



Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи от патогенных биологических агентов многоразового использования

В.В. Васильев, С.Н. Соловых, Н.В. Данякин, П.В. Горбачев✉

Федеральное государственное военное казенное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» (г. Кострома)
Министерства обороны Российской Федерации
156015, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Горького, д. 16
✉ e-mail: varhbz@mil.ru

Основные моменты

В условиях борьбы с новой коронавирусной инфекцией возникла острая проблема обеспечения подразделений войск радиационной, химической и биологической защиты средствами индивидуальной защиты органов дыхания и кожи от патогенных биологических агентов.

Актуальность. Единственным штатным средством индивидуальной защиты кожи от патогенных биологических агентов является общевойсковой защитный комплект. При проведении дезинфекции специальной техники, участков местности, зданий, сооружений, санитарной обработки личного состава при локализации очага (района) биологической заражения данный комплект оказывает излишнее изнуряющее и сковывающее действие на личный состав. Таким образом, разработка комплекта средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи от патогенных биологических агентов для подразделений войск радиационной, химической и биологической защиты является актуальной задачей.

Цель работы – разработка предложений к конструкции и материалу комплекта средств индивидуальной защиты кожи и органов дыхания от патогенных биологических агентов, предназначенных для подразделений войск радиационной, химической и биологической защиты.

Материалы и методы. Теоретическое обоснование выбора материала и особенностей конструкции костюма осуществлялось на основании литературного и патентного анализа, а также анализа экспертного анкетирования. Выбор материала будущего комплекта осуществляли на основании экспериментальных исследований более 100 образцов материалов, предоставленных промышленностью, гравиметрическим методом, а актуализация конструкции отдельных элементов костюма осуществлялась методом экспертных оценок.

Обсуждение результатов. Взаимодействие с администрацией Костромской области позволило провести анализ более 100 материалов, предлагаемых для изготовления средств индивидуальной защиты кожи, в том числе оценено влияние дезинфицирующих рецептур на характеристики материалов.

Выводы. В результате проведенных испытаний, на основе выработанных рекомендаций, предложений и технических решений на предприятиях началось массовое производство средств индивидуальной защиты для медицинских работников Костромской и других областей, обеспечивающих высокую степень защищенности. Особенности конструкции костюма средств индивидуальной защиты кожи легли в основу перспективного комплекта средств индивидуальной защиты кожи от патогенных биологических агентов для подразделений войск радиационной, химической и биологической защиты.

Ключевые слова: дезинфекция; защитная обувь; защитный изолирующий костюм; защитный фартук; коронавирусная инфекция; многоразовое использование; пандемия COVID-19; специальная защитная маска; средства защиты кожи рук; средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи

Для цитирования: Васильев В.В., Соловых С.Н., Данякин Н.В., Горбачев П.В. Средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи от патогенных биологических агентов многоразового использования. Вестник войск РХБ защиты. 2024;8(3):270–286. EDN:ndezwp.
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2024-8-3-270-286>

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов: нет.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Поступила 05.06.2024 г. Исправленный вариант 20.09.2024 г. Принята к публикации 27.09.2024 г.

Reusable Respiratory and Skin Protective Devices Will Help Russian NBC Protection Troops to Avoid Pathogenic Biological Agents

Valerii V. Vasilyev, Sergei N. Solovykh, Nikita V. Danyakin, Pavel V. Gorbachev✉

Nuclear Biological Chemical Defence Military Academy Named after Marshal of the Soviet Union
S.K. Timoshenko (Kostroma), the Ministry of Defence of the Russian Federation,
Gorkogo Str. 16, Kostroma 156015, Russian Federation
✉ e-mail: varhbz@mil.ru

Highlights

As a novel coronavirus infection spreads around the world, it is crucial to provide Russian NBC Protection Troops with respiratory and skin protective devices that will help them to avoid pathogenic biological agents.

Relevance. A common protective set is the only authorized equipment that is able to protect skin of military men from pathogenic biological agents. When military men wear this suit during disinfection of special vehicles, edifices, buildings and plots of land, personnel decontamination in case of biological contamination area is found, it sometimes immobilizes them excessively and they feel completely exhausted. Thus, it is crucial to develop a new more efficient respiratory and skin protective set for the Russian NBC Protection Troops that will help them to avoid pathogenic biological agents.

Purpose of the study is to make proposals for the design and materials that are to be used in manufacturing of the set of respiratory and skin protective devices. This set will further be sent to Russian NBC Protection Troops and will help them to avoid pathogenic biological agents.

Materials and methods. The materials selection and design features choice have been justified by the analysis of academic sources and patents. The authors have also conducted a questionnaire survey for experts. The results of this survey have been considered in the study. The materials for a future set have been chosen based on the results of the experimental studies of more than 100 of material samples. These samples have been provided by the industrial enterprises of the region. During the studies, a gravimetric method has been employed. Some design features of the set have been implemented pursuant to expert opinions, expressed in the questionnaires.

Discussion. With the help of the authorities of the Kostroma region, the authors of this paper have analyzed more than 100 fabrics that are to be used in manufacturing of respiratory and skin protective devices. They also have evaluated the impact that detergent formulae exert on the material properties.

Conclusions. The conducted tests have helped to make recommendations, suggestions as well as elaborate certain engineering solutions. Considering all that the enterprises started a large-scale production of efficient respiratory and skin protective devices for medical staff in Kostroma and other regions of the Russian Federation. Design features of garment with respiratory and skin protective devices have served as a pattern for a promising protective set for Russian NBC Protection Troops that will help them to avoid pathogenic biological agents.

Keywords: COVID-19 pandemic; coronavirus infection; disinfection; hand skin protective devices; impermeable protective suit; protective apron; protective footwear; protective mask; respiratory and skin protective devices; reuse

For citation: Vasilyev V.V., Solovykh S.N., Danyakin N.V., Gorbachev P.V. Reusable Respiratory and Skin Protective Devices Will Help Russian NBC Protection Troops to Avoid Pathogenic Biological Agents. *Journal of NBC Protection Corps.* 2024;8(3):270–286. EDN:ndezwp.
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2024-8-3-270-286>

Financial disclosure: The authors have no financial interests in the submitted materials or methods.

Conflict of interest statement: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The authors state that there is no funding for the study.

Received June 5, 2024. Corrected August 26, 2024. Accepted September 27, 2024

Впервые в XXI веке весь мир столкнулся с пандемией инфекционного заболевания – новой коронавирусной инфекцией (COVID-19). После официального объявления 11 марта 2020 г. Всемирной организацией здравоохранения о начале пандемии COVID-19 в кратчайшие сроки были подготовлены рекомендации по ее диагностике, лечению и профилактике, а также массово перепрофилированы медицинские организации с развертыванием дополнительных мест для лечения инфекционных больных. Так, по данным Министерства здравоохранения Российской Федерации (РФ) с марта по декабрь 2020 года в РФ было развернуто более 270 тысяч инфекционных коек, и, соответственно, возросло число медицинского персонала, независимо от специальностей и должностей привлекаемого для работы с заболевшими [1].

В условиях противостояния медицинских работников с вновь возникшей угрозой, встала острая проблема обеспечения персонала, выполняющего работы в «красной зоне», средствами индивидуальной защиты органов дыхания и кожи (СИЗОДиК) от биологических агентов. При этом, предлагаемые комплекты СИЗОДиК, должны соответствовать рекомендациям Роспотребнадзора.

Несмотря на широкий спектр всевозможных СИЗОДиК, медицинские работники при использовании средств индивидуальной защиты (например, производимых компаниями «DuPont», (ООО) «Лаборатория Технологической Одежды») субъективно испытывали дискомфорт, отмечались проявления, ухудшения функционального состояния организма и снижение работоспособности, связанные, прежде всего, с нарушением теплового обмена и эргономики.

В ходе анализа результатов анкетирования медицинских работников было выявлено: повышенное потоотделение (до 100 %); удушье (до 83 %); усталость (до 75 %); одышка (до 61 %); чувство жары (до 51 %); головная боль (до 28 %); сдавление кожи в одной или не-

скольких областях (до 19 %); кожная аллергия и дерматиты, вызванные воздействием синтетических материалов комплектов средств индивидуальной защиты (до 11 %); скользкость бахил (до 9 %). При этом 93 % респондентов отмечали неплотное прилегание защитных масок органов дыхания и респираторов к лицу, вызывающее, в том числе, запотевание средств защиты глаз.

Кроме того, уже в первые дни пандемии COVID-19 руководители медицинских организаций Российской Федерации (РФ) столкнулись с острой нехваткой СИЗОДиК, производимых, как правило, зарубежными компаниями и из импортных материалов и комплектующих, обусловленным следующими проблемами:

- в связи с масштабной географией пандемии, охватывающей весь мир, заказы на изготовления качественных СИЗОДиК были оплачены компаниям-производителям на один год вперед и более;

- ввоз сырья, веществ, материалов, комплектующих и готовых изделий на территорию РФ был значительно затруднен из-за «закрытых» государственных границ¹ и санкционных ограничений [2], связанных с предупреждением завоза (заноса) и распространения новой коронавирусной инфекции между странами.

В этой связи разработка нового комплекта средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи от патогенных биологических агентов является актуальной.

Цель работы – разработка предложений к конструкции и материалу комплекта средств индивидуальной защиты кожи и органов дыхания от патогенных биологических агентов, предназначенных для подразделений войск радиационной, химической и биологической защиты.

Материалы и методы. Теоретическое обоснование выбора материала и особенностей конструкции костюма осуществлялось на основании литературного и патентного анализа, а также анализа экспертного ан-

¹ Getting Your Workplace Ready for COVID-19 International Labour Organization. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---act_emp/documents/publication/wcms_741557.pdf (дата обращения: 28.03.2022).

кетирования. Выбор материала будущего комплекта осуществляли на основании экспериментальных исследований более 100 образцов материалов, предоставленных промышленностью, гравиметрическим методом, а актуализация конструкции отдельных элементов костюма осуществлялась методом экспертных оценок.

Результаты и обсуждение

В соответствии с указанием начальника Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ), указаниями Начальника войск радиационной, химической и биологической (РХБ) защиты ВС РФ и на основании заседаний Оперативного штаба при Губернаторе Костромской области по предупреждению завоза и распространения новой коронавирусной инфекции в Костромской области (протокол заседания от 03 апреля 2020 г., подписанный Губернатором Костромской области) специалистам федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» Министерства обороны РФ (Военная академия РХБ защиты) была поставлена задача из отечественных материалов и комплектующих разработать СИЗОДиК многоцветного использования с целью своевременного обеспечения ими сотрудников медицинских учреждений, в том числе непосредственно работающих в условиях возможности заражения коронавирусной инфекцией.

Проведенный анализ существующих СИЗОДиК² показал, что в разрабатываемом комплекте многоцветного использования, предназначенном для средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи чело-

века от содержащихся в окружающей атмосфере и передающихся воздушно-капельным (капельным) путем различных вредных примесей (например, веществ-аллергенов), загрязнений (например, пыли) и патогенных биологических агентов (например, бактерий и вирусов), наиболее целесообразно использовать специальную защитную маску, защитный изолирующий костюм, средства защиты кожи рук, защитную обувь и фартук.

При этом проводимые исследования для каждого элемента разрабатываемого комплекта были направлены на решение двух основных задач: подбор материалов и комплектующих строго отечественного производства, имеющих наилучшие защитные характеристики от патогенных биологических агентов, и разработка (совершенствование) конструкции (каждого элемента комплекта), обеспечивающей повышение защитных характеристик готового изделия, улучшение его эргономических свойств и увеличение количества циклов использования.

Исследование отечественных материалов, необходимых для изготовления комплекта СИЗОДиК многоцветного использования. Для поиска и сбора образцов доступных в РФ материалов Военной академией РХБ защиты было организовано взаимодействие с Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Костромской области, а также заключены договоры о научно-техническом сотрудничестве с ООО «Производственно-промышленное объединение «ОРБИТА»³ и ООО «Баска»⁴, которым решением Оперативного штаба при Губернаторе Костромской области по предупреждению завоза и распространения новой коронавирусной инфекции в Костромской области была поставлена задача массового

² Biological hazard protection. Dupont Personal Protection. URL: <https://www.dupont.com/personal-protection/biological-hazard-protection.html/> (дата обращения: 28.03.2022).

Microbiology – anti-plague suits and isolating systems. Lamsystems. URL: <https://www.lamsystems-lto.ru/katalog/mikrobiologiya/> (дата обращения: 28.03.2022).

Covid-19 Coronavirus PPE & Safety Equipment. Safety Supplies. URL: <https://www.safetysupplies.co.uk/tag/covid-19-coronavirus/> (дата обращения: 28.03.2022).

Short-term use clothing. Delta Plus – Your safety at work. URL: <https://delta.plus/73-odezhda-kratkosrochno-ispolzovaniya/> (дата обращения: 28.03.2022).

Catalog of manufacturers of personal protective equipment, as well as materials and equipment for their production. SportCasualMoscow. URL: <https://online.sportcasualmoscow.ru/siz-producers/> (дата обращения: 28.03.2022).

These Outdoor Companies are Making Personal Protective Equipment to Fight COVID-19. POWDER Magazine. URL: <https://www.powder.com/stories/news/these-outdoor-companies-are-making-personal-protective-equipment-to-fight-covid-19/> (дата обращения: 28.03.2022).

Product Family. ОПЕС СБРNe. URL: <https://opezcbrne.com/product-family/> (дата обращения: 28.03.2022).

Personal Protective Equipment. PPE BERNER International GmbH. URL: https://www.berner-safety.de/personal_protective_equipment_en_65.html (дата обращения: 28.03.2022).

³ About the company Orby. ООО «РРО ОРБИТА». URL: <https://orby.ru/about> (дата обращения: 28.03.2022).

⁴ ООО Baska. Rusprofile. URL: <https://www.rusprofile.ru/id/7774365/> (дата обращения: 28.03.2022).

пошива медицинской одежды многоразового применения для обеспечения работников здравоохранения Костромской области. Указанные организации в кратчайшие сроки представили более 150 образцов материалов и готовых изделий, имеющих в достаточном количестве в запасах на территории РФ и доступных к массовому производству отечественными предприятиями.

Для выбора из полученных образцов материалов, отвечающих требованиям для каждого элемента комплекта СИЗОДиК, было проведено более 2000 исследований и испытаний⁵ (рисунок 1):

- по оценке паропроницаемости в диапазоне дисперсности аэрозолей, являющихся переносчиками коронавирусной инфекции, гравиметрическим методом⁶;

- по определению коэффициента проницаемости аэрозольных частиц размером $(0,5 \pm 0,1)$ мкм в соответствии с ГОСТ EN 13274-7;

- по оценке проницаемости микроорганизмами в соответствии с ГОСТ 12.4.136-84 (уровень контаминации внутренней поверхности материала для экспозиции не менее 600 минут при уровне контаминации наружной поверхности материала не менее $(5 \pm 1) \times 10^{-3}$ м.т.·см⁻³ и уровень контаминации внутренней поверхности материала для экспозиции не менее 300 минут при уровне контаминации наружной поверхности материала не менее $(5 \pm 1) \times 10^{-3}$ м.т.·см⁻³);

- по оценке физико-механических характеристик в соответствии с ГОСТ 29104.4;

- по определению максимального сопротивления дыханию на вдохе или выдохе, измеряемого в момент наибольшей скорости движения воздуха при продолжительной работе, соответствующей потреблению кислорода до 2-3 л/мин, в соответствии с ГОСТ 12.4.005-85 (для специальной защитной маски многоразового использования);



Рисунок 1 - Проведение исследований материалов специалистами кафедры «Специальных конструкционных материалов, вооружения и средств РХБ защиты» Военной академии РХБ защиты (фотографии выполнены авторами)

Figure 1 - The experts of the chair of Special construction materials weaponization and NBC protection devices of the Military Academy of Nuclear, Biological and Chemical Defence named after Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko are analyzing materials (the pictures are taken by the authors)

⁵ «Vesti nedeli». Broadcast from 04/19/2020. Online publication "Smotrim". URL: <https://smotrim.ru/video/2017326/> (дата обращения: 28.03.2022).

⁶ Данякин Н.В., Зайцева К.В. Методика определения проницаемости материалов по летучим жидкостям в статических условиях. Кострома: ВА РХБЗ; 2020. 15 с.

ГОСТ 33355-2015 (ISO 7783:2011) Материалы лакокрасочные. Определение характеристик паропроницаемости. Метод чашки. М.: Стандартинформ; 2015. 15 с.

ГОСТ 25898-2012 Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропропусканию. М.: Стандартинформ; 2014. 11 с.

ГОСТ 29060-91 (ИСО 6179-89) Ткани с резиновым покрытием. Определение паропроницаемости летучих жидкостей (гравиметрический метод). М.: ИПК Изд-во стандартов; 2004. 5 с.

– по оценке влияния на изменение исследуемых параметров циклов дезинфекции, проводимых при нормальных условиях (температура не более 25 °С, давление не более 0,104 МПа (780 мм рт.ст.)) четырьмя разными дезинфицирующими растворами (отдельно): 3 % раствором хлорамина в течение 120 минут в соответствии с СП 1.3.3118-13, 3 % раствором перекиси водорода в течение 60 минут в соответствии с СП 1.3.3118-13, 1 % раствором «Пероксам ультра» в течение 15 мин в соответствии с ТУ 20.20.14-126-129104 34-2018 и 0,3 % раствором «Ника хлор» в течение 30 мин в соответствии с ТУ 9392-034-12910434-2009 (указанные растворы на основе «Пероксам ультра» и «Ника хлор» являются наиболее используемыми в организациях здравоохранения Костромской области). Один цикл дезинфекции включал три этапа: замачивание (полное погружение) в дезинфицирующий раствор образца материала на установленное время; полоскание в чистой воде (температура воды не более 30 °С); сушка (обязательно полное высыхание изделия с лицевой и изнаночной стороны).

На основании полученных результатов был определен перечень отечественных материалов, имеющих наилучшие характеристики и сохраняющих свои свойства в пределах отклонений не более 10 % после не менее 25 циклов дезинфекции, для производства каждого элемента нового комплекта СИЗОДиК многократного использования, а также установлена их номенклатура в количестве девяти наименований (рисунк 2).

Однако значения выявленных параметров и характеристик годных (без дефектов) образцов материалов отличаются от аналогичных значений готовых изделий. При этом

наибольшие отклонения наблюдаются, как правило, в местах соединения составных частей изделия, которые изготавливаются из цельных годных отрезков (кусков) используемого материала.

Учитывая указанный факт, ООО «Производственно-промышленное объединение «ОРБИТА» и ООО «Баска» были предоставлены образцы различных частей разрабатываемых изделий, соединенных в промышленных условиях различными способами: с использованием специальных машинных швов, их герметизацией (проклейкой), применением нитей, имеющих различную толщину и изготовленных из различных материалов, и др. На основании проведенных исследований был сделан вывод о том, что в разрабатываемых СИЗОДиК наиболее целесообразно использовать следующие специальные машинные швы: «стачивающий с закрытым срезом» и «стачивающий с окантовкой открытого среза». Более того отдельно были проведены испытания нитей отечественного производства, не теряющие своих свойств после не менее 25 циклов специальной обработки. Для создания средств индивидуальной защиты от биологических агентов I группы патогенности в ходе проведенной работы разработаны рекомендации по порядку проклейки специальных соединительных машинных швов, обеспечивающий сверхнизкие значения проницаемости и возможность их дезинфекции, с учетом технологической трудоемкости и экономических затрат на данное мероприятие⁷.

Разработка специальной защитной маски многократного использования. Анализ существующего уровня техники в области устройств, предназначенных для индивиду-

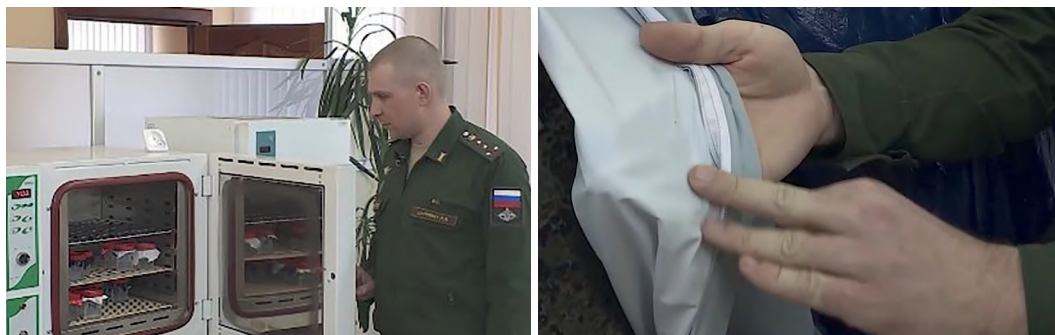


Рисунок 2 – Демонстрация отечественных материалов, имеющих наилучшие защитные характеристики (фотографии выполнены авторами)

Figure 2 – Presentation of the Russian materials with the best protective features (the pictures are taken by the authors)

⁷ Military chemists showed how anti-plague suits are tested in Kostroma. Online publication “State Internet Channel “Russia” (GTRK Kostroma). URL: <https://gtrk-kostroma.ru/news/voennye-khimiki-pokazali-kak-v-kostrome-testiruyut-protivochumnye-kostyumu/> (дата обращения: 28.03.2022).

альной защиты органов дыхания человека от патогенных биологически агентов, показал, что известно много типов и видов средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) [3–8], в том числе регламентированных ГОСТ 12.4.034-2017, которые отличаются различного рода конструктивными особенностями. При этом наиболее эргономичными и комфортными для использования устройствами, обладающими удовлетворительными защитными характеристиками, являются маски, респираторы. На первом этапе работы были выявлены следующие общие недостатки.

1. Средства крепления большинства масок и респираторов на лице не предусматривают особенности формы овала лица, что приводит к подсосу неочищенного воздуха, в подмасочное пространство, а также запотевание очков в холодную погоду.

2. Время защитного действия масок и респираторов, определяющее срок их непрерывного ношения, фактически не указывается.

3. Большинство устройств не имеют отдельных фильтрующих картриджей или других создачных приспособлений, что приводит к одновременному использованию материала основы в качестве фильтрующего элемента. Данный способ не предусматривает многократного их использования и методов восстановления защитных характеристик маски, респиратора.

4. Ряд образцов СИЗОД в области фильтрации воздуха, через который проходит и фильтруется более 75 % вдыхаемого воздуха, имеют швы. Что приводит к «заносу» зараженного воздуха под масочное пространство.

Для устранения указанных недостатков, повышения защитных и эргономических свойств и увеличения количества циклов использования (применения) СИЗОД по назначению специалистами Военной академии РХБ защиты была разработана «Специальная защитная маска многоразового использования», представленная на *рисунках 3, 4*.

В разработанном СИЗОД респираторный узел выполнен из двух слоев фильтрующего материала или одного многослойного материала и материала-подкладки, которые в совокупности имеют общее максимальное сопротивление дыханию на вдохе или выдохе, измеряемое в момент наибольшей скорости движения воздуха при продолжительной работе, соответствующей потреблению кислорода до 2–3 л/мин, не более 80 мм вод.ст. на скоростных пиках.

Конструкция маски разрабатывалась с возможностью использования выпускного

клапана, облегчающего пользователю выдыхание воздуха, например, диафрагменного типа [9]. Однако использование любого рода клапана выдоха влечет за собой недопустимость использования таких СИЗОД больным пользователем, способным передавать инфекционные болезни воздушно-капельным путем, ввиду возможности заражения окружающих его людей.

Маски без сменного вкладыша обеспечивают сохранение защитных характеристик в течение не менее 6 часов непрерывного ношения. С целью увеличения времени непрерывного ношения предусмотрен карман между фильтрующим пакетом респираторного узла и материалом-подкладкой. В данную область устанавливается дополнительный сменный фильтрующий элемент (картридж, блок-фильтр и т.п.), изображенный на *рисунке 5*.

Для изготовления сменных фильтрующих элементов респираторного узла возможно использовать любые технологии, например, нанесение мелкоразмерных частиц металлов и др. [10, 11]. Также при изготовлении фильтрующих элементов существует возможность использования специальных материалов, обладающих требуемыми свойствами при необходимости защиты органов дыхания от специальных вредных примесей.

Респираторный узел состоит из зеркально симметричных правой и левой частей, отделенных одна от другой вертикальной общей складкой с возможностью складывания по ней в плоский пакет и разворачивания в рабочее состояние («выпуклую» конфигурацию) за счет использования в нижней части пяти швов, обеспечивающих уменьшение возможности соприкосновения материала-подкладки с ротовой частью при вдохе и, соответственно, снижение пневматического сопротивление респираторного узла, а также риск увлажнения фильтрующего пакета и (или) дополнительного фильтрующего элемента. Более того, такая конфигурация респираторного узла обеспечивает плотное прилегание устройства к лицу пользователя, при котором нижняя кромка проходит в области верхней части горла над кадыком, обеспечивая «жесткий обхват» подбородка, не смещающийся при движении нижней челюсти.

При вдохе, равно как и при выдохе (при отсутствии дополнительного выпускного клапана), воздух, поступающий из наружного пространства, проходит через все слои респираторного узла и дополнительный сменный фильтрующий элемент (при его

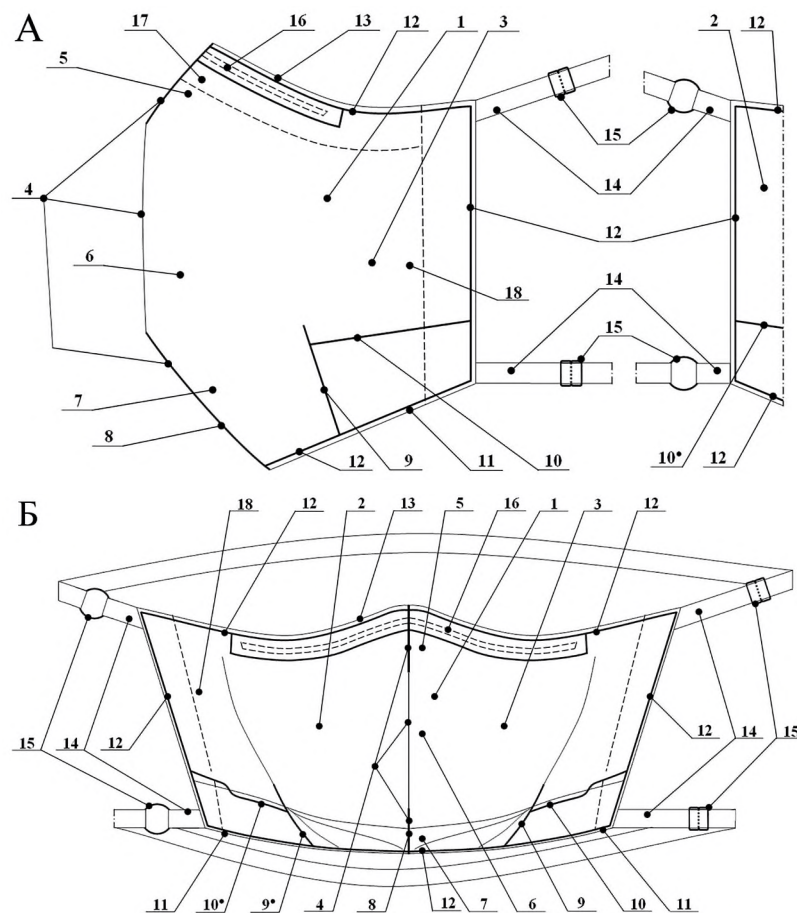


Рисунок 3 – Схематичное изображение конструкции специальной защитной маски многоразового использования: А – вид устройства в профиль (подобным образом устройство выглядит в сложенном состоянии); Б – вид устройства в анфас (подобным образом устройство выглядит в разложенном (рабочем) состоянии); 1 – респираторный узел; 2, 3 – зеркально симметричные, соответственно, правая и левая части респираторного узла; 4 – общая складка; 5, 6, 7 – соответственно, верхняя, средняя и нижняя части респираторного узла; 8, 9, 9*, 10, 10* – швы, выполненные любым известным способом, в зависимости от применяемых материалов, позволяющие сформировать «выпуклую» конфигурацию респираторного узла с воздушным карманом; 11, 13 – соответственно, нижняя и верхняя кромки респираторного узла; 12 – шов, выполненный по всему периметру респираторного узла на расстоянии от 2 до 3 мм от его внешней кромки, который скрепляет между собой все фильтрующие слои (первый и второй) пакета респираторного узла, а также материал-подкладку; 14 – растягивающиеся полоски шириной от 4 до 15 мм из эластичного материала (например, нитей, переплетенных с резиной); 15 – регулировочно-затягивающиеся механизмы-фиксаторы; 16 – носовой фиксатор, выполненный в виде отрезка проволоки длиной от 60 до 120 мм и диаметром от 1 до 2 мм; 17 – накладка из газонепроницаемой пленки (например, из поливинилхлорида) шириной от 10 до 30 мм и толщиной до 10 мкм; 18 – материал-подкладка (рисунки выполнены авторами)

Figure 3 – A drawing of a reusable protective mask: (A) sideface view of the device (this is the way device looks when it is folded); (B) a full face view of the device (this is the way device looks when it is unfolded) (operational mode); (1) a respiratory unit (2), (3) left and right part of the respiratory unit that are symmetrical; (4) a common fold; (5), (6), (7) upper middle and lower part of the respiratory unit, respectively; (8), (9), (9*), (10), (10*) joints made by any of the known methods depending on the materials employed. These joints are to make a respiratory unit more convexed and to create an air pocket; (11), (13) lower and upper edges of the respiratory unit respectively; (12) joint that is made along the perimeter of the respiratory unit at the distance of 2–3 mm from its external edge. This joint links all filter layers of the respiratory unit bag as well as material lining; (14) stretched stripes with the width of 4 to 15 mm made of flexible material (for example they can be made of threads bound with rubber); (15) adjustable tightened locks; (16) a nasal lock in the form of a wire section with the length of 60–120 mm and with a diameter of 1–2 mm; (17) an insert made of gas-proof film (PVC for example) with the width of 10–30 mm and thickness up to 10 μm; (18) a lining (drawings are made by the authors)



Рисунок 4 – Варианты применения специальной защитной маски многоразового использования (фотографии выполнены авторами)

Figure 4 – Modes of application of a reusable protective mask (the pictures are taken by the authors)

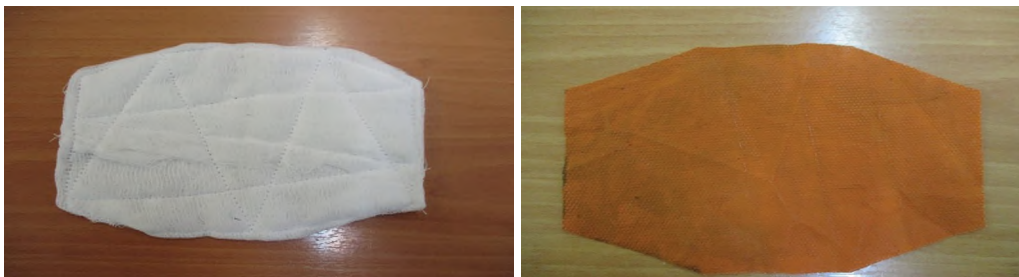


Рисунок 5 – Варианты сменных вкладышей для специальной защитной маски многоразового использования кратковременного действия на основе марли (слева) и длительного действия на основе металлических нанокomпозитов (справа) (фотографии выполнены авторами)

Figure 5 – Samples of replaceable insets for a reusable protective mask. Short-term, made of gauze (to the left); long-term made of metal nanocomposites (to the right) (the pictures are taken by the authors)

наличии). В результате этого осуществляется его очистка и фильтрация от содержащихся в окружающей атмосфере и передающихся воздушно-капельным (капельным) путем различных вредных примесей, загрязнений и патогенов.

Разработанное СИЗОД имеет девять типоразмеров (размерную линейку), учитывающих возрастные и типичные антропометрические особенности человеческого лица, отличающиеся разными геометрическими размерами.

Разработка комплекта средств индивидуальной защиты кожи многоразового использования. Анализ существующего уровня техники в области средств индивидуальной защиты кожи (СИЗК) показал, что единый стандарт РФ, определяющий требования к защитной одежде для работы с биологическими агентами I–IV группы патогенности, в настоящее время отсутствует. Поэтому для более качественной оценки преимуществ и недостатков, существующих СИЗК, отличающихся конструктивными особенностями, материалами исполнения и способами их соединения (сшивания), был проведен экс-

пертный опрос специалистов, выполнявших работы в ходе борьбы с коронавирусной инфекцией.

На основании результатов экспертного опроса 86 работающих (работавших) в «красной зоне» респондентов из 4 медицинских учреждений Костромской области, репрезентативность которого составляет 91,6 %, специалистами Военной академии РХБ защиты сформулированы общие медико-технические требования к защитной одежде для работы с биологическими агентами I–IV группы патогенности и разработана конструкция нового комплекта СИЗК многоразового использования (рисунок 6А, 6Б).

Изолирующий костюм выполнен в виде комбинезона. Куртка с капюшоном и брюки скреплены герметичным швом. Перед куртки состоит из спинки и двух полочек, застегивающихся на диагонально расположенную застежку-молнию, с внутренней стороны которой пришит защитный клапан, а снаружи застежку-молнию закрывает клапан с застежкой-молнией, в свою очередь закрывающийся клапаном, фиксирующимся на ленту-контакт (рисунок 6В, 7А) [12].

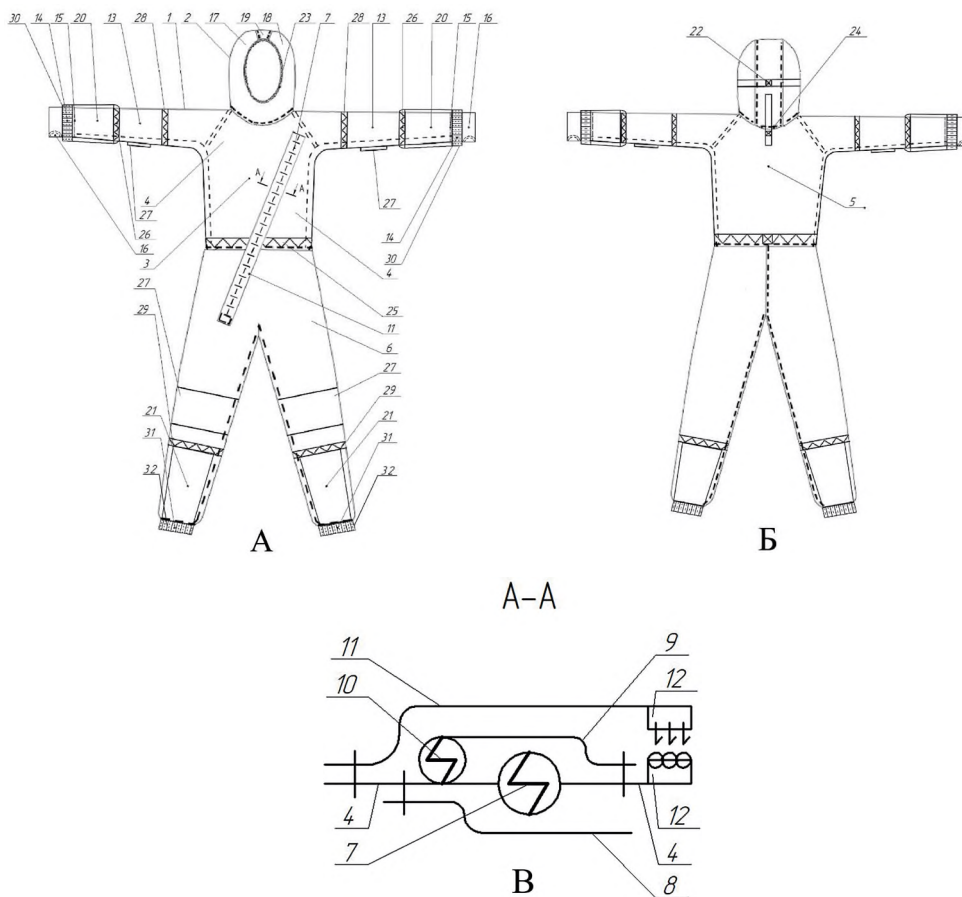


Рисунок 6 – Схематичное изображение конструкции защитного изолирующего костюма: А – вид устройства спереди; Б – вид устройства сзади; В – разрез А-А; 1 – куртка; 2 – капюшон втачной; 3 – перед куртки; 4 – полочка переда куртки; 5 – спинка куртки; 6 – брюки; 7 – застежка-молния; 8 – защитный клапан на внутренней стороне застежки-молнии (7); 9 – защитный клапан с наружной стороны застежки-молнии (7); 10 – застежка-молния наружного защитного клапана (9); 11 – наружный защитный клапан застежки-молнии (10); 12 – лента-контакт; 13 – рукава втачные двушовные рубашечного покроя; 14, 30, 31, 32 – герметичные напульсники, стянутые стяжками из эластичной тесьмы; 15 – шов, которым к основному материалу рукавов (13) пришиты герметичные напульсники (14) и трикотажный манжет с широкой проёмой для большого пальца (16); 16 – трикотажный манжет с проёмом для большого пальца; 17, 18 и 19 – соответственно, две боковые и центральная части капюшона, соединенные герметичными швами; 20, 21 – надставки; 22 – эластичный шнур с фиксатором капюшона по горизонтали; 23 – стяжка из эластичной тесьмы по линии обтюрации лицевого выреза капюшона; 24 – хлястик на затылке капюшона, позволяющий регулировать его в зависимости от антропометрических параметров головы; 25, 26, 28, 29 – эластичные стяжки с фиксатором-регулятором длины, соответственно, по линии талии костюма, в областях предплечья, плеча и голени; 27 – специальные усиленные накладки (в области коленей и локтей) (рисунки выполнены авторами)

Figure 6 – A drawing of impermeable protective suit: (A) front view; (B) back view; (B) section A-A; (1) jacket; (2) a sewn-in hood; (3) the front of the jacket; (4) jacket front edge; (5) the back of the jacket; (6) trousers; (7) a zipper; (8) a protective valve in the inner part of the zipper (7); (9) a protective valve in the external part of the zipper; (10) zipper of external protective valve (9); (11) an external protective valve of the zipper (10); (12) a contact band; (13) sewn-in double seamed sleeves of a shirt kind; (14), (30), (31), (32) leak-proof wrist bracers tightened with strips, made of elastic band; (15) joint that links sleeves with leak-proof wrist bracers and a knitted cuff with a space for a thumb (16); (16) a knitted cuff with a space for a thumb; (17), (18) and (19), respectively, two lateral and a central part of the hood, seamed with leak-proof joints; (20), (21) extensions; (22) an elastic cord with a hood lock in a horizontal line; (23) a strip made of elastic band that located along the sealing line of the face neck of the hood; (24) a half-belt at the back of the hood that helps to adjust it to anthropometric measurement of a head of a military man; (25), (26), (28), (29) elastic bands with a lock that helps to adjust length along the suit waist line, near to forearm, shoulder and shank; (27) reinforced protective pads for knees and elbows) (the drawings are made by the authors)

Указанный способ герметизации обеспечивает высокую степень защиты от попадания патогенных микроорганизмов в подкостюмное пространство, так как диагональное расположение застежки-молнии не позволяет образоваться зазору в подбородочной области между бегунком застежки-молнии и СИЗОД, что снижает риск подсоса и (или) заноса неочищенного воздуха из окружающей атмосферы в подкостюмное пространство. Кроме того, в случае возникновения с одной застежкой-молнией неисправностей, в конструкции костюма предусмотрена альтернативная застежка-молния, выполняющая барьерные функции как в штатных, так и при аварийных ситуациях.

Капюшон втачной скроен из центральной и двух боковых частей, соединенных герметичными швами, и имеет по линии обтюрации лицевого выреза стяжку из эластичной тесьмы (рисунок 7Б). В конструкцию капюшона встроены эластичный шнур с фиксатором по горизонтали.

На затылке расположен хлястик, позволяющий регулировать капюшон в зависимости от антропометрических параметров головы, длина его может меняться с помощью пряжки-удавки (рисунок 8). Капюшон по разработанной конструкции не сковывает движения пользователя головой, не спадает на его глаза или имеет излишнюю натянутость, а также обеспечивает правильную посадку и оптимальное прилегание капюшона к СИЗОД, что исключает попадание окружающего (нефильтрованного) воздуха в подкостюмное пространство.

Для обеспечения целостности материала костюма в местах, подверженных риску воз-

никновения механических повреждений и частому сгибанию (колени, локти), предусмотрены специальные усиленные накладки, выполненные из слоя основного материала.

Все соединения однородных и разнородных материалов изолирующего костюма многоразового использования выполнены путем их сшивания герметизированными швами по технологии, обеспечивающей защиту от протекания жидкости.

Для защиты кожи рук в комплекте используются две пары перчаток: первая надевается на голую кисть, вторая – на трикотажный манжет с проймой для большого пальца, что исключает возможность при работе «зацепить» инструмент или иные предметы. При выполнении задач на улице в условиях отрицательной температуры воздуха рекомендуется использовать в качестве первой пары перчатки перчатки и (или) перчатки особой прочности.

Обувь комплекта имеет два варианта исполнения, и выбирается в зависимости от выполняемой задачи и микробиологической обстановки:

- бахилы со встроенными резиновыми галошами (рисунок 9) – для работы в лабораториях, специализированных инфекционных стационарах (отделениях) и т.п.;

- защитные сапоги с противоскользящей поверхностью подошв из полиуретана и вспененного полиуретана с внутренним многослойным чулком (рисунок 9) – для работ по захоронению трупов, при работе в условиях заражения патогенными микроорганизмами на пересеченной местности, при ликвидации последствий аварий на разрушенных



А

Б

Рисунок 7 – Элементы изолирующего костюма многоразового использования: А – застежка-молния с защитным закрывающимся клапаном; Б – вариант использования стяжки из эластичной тесьмы по линии обтюрации лицевого выреза капюшона (фотографии выполнены авторами)

Figure 7 – Samples of replaceable insets for a reusable protective mask. Short-term, made of gauze (to the left); long-term made of metal nanocomposites (to the right) (the pictures are taken by the authors)



Рисунок 8 – Вариант хлястика, позволяющего регулировать капюшон (фотография выполнена авторами)
Figure 8 – Sample of a half-belt that helps to modify the hood (the picture are taken by the authors)

биологически опасных объектах и при выполнении других специальных задач.

В комплект входят клеенчатый, прорезиненный или полиэтиленовый фартук, используемый сотрудниками патологоанатомических или судебно-медицинских отделений при вскрытии или захоронении трупов, а также для выполнения специальных задач.

Проведенные исследования и испытания показали, что разработанный комплект СИЗК многоразового использования обеспечивает сохранение защитных характеристик в течение не менее 24 часов. Однако для исключения случаев ухудшения функционального состояния организма пользователя и (или) снижения его работоспособности не рекомендуется более 12 часов (в зависимости от температуры окружающей среды) непрерывного ношения (применения по назначению) разработанного комплекта.

Результаты выполненной работы. Апробация комплекта СИЗОДиК многоразового использования. Полученные специалистами Военной академии РХБ защиты результаты, разработанные технические решения и выработанные предложения в кратчайшие сроки были внедрены в производственные процессы ряда организаций Костромской области, в части касающейся:

- определения перечня материалов для производства нового комплекта СИЗОДиК многоразового использования и установления их номенклатуры, в частности, для комплекта СИЗК в количестве 11 (одиннадцати) наименований, для специальной защитной маски в количестве 5 (пяти) наименований;

- изменения конструкций изолирующих костюмов многоразового использования и специальной защитной маски многоразового



Рисунок 9 – Варианты использования бахилы со встроенной резиновой галошей (слева) и защитных сапог с противоскользящей поверхностью подошв из полиуретана и вспененного полиуретана с внутренним многослойным чулком (справа) (фотографии выполнены авторами)

Figure 9 – Use case for shoe protector with integrated rubbers (to the left) and for protective boots with anti-slip soles made of polyurethane and foamed polyurethane with inner multilayered stocking (to the right) (the pictures are taken by the authors)

использования с включением в технологические карты и конструкторские документации на их производство.

Произведенные в промышленных условиях опытные образцы новых СИЗОДиК (рисунок 10) были апробированы сотрудниками медицинских организаций Костромской области, выполнявших различные задачи в условиях возможного заражения COVID-19 (выездные мобильные бригады, медперсонал «красной зоны» и др.). Представленные Департаментом здравоохранения Костромской области результаты использования разработанных СИЗОДиК показали, что они являются удобными и эргономичными, обеспечивая комфортное выполнение сотрудниками своих функциональных обязанностей в течение смены (не менее 6 часов), не требуют дополнительной помощи для их одевания и снятия, а малый вес комплекта в целом, составляющий вместе с сумкой-переноской менее одного килограмма, «не ощущается», что исключает снижение работоспособности из-за физической усталости.

На основании проведенных практических испытаний, обнаруженных недостатках, а также полученных от медицинских организаций рекомендаций специалистами Военной академии РХБ защиты совместно с предприятиями промышленности Костромской области проведена доработка комплекта СИЗОДиК, в том числе, определена его цветовая гамма.

Кроме того, в ходе опытной эксплуатации выявлена необходимость разработки порядков (алгоритмов) одевания и снятия СИЗОД, а также уточнено, что по истечению установленного времени использования комплекта, зависящего, в том числе, и от характеристик дополнительного сменного фильтрующего элемента СИЗОД, поверхности всех его элементов до снятия дезинфицируются в специально отведенном помещении или на участке местности (так называемая, «грязная зона»), в зависимости от возможностей медицинского учреждения и условий окружающей среды, посредством дезинфицирующих рамок, распылителей и т.п. После этого пользователь в СИЗОДиК перемещается в «чистую зону» (другое помещение или участок местности, находящийся на расстоянии не менее 100 м от участка дезинфекции), снимает все элементы комплекта и переходит на участок проведения санитарной обработки.

Использованные СИЗОДиК сортируются по элементам (при наличии дополнительного сменного фильтрующего элемента в СИЗОД он извлекается) и регенерируется (дезинфицируется, стерилизуется, очищается и т.п.) следующими способами (одним или несколькими): выдержка в атмосфере оксида этилена, специальная обработка и (или) стирка с использованием дезинфицирующего средства (3 % раствор хлорамина, 3 % раствор перекиси водорода, 1 % раствор «Пероксам



Рисунок 10 – Апробация сотрудниками медицинских организаций Костромской области опытных образцов новых СИЗОДиК, произведенных в промышленных условиях (фотография выполнена авторами)

Figure 10 – The personnel of medical institutions of the Kostroma regions is testing new manufactured samples of respiratory and skin protective devices (the pictures are taken by the authors)

ультра» или 0,3 % раствор «Ника хлор»), обработка паром (возможна только для разработанного СИЗОД). Результаты опытной эксплуатации показали, что все используемые в комплекте СИЗОДиК материалы сохраняют свои первоначальные свойства после не менее 25 применений по назначению и, соответственно, 25 циклов регенерации указанными способами.

Разработанные специалистами Военной академии РХБ защиты порядки (в том числе, алгоритмы, способы и средства) использования (в том числе, одевания и снятия) и дезинфекции (в соответствии с СП 1.3.3118-13) разработанного комплекта СИЗОДиК были включены в техническую документацию на его использование.

На основании полученных положительных результатов проведенных испытаний, разработанных специалистами Военной академии РХБ защиты технических решений и выработанных предложений промышленностью Костромской области, началось массовое производство комплектов СИЗОДиК для медицинских работников Костромской области и других областей, что позволило обеспечить 39 субъектов РФ.

Необходимо отметить, что изготовленный по рекомендациям специалистов Военной академии РХБ защиты изолирующий противоионификационный костюм «Здоровье» много разового использования прошел испытания в Федеральной службе по надзору в сфере здравоохранения, а ООО «Производственно-промышленное объединение «ОРБИТА» стало пятым предприятием в РФ, получившим регистрационное удостоверение на медицинское изделие № РЗН 2020/10102 от 21 апреля 2020 г. Произведенные ООО «Баска» изолирующие противоионификационные костюмы много разового использования серии «Лайтер» успешно прошли ряд испытаний в следующих организациях:

– филиал ФГБУ «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны (МО) РФ (оценка защитных свойств образца ткани на проницаемость микроорганизмами. Протокол от 16.12.2020 г., г. Киров);

– ФБУН «Научно-исследовательский институт дезинфектологии» Роспотребнадзора (оценка устойчивости к многократному воздействию дезинфицирующих средств к ткани. Протокол № 11.338-3754/20 от 20.08.2020 г., г. Москва);

– ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт ме-

дицинской техники» Росздравнадзора (токсикологическое исследование медицинского изделия. Протокол № ТТ-20-260 от 26.01.2021 г., г. Москва);

– АО «Электростальское научно-производственное объединение «Неорганика» (оценка времени защитного действия от паров тест-вещества защитных материалов образцов изолирующих костюмов. Протокол № 02-21 от 19.05.2021 г., г. Электросталь);

– испытательная лаборатория средств индивидуальной защиты ООО «Мониторинг» (проведение испытаний материала ткани на соответствие требованиям ГОСТ ISO 16602-2019 (п. 6.8, 6.9) по показателям стойкости к прониканию (отталкиванию) жидкостей. Протокол от 11.08.2021 г., г. Санкт-Петербург).

Более того, ООО «Баска» выиграло тендер, на основании которого в полном объеме обеспечивает медицинские организации Костромской области комплектами СИЗОДиК.

Технические решения и результаты работы, выполненной специалистами Военной академии РХБ защиты, были представлены на:

– конкурсах инновационных проектов «День инноваций войск РХБ защиты – 2020», «День инноваций войск РХБ защиты – 2021» и «День инноваций войск РХБ защиты – 2022» в 2020, 2021 и 2022 гг.;

– международных военно-технических форумах «АРМИЯ-2020» и «АРМИЯ-2021» в 2020 и 2021 гг.;

– II Всероссийской научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Нанотехнологии и наноматериалы» Военно-инновационного технополиса «ЭРА» в 2020 г.;

– международной выставке Bulmedica/Buldental в 2020 г.;

– выставке «Научно-техническое творчество и инновации» (НТТИ-2021) в 2021 г.;

– Всероссийском форуме с международным участием «Перспективы развития видов обеспечения военно-воздушных сил» в 2022 г.

Апробация разработанного комплекта СИЗОДиК на указанных мероприятиях показала, что он высоко востребован в МО РФ, МВД России, МЧС России, ФСБ России, ФМБА России, а также в отраслях экономики и промышленности, связанных с решением задач защиты личного состава от биологических агентов различной группы патогенности.

Разработчики нового комплекта СИЗОДиК были награждены медалями Ми-

нистерства обороны Российской Федерации «За усердие при выполнении задач радиационной, химической и биологической защиты» и благодарностями от Губернатора Костромской области.

В настоящее время выполняется научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа по совершенствованию комплекта СИЗОДиК с целью его использования личным составом войск РХБ защиты ВС РФ при выполнении специальных задач в условиях воздействия биологических агентов природного и техногенного характера, при работах в специализированных подвижных и стационарных биологических лабораториях, локализации последствий эпидемиологического характера, а также при профилактике опасных инфекционных заболеваний.

Заключение

Разработанный комплект СИЗОДиК может применяться для:

- проведения дезинфекции вооружения, военной и специальной техники, участков местности, зданий, сооружений, санитарной обработки личного состава при ло-

кализации очага (района) биологической зараżenia;

- проведения специальных работ с возбудителями опасных и особо опасных инфекционных заболеваний в подвижных и стационарных биологических лабораториях;

- выполнения задач подразделениями РХБ разведки по отбору проб в районах с биологическим заражением в интересах административных округов на период мирного времени;

- использования в производственном цикле создания медицинских иммунобиологических препаратов;

- обеспечения личного состава, привлекаемого к выполнению специальных задач в инфекционных отделениях медицинских учреждений;

- обеспечения исследований по контролю объектов окружающей среды и качества продукции, предполагающих работы с биологическими агентами I–IV группы патогенности;

- проведения аварийно-спасательных работ;
- обеспечения работ фармацевтических организаций.

Ограничения исследования / Limitations of the study

Данный аналитический обзор имеет ряд ограничений, а именно: 1) Все исследования проводились с целью определения наилучшего материала, предложенного промышленностью Костромской области. 2) Итогом проведенных исследований являлись предложения для промышленности Костромской области по изготовлению средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи / This analytical review has a number of limitations, such as: (1) All the studies have been conducted in order to choose the best material that can be produced in the Kostroma region. (2) As a result of the conducted studies, several patterns of respiratory and skin protective devices have been proposed for manufacturing in the Kostroma region.

Список источников / References

1. Бухтияров И.В. Эпидемиологические и клинико-экспертные проблемы профессиональной инфекционной заболеваемости работников при оказании медицинской помощи в условиях пандемии COVID-19. *Медицина труда и промышленная экология*. 2021;61(1):4–12.
<https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-1-4-12>

Bukhtiyarov I.V. Epidemiological, clinical, and expert problems of occupational infectious diseases of workers during medical care in the COVID-19 pandemic. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2021;61(1):4–12 (In Russian).
<https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-1-4-12>

2. Тимофеев И.Н. COVID-19 и политика санкций: опыт ивент-анализа. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Международные отношения*. 2020;13(4):449–64.
<https://doi.org/10.21638/spbu06.2020.402>

Timofeev I.N. COVID-19 and the policy of sanctions: An event analysis. *Vestnik of Saint Petersburg University. International Relations*. 2020;13(4):449–64 (In Russian).
<https://doi.org/10.21638/spbu06.2020.402>

3. Дениэл Рал Т, Дана Ноури В. Личная дыхательная система, устройство и процессы. Патент US 6394090 B1, МПК А62В7/10. заявл. 17.02.1999; опублик. 28.05.2002.

Daniel Ral T, Dana Nouri V. Personal respiratory system, structure and processes. Patent US 6394090 B1, МПК А62В7/10. Announced on 17/02/1999; publ. 28/05/2002 (in Russian).

4. Атрошенко АА, Горбушкин ВД, Колесников ГН, Скобцов АА, Зародов ВП, ЩербакOVA ОА. Полумаска фильтрующая для защиты от аэрозолей и пыли. Патент RU 2550329 C2, МПК A62B 18/00. заявл. 05.07.2013; опублик. 10.05.2015.

Atroshenko AA, Gorbushkin VD, Kolesnikov GN, Skobtsov AA, Zarodov VP, Shcherbakova OA. Half mask filtering for protection against aerosols and dust. Patent RU 2550329 C2, МПК A62B 18/00. Announced on 05/07/2013; publ. 10/05/2015 (in Russian).

5. Петросян АР. Маска медицинская. Патент RU 139546 U1, МПК A62B18/02. заявл. 24.05.2013; опублик. 20.04.2014.

Petrosyan AR. Medical mask. Patent. RU 139546 U1, МПК A62B18/02. Announced on 05/24/2013; publ. 20/04/2014 (in Russian).

6. Спичаков ПВ. Маска одноразовая медицинская. Патент RU 110937 U1, МПК A41D13/11, B01D39/04. заявл. 07.07.2011; опублик. 10.12.2011.

Spichakov PV. Disposable medical mask. Patent RU 110937 U1, МПК A41D13/11, B01D39/04. Announced on 07/07/2011; publ. 10/12/2011.

7. Спичаков ПВ. Медицинская защитная маска с регулируемым размером. Патент RU 2654400 C1, МПК A41D13/11. заявл. 17.04.2017; опублик. 17.05.2018 (in Russian).

Spichakov PV. Medical protective mask with adjustable size. Patent RU 2654400 C1, МПК A41D13/11. Announced on 17/04/2017; publ. 17/05/2018.

8. Даниякин НВ, Соловых СН, Васильев ВВ, Якупов РП, Барсукова АА, Даниякина ЕА. Защитная маска многоразового использования. Патент RU 205800 U1, МПК A41D13/11. заявл. 02.12.2020; опублик. 11.08.2021.

Danyakin NV, Solovykh SN, Vasiliev VV, Yakupov RP, Barsukova AA, Danyakina EA. Reusable protective mask. Patent RU 205800 U1, МПК A41D13/11. Announced on 02/12/2020; publ. 11/08/2021 (in Russian).

9. Yarpuntich DA, Grannis VB, Seppala HJ, Ferguson AB. One-way liquid valve. Patent US 5325892 A, МПК A62B18/10. Announced on 29/05/1992; publ. 05/07/1994.

10. Кравцов АГ, Воробьев АВ, Пинчук ЛС, Гольдаде ВА, Громыко ЮВ. Способ получения электретиного тонковолокнистого фильтрующего материала для респираторов. Патент RU 2198718 C1, МПК A62B23/02, B01D39/16. заявл. 01.01.2001; опублик. 20.02.2003.

Kravtsov AG, Vorobyov AV, Pinchuk LS, Goldade VA, Gromyko YV. Method for producing electret fine-fiber filter material for respirators. Patent RU 2198718 C1, МПК A62B23/02, B01D39/16. Announced on 01/01/2001; publ. 20/02/2003 (in Russian).

11. Ангадживанд СА, Джонс МЕ, Мейер ДЕ. Способ электризации нетканого полотна, электретиная фильтрующая среда, упругая фильтрующая маска и респираторная маска в сборе. Патент RU 2130521 C1, МПК B01D39/14, A62B7/00, A62B18/00. заявл. 17.08.1994; опублик. 20.05.1999.

Angajivand SA, Jones ME, Meyer DE. Method for electrifying non-woven fabric, electret filter medium, elastic filter mask and respirator mask assembly. Patent RU 2130521 C1, МПК B01D39/14, A62B7/00, A62B18/00. Announced on 17/08/1994; publ. 20/05/1999 (in Russian).

12. Горбачев ПВ, Даниякин НВ, Соловых СН, Васильев ВВ, Ананьев АА, Яковлев ИВ, Захаров НР. Изолирующий костюм с капюшоном. Патент RU 214621 U1, МПК A41D13/11. заявл. 24.12.2021; опублик. 08.11.2022.

Gorbachev PV, Danyakin NV, Solovykh SN, Vasiliev VV, Ananyev AA, Yakovlev IV, Zakharov NR. Isolation suit with hood. Patent RU 214621 U1, МПК A41D13/11. Announced on 24/12/2021; publ. 08/11/2022 (in Russian).

Вклад авторов / Authors' contributions

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: **В.В. Васильев** – доработка текста, окончательное утверждение версии рукописи для публикации; **С.Н. Соловых** – формирование концепции статьи, написание текста рукописи; **Н.В. Даниякин** – написание текста рукописи; **П.В. Горбачев** – коррекция текста рукописи, переработка текста / All authors confirm that they meet the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) criteria for authorship. The most significant contributions are as follows: **V.V. Vasiliev** has made follow-on revision, has approved a final version of the article for publication; **S.N. Solovykh** has formulated the concept of the study, has written the text of the article, **N.V. Danyakin** has written the text of the article; **P.V. Gorbachev** has made necessary amendments to the text, has revised the text.

Сведения о рецензировании / Peer review information

Статья прошла двустороннее анонимное «слепое» рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе / The article has been doubleblind peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

Об авторах/ Authors

Федеральное государственное военное казенное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» (г. Кострома), 156015, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Горького, д. 16.

Васильев Валерий Васильевич. Заместитель начальника Военной академии РХБ защиты, канд. воен. наук.

Соловых Сергей Николаевич. Начальник кафедры, канд. техн. наук, старший научный сотрудник.

Даныкин Никита Вячеславович. Преподаватель кафедры, канд. техн. наук.

Горбачев Павел Валерьевич. Преподаватель кафедры, канд. техн. наук.

Контактная информация для всех авторов: varhbx@mil.ru

Контактное лицо: Горбачев Павел Валерьевич; varhbx@mil.ru

Nuclear Biological Chemical Defence Military Academy Named after Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko (Kostroma) of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Gorkogo Street, 16, Kostroma 156015, Russian Federation.

Valerii V. Vasilyev. Deputy Head of the Nuclear Chemical Biological Defence Military Academy. Cand. Sci. (Military).

Sergei N. Solovykh. Head of the department. Cand. Sci. (Techn.).

Nikita V. Danyakin. Lecturer of the department. Cand. Sci. (Techn.).

Pavel V. Gorbachev. Lecturer of the department. Cand. Sci. (Techn.).

Contact information for all authors: varhbx@mil.ru

Contact person: Pavel V. Gorbachev; varhbx@mil.ru