new forms and opportunities for integration into a comprehensive management decision support system for the decision maker at the fire site.

Keywords: disinfection; infectious diseases department; combat operations; COVID-19; algorithm; infection; medical facility; firefighter's combat clothing; methods; methods; management; gas and smoke protection; emergency rescue equipment.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Denisov A. N., Sadykov I. I., Danilov M. M., Klyauzov A. Yu., Shevtsov M. V., Mareev M. A. Algorithmization of combat operations to extinguish fires in infectious diseases departments of medical institutions. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*. 2024; 28(3): 184-200 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2024-28-3-184-200>.

Received 12.05.2024

Accepted 27.08.2024

Published 30.09.2024

Введение

Инфекционные болезни постоянно сопровождают человечество, в человеческой памяти остались несколько пандемий (оспа, чума, грипп (испанка), ВИЧ/СПИД, H1N1, COVID-19). Социальный, медицинский и экологический шок от пандемии меняет правила игры для государственного, муниципального и объектового управления, а также заставляет реагировать на крайне неспокойную окружающую обстановку. Столкнувшись с пандемией коронавирусной инфекции COVID-19, повсеместно открывались и/или переоборудовались (в спешном формате) коронавирусные госпитали и больницы, что повлекло за собой увеличение числа пожаров в медицинских учреждениях.

«На учете у надзорных органов МЧС России в настоящий момент находятся 13 тыс. объектов социальной защиты населения и здравоохранения с круглосуточным пребыванием людей. Из них 750 объектов – это закрытые организации, которые относятся к интернатам и диспансерам. По данной категории объектов с 2017 по 2021 год отмечается значительная тенденция роста пожаров – до 73%. Только с начала 2022 года по апрель, на таких объектах произошли уже 65 пожаров, при кото-

рых погибли четыре человека и трое получили травмы»¹.

Анализ возгораний в медучреждениях России последних лет показал, что из более полтысячи пожаров на долю инфекционных больниц приходится около 7,5 % (рис. 1, 2) [1, 2].

Актуальность данного исследования подтверждается, в том числе, суровой статистикой смертности и травмированности пациентов на пожарах (табл. 1).

Согласно работе² «при тушении пожаров в инфекционных отделениях необходимо использовать средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) и кожного покрова, организовать, руководствуясь указаниями медицинского персонала, санитарную обработку личного состава, дезинфекцию боевой одежды пожарного и аварийно-спасательного оборудования, в последующем провести диспансеризацию личного состава».

¹ Заседания Экспертного совета и его секций / заместитель главного государственного инспектора РФ по пожарному надзору МЧС России Сергей Дмитриев [Электронный ресурс]. URL: https://ombudsmanrf.org/exp_sov/zasedaniya_sek_exp_sov (дата обращения: 07.01.2023).

² Сборник методик по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ подразделениями пожарной охраны на объектах различного функционального назначения. М.: ВНИИПО, 2022. 23 с.

Так как дезинфекция проводится до выключения из дыхательных аппаратов,

на это необходимо оставить определенный запас воздуха.

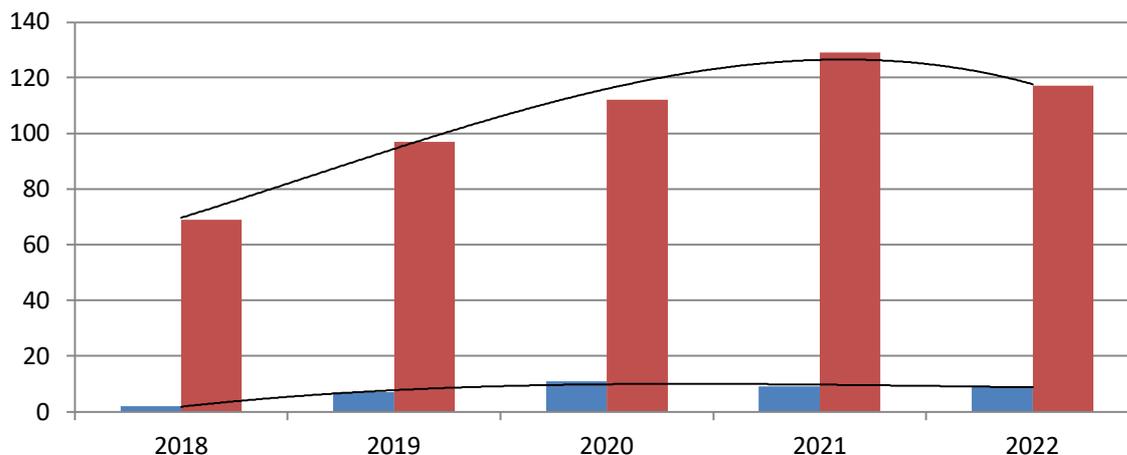


Рис. 1. Анализ возгораний в больницах РФ в период с 2018 по 2022 гг.

Fig. 1. Analysis of fires in Russian hospitals in the period from 2018 to 2022

Таблица 1. Выборка крупных пожаров в медучреждениях в мире за шесть лет

Table 1. A sampling of major fires in healthcare facilities around the world over six years

Дата, город (страна) / Date, city (country)	Место пожара / Place of fire	Погибло, пострадало / Killed, damaged	Приложение / Application
25.04.21, Багдад (Ирак)	Коронавирусный госпиталь «Ибн аль-Хатыб»	82 человека – гибель, 110 – травмы	
19.12.20, Газиантеп (Турция)	Коронавирусное отделение комплексного медицинского центра Санко	8 человек – гибель	Выход из строя кислородной установки
29.06.20, Александрия (Египет)	Частная больница	7 пациентов – гибель, 7 сотрудников больницы – травмы	
11.06.19, Одесса (Украина)	Одесский областной медицинский центр психического здоровья	6 пациентов и 1 сотрудник – гибель, 6 пациентов – травмы	
11.01.19, Гуаякиль (Эквадор)	Лечебный и реабилитационный центр больных наркоманией и алкоголизмом	16 человек – гибель	
17.12.18, Мумбаи (Индия)	Государственная больница	8 человек – гибель, 145 – травмы	

Дата, город (страна) / Date, city (country)	Место пожара / Place of fire	Погибло, пострадало / Killed, damaged	Приложение / Application
13.08.18, Синьбэй (Тайвань)	Больница	9 человек – гибель, 16 – травмы	Возгорание произошло на седьмом этаже здания больницы.
02.03.18, Баку (Азербайджан)	Республиканский наркологический центр	25 человек – гибель, 3 – травмы	Боевые действия велись при сильном ветре
26.01.18, Мильян Провинция Кёнсан-Намдо, г. Мирян (Южная Корея)	Международный медицинский центр им. Седжона	46 человек – гибель, 146 – травмы	Двухчасовое тушение пожаров при блокировании 111 пациентов внутри лечебного учреждения
17.10.16, Бхубанеш-вар, штат Орисса (Индия)	Специализированный медцентр SUM	24 человека – гибель, 100 – травмы	Пожар возник в отделении гемодиализа
10.08.16, Багдад (Ирак)	Учебный госпиталь медицинского колледжа Аль-Мустансирия	13 новорожденных – гибель	
24.12.15, Джизан (Саудовская Аравия)	Больница	25 человек – гибель, 107 – травмы	В ликвидации возгорания принимало участие 11 расчетов; несколько членов медперсонала погибли, выпрыгнув из окон горящего здания

Ряд исследователей описывали проблемы и задачи, стоящие перед личным составом спасательных подразделений при осуществлении действий по предназначению в учреждениях медицинского профиля. Так на основе анализа возможных путей заражения вирусными заболеваниями (табл. 2) автор [3] описывает примеры проведения дезинфекционных мероприятий средств индивидуальной защиты после ведения

боевых действий. Например, проектированию специальных защитных укрытий-бункеров с автономной системой жизнеобеспечения при создании концепции противопожарной защиты медорганизаций лечения больных с бронхо-лёгочными заболеваниями посвящена работа [4]. С нашей точки зрения, это способ, при этом задача организации дезинфекции спасателей, персонала и пациентов не рассматривается.

Таблица 2. Пути заражения вирусными заболеваниями**Table 2.** Ways of infection with viral diseases

Патология / Pathology	Воздушно-капельным путем / By airborne droplets	Через прикосновение/ контакт с экипировкой / Through touch/ contact with equipment
Герпес	Возможен	Возможен
Грипп/ОРВИ	Возможен	Возможен
Конъюнктивит	Невозможен	Возможен
Желудочный грипп	Невозможен	Возможен
Туберкулез	Возможен	Возможен
Грибок кожи/ногтя	Невозможен	Возможен
Полиомиелит	Невозможен	Возможен
Холера	Невозможен	Возможен
Столбняк	Невозможен	Возможен
COVID-19	Возможен	Возможен
Шигеллёз	Невозможен	Возможен
Брюшной тиф	Невозможен	Возможен
Болезнь Боткина	Невозможен	Возможен

Материалы и методы

Дезинфекция проводится антисептическими растворами, предоставляемыми администрацией организации, службами санэпидконтроля (в период ограничений, связанных с COVID-19, пожарно-спасательными подразделениями вывозились антисептические растворы), при отсутствии специализированных растворов и разрешении соответствующих служб – используется водный раствор пенообразователя, смываемый затем обычной водой [5]. Подача водного раствора пенообразователя осуществляется штатным пожарно-техническим оборудованием. Расширить возможности оборудования предлагается пневматическим

распылителем, подключённым к дыхательному аппарату со сжатым воздухом, что позволит проводить обработку личного состава после ведения боевых действий в медицинских учреждениях [6].

Проведение дезинфекции газодымозащитников при пожарах на медицинских объектах рассмотрено в статье [7].

Авторы предлагают нормативный расчет (приказ МЧС России «Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны») параметров СИЗОД (рис. 1) дополнить методикой определения показателя характеристики давления контрольного выхода $P_{\text{доп}}$.

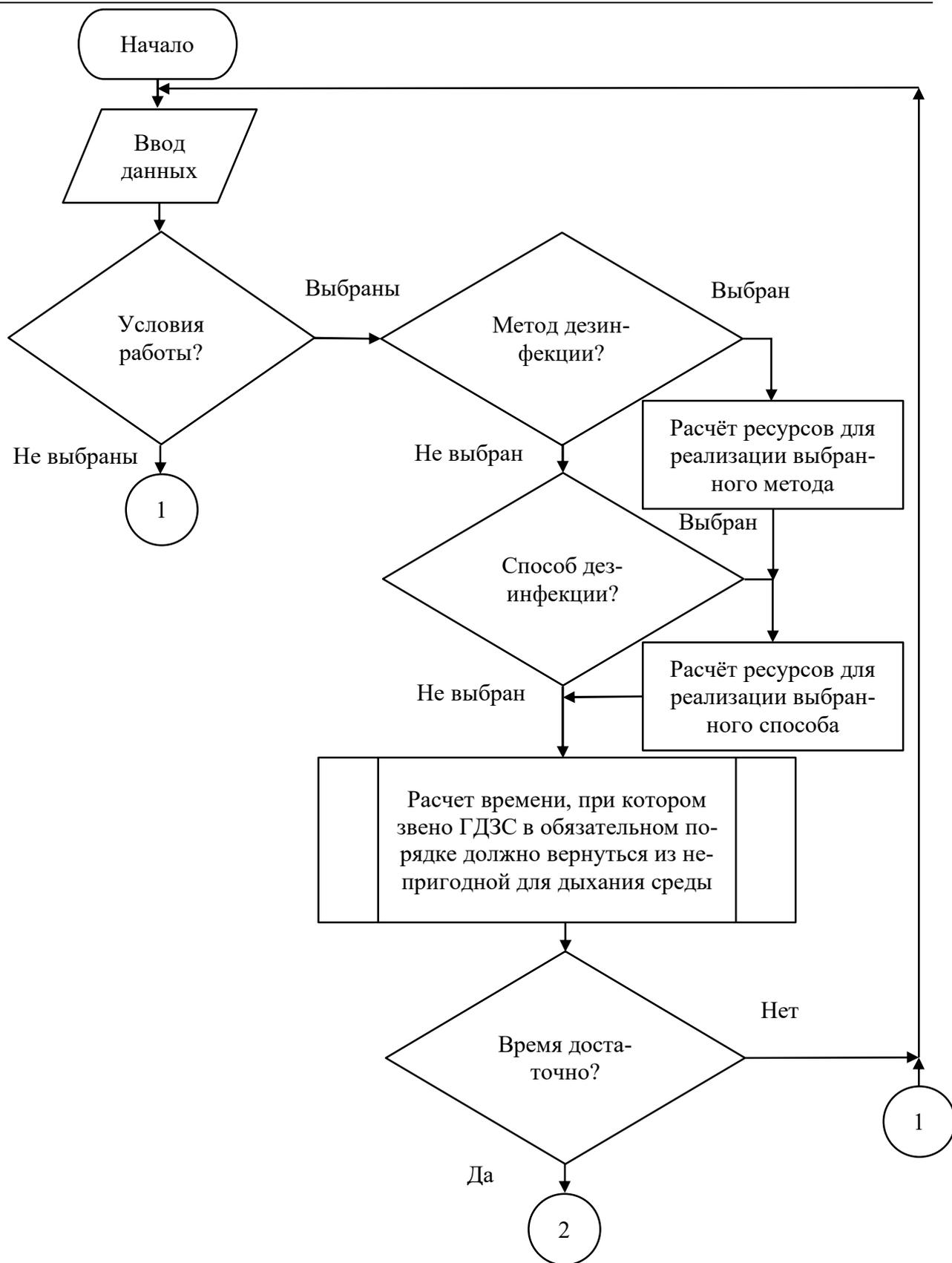


Рис. 2. Алгоритм определения параметров СИЗОД при дезинфекции (окончание на с. 191)

Fig. 2. Algorithm for determining the parameters of RPE during disinfection (ending on page 191)

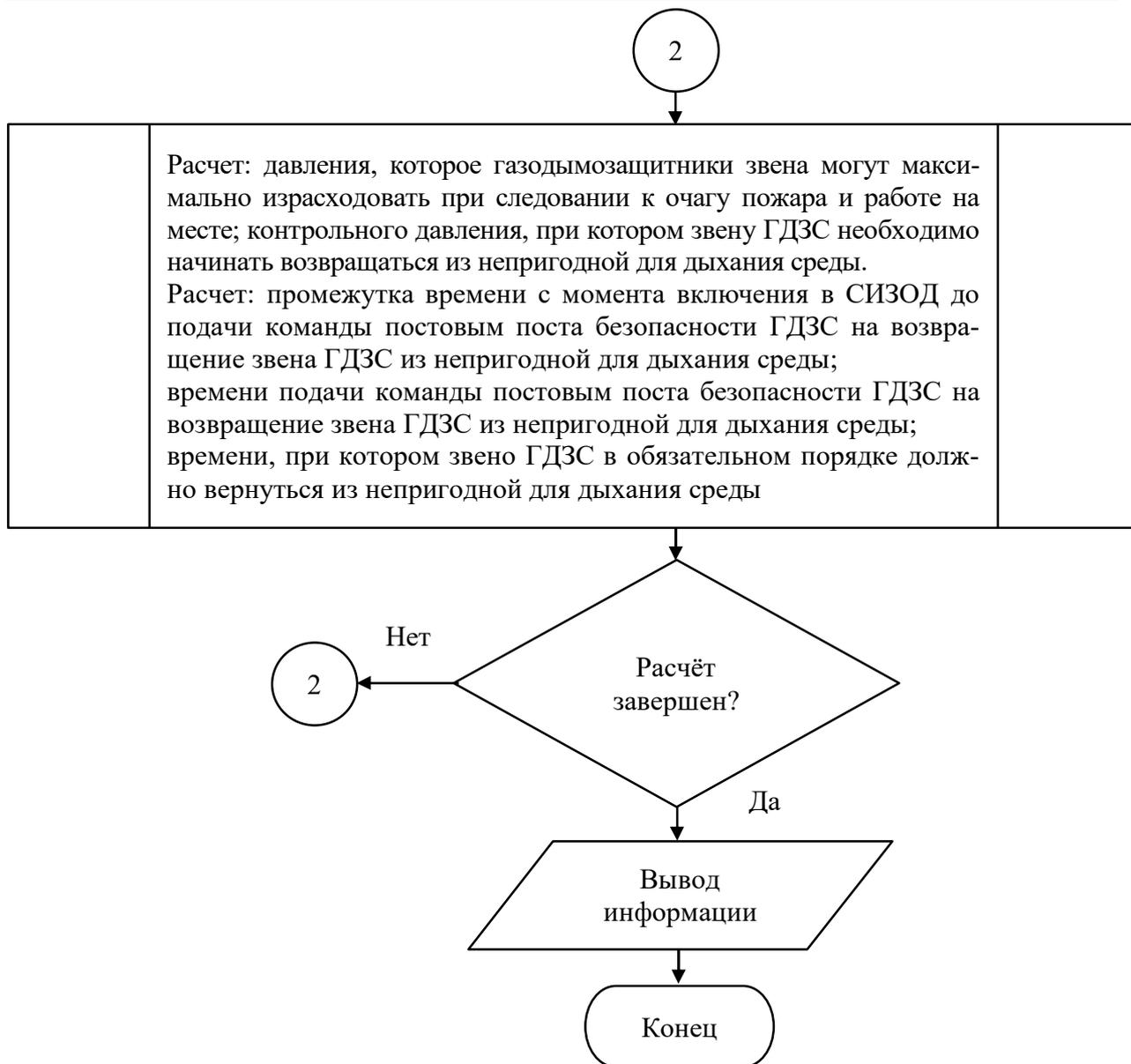


Рис. 2. Окончание (начало на с. 190)

Fig. 2. Ending (beginning on page 190)

Таблица 3. Методы и способы дезинфекции, применимые на месте пожара

Table 3. Disinfection methods and methods applicable at the fire site

Метод / Method	Способ / Method	Время выдержки, мин. / Exposure time, min.
Механический	мытьё	5-90
Физический	ультрафиолетовое излучение	20 (+5)
	воздух	45 (+5)
	пар	20 (+5)
Химический	погружение	15-60
	орошение	15-60
Комбинированный	-	-

При этом предполагается, что различные варианты реализации мер по дезинфекции будут напрямую влиять на основной временной параметр указанного дополнительного давления (табл. 3) [8-11]. Одним из критериев качества (показатель эффективности) дезинфекции является полнота обработки боевой одежды пожарного, пожарно-технического вооружения, оборудования и т.п., который устанавливается на основании данных контрольных измерений, что также влечет временные затраты.

Пример расчетного определения параметров контрольного давления средств индивидуальной защиты органов дыхания, при котором звену газодымозащитной службы необходимо начинать возвращаться из НДС, в данной работе рассматриваться не будет. Его можно посмотреть в [12]. В качестве исходных данных примем: $\overline{P_{max. пад.}} = 170$ МПа и $\overline{P_{min. вкл.}} = 2600$ МПа (на основе анализа открытых литературных источников и описаний пожаров в медицинских учреждениях в нашей стране и за рубежом при тушении пожаров и проведении спасательных работ за 5 лет). V_6 – вместимость баллона (ов) – 7 л. Условия работы – сложные.

Моделируя работу звена (3 газодымозащитника) в дыхательных аппаратах со сжатым воздухом, получим разброс времён на проведение дезинфекции: 1 мин. 21 сек. – 7 мин. 9 сек. Это зна-

чит, что на этапе предварительного планирования необходимо продумать методы и способы дезинфекции, а также оснащение звена.

Результаты и их обсуждение

Накопление статистической базы о работе звеньев ГДЗС позволит системно оценивать перспективы их использования и развития [13-14]. Информационно-аналитическая система (ИАС) формирует и обобщает систематизированные прогнозируемые величины, представляющие практический интерес для участников тушения пожара, в специальном аналитическом блоке (рис. 3). На следующем этапе происходит превращение ИАС в инструмент поддержки принятия решений руководителем тушения пожара и оперативным штабом. Затем полученные сведения систематизируются по категориям (признакам) как для модуля прогнозирования конкретной ситуации, так и для модуля-аналитика. Дальнейшей работой системы является поэтапное продуцирование вариаций запросов с предлагаемым вариантом конкретного решения. После этого модуль предварительной обработки сведений принимает классифицированные потоки данных. В случае получения некорректной искаженной информации указанные сведения временно не обрабатываются конечным получателем, а транслируются лицу, сформировавшему запрос, в виде ошибки.

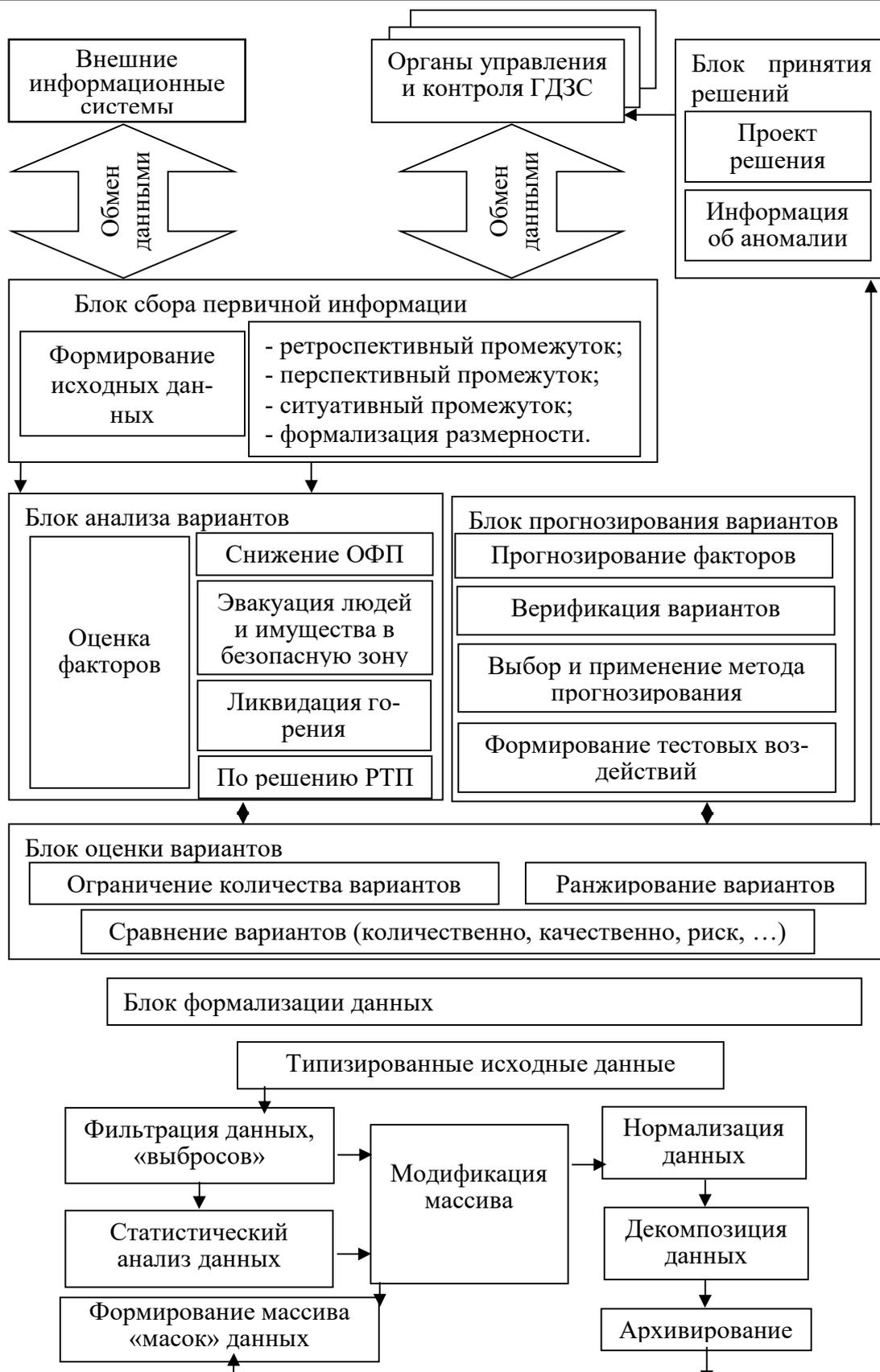


Рис. 3. Структурно-функциональная схема информационно-аналитической системы поддержки принятия решений при управлении звеньями ГДЗС

Fig. 3. Structural and functional diagram of the information and analytical support system decision-making when managing units of the GDZS

Предварительная обработка сведений при работе аналитического блока ИАС необязательна, что позволяет одновременно производить расчеты и осуществлять предварительную подготовку. Все прогнозные модели должны проходить процедуры верификации на обоснованность и адекватность. Данные про-

цессы моделирования функции реализуются в модуле прогнозирования для блока «Ликвидация горения».

Качественная оценка параметров рассматриваемой модели может верифицироваться проверкой адекватности прогнозируемых значений путем инверсного подтверждения.

Таблица 4. Сравнительный анализ действий пожарно-спасательных подразделений на современном этапе и с учетом предлагаемых авторами мероприятий

Table 4. Comparative analysis of the actions of fire and rescue units at the present stage and taking into account the measures proposed by the authors

Мероприятия на данный момент времени / Current events /	Предлагаемые меры / Proposed measures
Расчет запаса воздуха, необходимого для тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ	Алгоритмизация расчета запаса воздуха в СИЗОД с учетом дезинфекционных мероприятий
В документах предварительного планирования отсутствует порядок действий, предусматривающий дезинфекцию личного состава, участвующего в тушении	Предусмотреть мероприятия по дезинфекции, а также оснащение звеньев ГДЗС на этапе разработки документов предварительного планирования
Недостаточное применение инновационных методов, информационных продуктов и технологий при планировании и прогнозировании боевых действий	Внедрение информационно-аналитической системы поддержки принятия решений при управлении звеньями ГДЗС

Таким образом, в рамках данной статьи проведен анализ пожаров на медицинских объектах за период с 2018 по 2022 годы, предложен вариант решения некоторых проблемных вопросов работы звеньев ГДЗС при тушении пожаров в медицинских учреждениях, таких как:

- алгоритмизация расчета запаса воздуха в СИЗОД, необходимого для возвращения звена ГДЗС из непригодной для дыхания среды, с учетом дезинфекционных мероприятий, проводи-

мых параллельно с боевыми действиями должностными лицами на месте вызова на объектах медицинской, фармацевтической, биологической инфраструктуры, а также в лечебных и реабилитационных учреждениях;

- отнесение деятельности в условиях тушения пожаров на указанных объектах к категории «сложной»;

- на этапе предварительного планирования необходимо продумать методы и способы дезинфекции, а также оснаще-

ние звеньев, создание на месте пожара зон ожидания (до и после дезинфекции) для участников тушения пожара.

Предложена структурно-функциональная схема информационно-аналитической системы поддержки принятия решений при управлении звеньями ГДЗС.

При этом ряд проблемных вопросов авторы в данной публикации не затронули:

– дезинфицирующие мероприятия отдельных сотрудников пожарно-спасательных подразделений, персонала, пациентов и посетителей объектов здравоохранения и фармацевтической деятельности;

– тактическую вентиляцию, как один из эффективных методов борьбы с опасными факторами пожара.

Выводы

Данное исследование – это только первый шаг. Для того, чтобы действительно получить отдачу от решения про-

блемных вопросов работы звеньев ГДЗС при тушении пожаров в медицинских учреждениях, службе требуется переключиться в инновационное состояние.

Для оценки результата потребуются новые показатели эффективности, отражающие существенные сдвиги в сторону решения проблемных вопросов.

Сочетание предлагаемых алгоритма и схемы, а также возможностей искусственного интеллекта (предиктивный, генеративный, разговорный), компьютерного зрения по требованию лица, принимающего решения (РТП), откроет возможности для интеграции в комплексную систему поддержки принятия управленческого решения на месте пожара [15-18].

Предлагается не фокусироваться на аспекте дезинфекции «для галочки», а разработать частные и универсальные практики с учётом конкретных методов и способов дезинфекции при типовых возбудителях болезней – на начальном этапе.

Список литературы

1. Сухарев В. А., Малов В. В. Анализ причин, приводящих к пожарам на объектах здравоохранения с ночным массовым пребыванием людей в Российской Федерации и за рубежом // Техносферная безопасность в XXI веке: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Иркутск, 28–30 ноября 2023 года. Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2023. С. 259-265. EDN JRGJYF.

2. Крупные пожары в медицинских учреждениях в мире в 2010-2021 годах. URL: <https://ria.ru/20210425/pozhar-1729852051.html>.

3. Лежнин А. В. Здоровый пожарный. Почему важна правильная гигиеническая обработка СИЗ // Пожарное дело. 2019. № 8. С. 26-27. EDN XHAGKY.

4. Белый В. В. Анализ особенностей организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в противотуберкулезных лечебных учреждениях здра-

воохранения с учетом мест сосредоточения пациентов и медицинского персонала. Разработка предложений по внедрению спасательных бункеров // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 апреля 2019 года. Железногорск, 2019. С. 585-592. EDN ITRAVD.

5. Белов Д. С., Чумаков Е. С. Организация и проведение дезинфицирующих мероприятий при тушении пожаров на объектах с пребыванием больных коронавирусной инфекцией // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2021. № 1(8). С. 46-50. EDN IQYJET.

6. Захаров Д. Ю., Волков О. Г. Проведение частичной специальной обработки с использованием дыхательного аппарата на сжатом воздухе // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново, 12–13 сентября 2019 г. Иваново, 2019. С. 136-137. EDN SVQGHW.

7. Шурыгин М. А., Андреев Д. В. Особенности работы газодымозащитников в условиях необходимости проведения дезинфекции // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: материалы VIII Международной научно-практической конференции: в 2 ч., Москва, 17–18 марта 2022 года. М.: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. Ч. 1. С. 17-20. EDN IRTJJP.

8. Chavez-Yenter D, Lille HM, Gorissen S, John KK, Vega AS, Jensen JD. Spit, Disgust, and Parasite Stress Theory: A Message Experiment // J Health Commun. 2023 Aug 3; 28(8):498-506. doi: 10.1080/10810730.2023.2229772. Epub 2023 Jun 29. PMID: 37382498; PMCID: PMC10527420.

9. Talukdar R., Sahu S.K., Rajaram M. Implementation Status of Airborne Infection Control Measures in Primary and Secondary Public Health Facilities, Puducherry: A Mixed-Methods Study // Indian J Community Med. 2023 May-Jun. Vol. 48, № 3. P. 483-491. https://doi.org/10.4103/ijcm.ijcm_196_22. Epub 2023 May 30. PMID: 37469915; PMCID: PMC10353669.

10. Popov T., Popov G. Research of decontamination efficiency of contaminated camouflage clothing with applied methods and means in republic of bulgaria // Dishovsky C., Pivovarov A., Benschop H. (eds) Medical Treatment of Intoxications and Decontamination of Chemical Agent in the Area of Terrorist Attack. NATO Security Through Science Series, 2006. Vol 1. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-4170-5_21.

11. MacIsaac S.A., Mullin T.J., Munoz S. et al. Immersive ultraviolet disinfection of E. coli and MS2 phage on woven cotton textiles // Sci Rep. 2022. 12, 13260. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17663-5>.

12. Габдуллин В. Б., Ищенко А. Д. Влияние периодов работы звеньев газодымозащитной службы на непрерывность тушения пожара // Технологии техносферной безопасности. 2020. Вып. 1 (87). С. 25-37. <https://doi.org/10.25257/TTS.2020.1.87.25-37>.

13. Садыков И.И., Харитонов А.В. Влияние времени защитного действия СИЗОД на тактические возможности звена ГДЗС // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: материалы V Международной научно-практической конференции, Москва, 17–18 марта 2016 г. М., 2016. 378 с.

14. Оценка тактических возможностей звеньев газодымозащитной службы / И. В. Коршунов, А. В. Смагин, В. В. Терехнев, И. В. Массерова // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2024. № 1. С. 39-46. <https://doi.org/10.25257/FE.2024.1.39-46>. EDN AZUWQI.

15. Шевцов М. В. Формализация метода оценки усвоения получаемой информации при проведении разведки на пожаре // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 4(31). С. 132-139. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.50.36.014>. EDN HNNMLV.

16. Метод синтеза математических моделей оценки пожарной обстановки и состояния людей, находящихся в зоне пожара / Н. А. Корневский, М. В. Шевцов, Л. В. Стародубцева, Г. В. Сипливый // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2021. Т. 11, № 3. С. 142-159. EDN NLAJHR.

17. Мобильная система мониторинга, раннего обнаружения и оценки пожарной опасности / М. В. Шевцов, В. В. Аксенов, Р. И. Сафронов [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2021. Т. 11, № 3. С. 8-25. EDN UATOJS.

18. Денисов А. Н., Степанов О. И. Алгоритм синтеза системы управления пожарными подразделениями на месте пожара // Техносферная безопасность. 2018. № 2(19). С. 51-59. EDN UWUHWI.

References

1. Sukharev V. A., Malov V. V. Analysis of the causes leading to fires at healthcare facilities with large numbers of people staying at night in the Russian Federation and abroad. In: *Tekhnosfernaya bezopasnost' v XXI veke. Materialy XIII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii magistrantov, aspirantov i molodykh uchenykh = Technosphere safety in the XXI century. Materials of the XIII All-Russian scientific and practical conference of undergraduates, graduate students and young scientists*. Irkutsk; 2023. P. 259-265 (In Russ.). EDN JRGJYF.

2. Major fires in medical institutions in the world in 2010-2021. (In Russ.). Available at: <https://ria.ru/20210425/pozhar-1729852051.html>.

3. Lezhnin A. V. Healthy firefighter. Why the correct hygienic treatment of PPE is important]. *Pozharnoe delo = Fire business*. 2019; (8): 26-27. (In Russ.). EDN XHAGKY.

4. Bely V. V. Analysis of the peculiarities of the organization of fire extinguishing and rescue operations in tuberculosis treatment health care institutions, taking into account the places of concentration of patients and medical personnel. Development of proposals for the introduction of rescue bunkers. In: *Aktual'nye problemy obespecheniya pozharnoi bezopasnosti i zashchity ot chrezvychainykh situatsii: Sbornik statei po materialam Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Actual problems of fire safety and protection from emergency situations. Collection of articles on the materials of the All-Russian scientific-practical conference*. Zheleznogorsk; 2019. P. 585-592. (In Russ.). EDN ITRAVD.

5. Belov D. S., Chumakov E. S. Organization and implementation of disinfection measures when extinguishing fires at facilities with presence of patients with coronavirus infection. *Pozharnaya i tekhnosfernaya bezopasnost': problemy i puti sovershenstvovaniya = Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement*. 2021; (1): 46-50. EDN IQYJET.

6. Zakharov D. Yu., Volkov O. G. Carrying out partial special treatment using breathing apparatus on compressed air. In: *Pozharnaya i avariinaya bezopasnost'. Sbornik materialov XIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 370-i godovshchine obrazovaniya pozharnoi okhrane Rossii = Fire and emergency safety. Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference dedicated to the 370th anniversary of the formation of the fire protection of Russia*. Ivanovo; 2019. P. 136-137. (In Russ.). EDN SVQGHW.

7. Shurygin M. A., Andreev D. V. Features of the work of gas smoke defenders in the need for disinfection. In: *Pozharotushenie: problemy, tekhnologii, innovatsii. Materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Firefighting: problems, technologies, innovations. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference*. . Moscow; 2022. Part 1. P.17-20. (In Russ.). EDN IRTJJP.

8. Chavez-Yenter D., Lille H.M., Gorissen S., John K.K., Vega A.S., Jensen J.D. Spit, Disgust, and Parasite Stress Theory: A Message Experiment. *J Health Commun*. 2023 Aug 3;28(8):498-506. [https://doi: 10.1080/10810730.2023.2229772](https://doi.org/10.1080/10810730.2023.2229772). Epub 2023 Jun 29. PMID: 37382498; PMCID: PMC10527420.

9. Talukdar R., Sahu S.K., Rajaram M. Implementation Status of Airborne Infection Control Measures in Primary and Secondary Public Health Facilities, Puducherry: A Mixed-Methods Study. *Indian J Community Med*. 2023 May-Jun; 48(3):483-491. https://doi.org/10.4103/ijcm.ijcm_196_22. Epub 2023 May 30. PMID: 37469915; PMCID: PMC10353669.

10. Popov T., Popov G. Research of decontamination efficiency of contaminated camouflage clothing with applied methods and means in republic of bulgaria. In: Dishovsky, C., Pivovarov, A., Benschop, H. (eds.). *Medical Treatment of Intoxications and Decontamination of Chemical Agent in the Area of Terrorist Attack. NATO Security Through Science Series*. 2006, vol 1. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-4170-5_21.

11. MacIsaac S.A., Mullin T.J., Munoz S. et al. Immersive ultraviolet disinfection of E. coli and MS2 phage on woven cotton textiles. *Sci Rep.* 2022; 12: 13260. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17663-5>.

12. Gabdullin V. B., Ischenko A. D. Influence of the periods of work of gas smoke protection service units on the continuity of fire extinguishing. *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti = Technosphere safety technologies.* 2020: (1): 25-37 (In Russ.). <https://doi.org/10.25257/TTS.2020.1.87.25-37>.

13. Sadykov I.I., Kharitonov A.V. Influence of the time of the protective effect of PPE on the tactical capabilities of the RDZS unit. In: *Pozharotushenie: problemy, tekhnologii, innovatsii. Materialy V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Firefighting: problems, technologies, innovations. Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference.* Moscow; 2016. 378 p. (In Russ.).

14. Korshunov I. V., Smagin A. V., Terebnev V. V., Masserova I. V. Assessing the tactical capabilities of gas and smoke protection service units. *Pozhary i chrezvychainye situatsii: pre-dotvrashchenie, likvidatsiya = Fires and emergency situations: prevention, liquidation.* 2024; (1): 39-46. (In Russ.). <https://doi.org/10.25257/FE.2024.1.39-46>. EDN AZUWQI.

15. Shevtsov M. V. Formalization of the method for assessing the assimilation of received information during fire reconnaissance. *Sibirskii pozharno-spasatel'nyi vestnik = Siberian Fire and Rescue Bulletin.* 2023: (4): 132-139. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.50.36.014>. EDN HNNMLV.

16. Korenevsky N. A., Shevtsov M. V., Starodubtseva L. V., Siplivy G. V. Method of synthesis of mathematical models for assessing the fire situation and the condition of people in the fire zone. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie = Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computing Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering.* 2021; 11(3): 142-159. (In Russ.). EDN NLAJHR.

17. Shevtsov M. V., Aksenov V. V., Safronov R. I., et al. Mobile system for monitoring, early detection and assessment of fire danger. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie = Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computing Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering.* 2021; 11(3): 8-25. (In Russ.). EDN UATOJS.

18. Denisov A. N., Stepanov O. I. Algorithm for the synthesis of a control system for fire departments at a fire site. *Tekhnosfernaya bezopasnost' = Technospheric safety.* 2018; (2): 51-59. (In Russ.). EDN UWUHWI.

Информация об авторах / Information about the Authors

Денисов Алексей Николаевич, доктор технических наук, профессор, Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: dan_aleks@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2594-9389>, Author ID: 57221203824

Aleksey N. Denisov, Dr. of Sci. (Engineering), Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russian Federation, e-mail: dan_aleks@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2594-9389>, Author ID: 57221203824

Садыков Ильдар Ильшатович, старший преподаватель, Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: I.Sadykov@academygps.ru, SPIN 7003-3740, ID: 1122334

Ildar I. Sadykov, Senior Lecturer, Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russian Federation, e-mail: I.Sadykov@academygps.ru, SPIN 7003-3740, ID: 1122334

Данилов Михаил Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: mdagps@yandex.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2732-7620>, SPIN-код: 1539-8110

Mikhail M. Danilov, Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor, Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russian Federation, e-mail: mdagps@yandex.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2732-7620>, SPIN-код: 1539-8110

Кляузов Александр Юрьевич, доцент, Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: ptis316@mail.ru, SPIN-код: 2035-5126, AuthorID: 767064

Alexander Yu. Klyauzov, Associate Professor, Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russian Federation, e-mail: ptis316@mail.ru, SPIN-код: 2035-5126, AuthorID: 767064

Шевцов Максим Викторович, кандидат технических наук, начальник учебно-методического центра, Академия ГПС МЧС России, г. Москва Российская Федерация, e-mail: shevtsovmv@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5537-2392>, SPIN-код: 2206-2472, AuthorID: 1132516

Maxim V. Shevtsov, Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor, Head of Training and Methodological Center, Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russian Federation, e-mail: shevtsovmv@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5537-2392>, SPIN-код: 2206-2472, AuthorID: 1132516

Мареев Михаил Александрович, старший инспектор, Главное управление пожарной охраны МЧС России, г. Москва Российская Федерация, e-mail: mareev.mikhail@mail.ru, SPIN-код: 2799-9425, AuthorID: 1232680

Mikhail A. Mareev, Chief Inspector, Fire Main Office EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation, e-mail: mareev.mikhail@mail.ru, SPIN-код: 2799-9425, AuthorID: 1232680