



# Современные подходы к созданию средств индивидуальной защиты органов дыхания и головы военнослужащего

Ю.С. Мигачев<sup>1,✉</sup>, А.А. Камьянов<sup>2</sup>, А.В. Болтыков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр имени академика Н.Д. Зелинского» Министерства обороны Российской Федерации 111024, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19  
e-mail: 27nc\_1@mil.ru

## Основные моменты

Существует необходимость концепции развития средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) с их дальнейшей интеграцией в систему комплекта боевой экипировки военнослужащего (КБЭВ) путем создания комплексного средства защиты головы (КСЗГ).

В статье представлены наиболее важные конструктивные решения, планируемые к реализации в новом защитном комплекте.

**Актуальность.** Исследования, направленные на разработку нового образца войсковых СИЗОД, кожи лица и глаз от физиологически активных веществ (ФАВ), «Противогаз-бронешлем» 2-го поколения на базе многофункционального бронешлема в составе перспективного КБЭВ, обеспечивающего комфортные условия эксплуатации личным составом и интегрированную защиту от поражающих факторов (ОВ и БА) и осколков, является актуальным.

**Цель работы** – обобщение информации из литературных источников по существующим направлениям развития СИЗОД, кожи лица и глаз и определение наиболее важных конструктивных решений, планируемых к включению в состав перспективного КБЭВ.

**Материалы и методы.** Обоснование конструкции «Противогаз-бронешлем» 2-го поколения осуществлялось аналитическим методом на основании анализа открытых источников, содержащих информацию о средствах индивидуальной бронезащиты головы и органов дыхания от ФАВ. В качестве материалов использовались технические описания, руководства и инструкции по эксплуатации таких средств, а также открытая научная литература, содержащая информацию об их устройстве и принципах действия.

**Обсуждение результатов.** Современный КБЭВ представляет собой объединенный комплекс, состоящий из систем поражения, управления, защиты, жизнеобеспечения и энергообеспечения, предназначенных для выполнения военнослужащим боевых задач, как индивидуально, так и в составе отделения, взвода и т.п. Важнейшим направлением при совершенствовании КБЭВ является обеспечение многофункциональной защиты личного состава от поражающих факторов ОМП и оружия на новых физических принципах.

**Вывод.** В настоящее время в нашей стране и за рубежом ведутся серьезные исследования в области развития СИЗОД, кожи лица и глаз и определение наиболее важных конструктивных решений, планируемых к включению в состав перспективного КБЭВ. Одним из направлений в области создания современного КБЭВ является разработка комплексного средства защиты головы. В тоже время, с учетом опыта современных военных конфликтов, в России и западных странах ведутся разработки в области создания универсальных средств броне- и респираторной защиты.

Мигачев Ю.С., Камьянов А.А., Болтыков А.В.  
Migachev Y.S., Kam'yanov A.A., Boltykov A.V.

**Ключевые слова:** «бронешлем-противогаз»; «бронемаска-респиратор»; комплект боевой экипировки военнослужащего; комплексное средство защиты головы; противогаз; средства индивидуальной защиты органов дыхания; физиологически-активные вещества; фильтрующе-поглощающая система

**Для цитирования:** Мигачев Ю.С., Камьянов А.А., Болтыков А.В. Современные подходы к созданию средств индивидуальной защиты органов дыхания и головы военнослужащего. Вестник войск РХБ защиты. 2024;8(3):287–300. EDN:izbwag.  
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2024-8-3-287-300>

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

**Конфликт интересов:** нет.

**Финансирование:** Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» Министерства обороны Российской Федерации.

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

## Modern Approaches to the Development of Head and Respiratory Protective Devices for Military Men

Yuri S. Migachev<sup>1,✉</sup>, Alexei A. Kam'yanov<sup>2</sup>, Aleksandr V. Boltykov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>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: varhbx@mil.ru

<sup>2</sup>Scientific Centre Named after Academician N.D. Zelinsky of the Ministry of Defence of the Russian Federation  
Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation  
e-mail: 27nc\_1@mil.ru

### Highlights

It is necessary to elaborate the plan of development of respiratory protective devices. This plan should suggest that these devices should be further implemented into combat uniform set for military men. It also should propose a multifunctional head protective device.

This article presents the most relevant design concepts that are to be implemented into a new protective set.

**Relevance.** The paper discusses studies aimed at development of new samples of respiratory protective devices, as well as facial skin and eye protective devices for military men. These devices should protect from physiologically active substances. The article dwells on “ballistic helmet gasmask of the 2nd generation” created on the basis of a multifunctional ballistic helmet. It should be implemented into an innovative combat uniform set that is user-friendly for military men and provide complex safety from damage effects (poison agents and BA) and splinters. Such studies are quite relevant nowadays.

**The aim of the study** – To analyze scientific sources and to summarize data on the development of respiratory protective devices, facial skin and eyes protective equipment and to outline the most crucial design patterns that are to be implemented into an innovative combat uniform set.

**The source base** includes open documentary sources containing information on individual head armor and respiratory protection means against Physiologically-Active Substances (PAS) considered for use in the composition of the prospective individual combat equipment of a serviceman; technical descriptions, manuals, and operating instructions for such means, as well as open scientific literature containing information about their design and operating principles.

**Materials and methods.** The design of a ballistic helmet gas mask of the 2nd generation has been justified based on the analysis of the available sources that contain data on head armored protection devices and respiratory protection

devices from physiologically active substances. The authors also analyzed technical specifications and user manuals for such devices and available academic sources that contain information on their structure and functioning.

**Discussion.** A modern combat uniform set is a combined set that consists of weapon system, management system, protection system life maintenance system and power supply system that are meant to help military men to perform their battle missions both on their own and as a part of a squad, platoon, etc. The crucial moment for a combat uniform set improvement is to ensure a complex staff protection from damage effects of mass destruction weapons and weapons based on new physical principles.

**Conclusion.** Nowadays both in Russia and in foreign countries scientists have been conducting extensive studies on the development of the respiratory protective devices, facial skin and eyes protective equipment. The scientists have been trying to find out the most crucial design patterns that are to be implemented into an innovative combat uniform set. One of the most prominent ways is to create a multifunctional head protection device. At the same time considering the past experience of the modern military conflicts in Russia and abroad, the scientists have been working on the development of universal means of armored and respiratory protection.

**Keywords:** “Ballistic helmet-gasmask”; “armored mask-respirator”; military combat uniform; multifunctional head protective device; gas mask; respiratory protective devices; physiologically active substances; filter and absorbing system

**For citation:** Migachev Y.S., Kam'yanov A.A., Boltykov A.V. Modern Approaches to the Development of Head and Respiratory Protective Devices for Military Men. *Journal of NBC Protection Corps*. 2024;8(3):287–300. EDN:izbwag. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2024-8-3-287-300>

**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:** 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.

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

---

Вследствие усложнения характера боевых действий, роста их темпа, размаха и напряженности, повышаются требования к экипировке военнослужащих. Экипировка военнослужащих должна соответствовать современным требованиям тактики, основанной на новых подходах к выполнению боевых и специальных задач. Создание современного снаряжения для военнослужащих и обеспечение дистанционного контроля их функционального состояния и боеготовности в настоящее время базируется на теоретических основах фундаментальной науки и достижениях в области перспективных направлений исследований, в том числе в области нанотехнологий. Создание перспективной боевой индивидуальной экипировки военнослужащего требует комплексного подхода и является сложной научно-технической и организационной задачей ввиду ее объемности и многофакторного характера. Для ее решения требуется проведение целенаправленных оперативно-тактических, технико-экономических, медико-биологических и технологических исследований, серьезных конструкторских изысканий и практических работ по реализации.

В этой связи исследования, направленные на разработку нового образца «Противогаз-бронешлем» 2-го поколения на базе многофункционального бронешлема в составе перспективного комплекта боевой экипировки военнослужащего (КБЭВ), обеспечивающего комфортные условия эксплуатации личным составом Вооруженных Сил, военной полиции, специалистов спасательных служб и интегрированную защиту от поражающих факторов отравляющих веществ (ОВ) и биологических агентов (БА) и осколков, являются актуальными.

**Цель работы** – обобщение информации из литературных источников по существующим направлениям развития средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), кожи лица и глаз и определение наиболее важных конструктивных решений, планируемых к включению в состав перспективного КБЭВ.

**Материалы и методы.** Обоснование конструкции «Противогаз-бронешлем» 2-го поколения осуществлялось аналитическим методом на основании анализа открытых источников, содержащих информацию о средствах индивидуальной бронезащиты

головы и органов дыхания от ФАВ; технические описания, руководства и инструкции по эксплуатации таких средств, а также открытая научная литература, содержащая информацию об их устройстве и принципах действия.

**Общие требования к перспективным средствам индивидуальной защиты органов дыхания.** Перспективные СИЗОД должны удовлетворять требованиям<sup>1</sup>:

- сочетаться с табельным армейским обмундированием, десантным и стальным шлемами, оружием и снаряжением;
- позволять выполнять нормативы по боевой подготовке, в том числе при работе с оптическими приборами не ниже, чем на «удовлетворительно»;
- позволять личному составу вести боевые действия в дневных и ночных условиях во всем диапазоне климатических условий;
- не снижать эргономические характеристики после проведения специальной обработки;
- не снижать эргономические характеристики при воздействии на них пота, горючесмазочных материалов и воздействии атмосферных осадков.

Конструкция, материалы, геометрические и весовые характеристики всех видов СИЗОД должны обеспечивать<sup>2</sup>:

- максимально возможное общее и бинокулярное поле зрения при применении образца;
- возможность пользования оптическими и измерительными приборами, электронно-дальномерными устройствами и т.п.;
- безопасное пребывание в общевойсковом фильтрующем противогазе в течение 24 часов в любых климатических зонах;
- возможность сна, приема воды и жидкой пищи в противогазе.

СИЗОД должны быть простыми по устройству с минимальным количеством частей и деталей, надежными в использовании.

**Интеграция современных общевойсковых противогазов со средствами бронезащиты.** Система противогазовой защиты органов дыхания должна быть модульной, сопрягаемой, при необходимости, с конструкцией боевого шлема и другими элементами КБЭВ (рисунок 1) [1].

Для практически мгновенной защиты органов дыхания от внезапного воздействия первичного облака ОВ и БА необходима автоматическая система срабатывания затворов,



Рисунок 1 – Общевойсковые противогазы и средства бронезащиты головы. А – ПМГ; Б – ПМК-2; В – ПМК-3; Г – ПМК-4 (рисунок подготовлен авторами по [1])

Figure 1 – Field gas masks and head armored protection means. А – PMG; Б – PMK-2; В – PMK-3; Г – PMK-4 (the figure is compiled by the authors of this article according to [1])

включающих фильтрующе-поглощающую систему (ФПС) или индивидуальную фильтровентиляционную установку (ФВУ), или изолирующие источники воздуха (кислорода) по электросигналам индивидуальных или групповых датчиков РХБ опасности с быстродействием не более 1 с. Для предохранения очкового узла противогаза от выхода из строя при применении аэрозолей соответствующих веществ необходимо применять заменяемые пленочные экраны, а для предохранения фильтрующе-поглощающей коробки (ФПК) – заменяемые тонкие накладные предфильтропоглощающие блоки.

Предлагаемое конструктивное решение противогаза в виде унифицированного бронешлема, т.е. единого средства защиты головы, постоянно находящегося на голове, с приведением его в положение «газы» путем ручного автоматического нажатия на кнопку бронезащитного забрала, которое выполняет также функцию лицевой части противогаза, по нашему мнению, недостаточно оптимально. Необходимость постоянно носить шлем с встроенной системой защиты от РХБ поражающих факторов независимо от вероятности применения химического и биологического оружия перспективно для специальных подразделений при выполнении специальных задач по предназначению, с целью обеспечения максимальной индивидуальной защищенности военнослужащих от воздействия разных видов оружия [2].

Совершенствование ФПС противогаза проводилось с целью повышения защитных свойств от различных химических классов

<sup>1</sup> Хомичев БА. Перспективная боевая и тактическая экипировка российских военнослужащих. URL: <http://sotnic.net/articles/perspektivnayatacticheskayai> (дата обращения: 21.02.2024).

<sup>2</sup> Российская боевая экипировка «Ратник». URL: <http://www.vpk.name> (дата обращения: 21.02.2024).



токсичных веществ и снижения массогабаритов. Для этого провели исследования по следующим направлениям<sup>3</sup>:

– заменили металлическую ФПК на огнезащищенную, не впитывающую органические вещества полимерную коробку;

– включили в ФПК слой микронановолокон для отфильтровывания частиц РХБ агентов менее 100 нм;

– разработали индивидуальные датчики остаточной адсорбционной емкости шихты ФПК;

– повысили защитные свойства от ОВ и биологически поражающих агентов (БПА), внедряя достижения нанотехнологий (угольные нанотрубки, аэрогели, фуллерены);

– изучили варианты расположения ФПС противогаза, внутри бронешлема, в области щек, на спине и на груди.

Низкопрофильная маска и гофротрубка обеспечивают сочетаемость со всеми средствами бронезащиты головы. Компанией ОАО «АРТИ-Завод» разработан и принят на снабжение внутренних войск МВД России специальный фильтрующий противогаз специального назначения ПМК-С, обладающий целым рядом существенных преимуществ перед отечественными предшественниками (ПМГ-2, ПМК, ПМК-2, ПМК-3) (рисунок 2) [3, 4].

В данном образце объединены противогаз и шлем для обеспечения защиты органов дыхания и головы от токсичных химикатов. В лобовой части шлема имеется узел крепления в виде углубления. Для зацепления металлической скобы крепежной обоймы очкового узла, а в ушной части – два узла фиксации с регулируемыми эластичными фиксаторами для присоединения лицевой части. Посредством узла байонетного соединения в затылочной части к шлему крепится ФПС, под шлемом расположен воздухопровод, спереди соединенный с переходником лицевой части, а сзади через байонетное крепление с ФПС (рисунок 2).

**Система выявления, оценки и передачи данных о фактах РХБ заражения.** Еще одним современным подходом для модернизации средств индивидуальной защиты является создание подсистемы средств защиты от поражающих факторов ОМП и нелетального оружия.

Очевидно, что для повышения эффективности защиты военнослужащего от поражающих факторов РХБ природы необходимо



Рисунок 2 – Средство защиты органов дыхания и головы. А – ПМГ; Б – ПМК-2; В – ПМК-С; Г – ПМК-С с гофротрубкой (рисунок подготовлен авторами по [4])  
Figure 2 – Respiratory and head protective device. А – PMG; Б – PMK-2; В – PMK-C; Г – PMK-C with a corrugated pipe (the figure is compiled by the authors of this article according to [4])

включить в состав разрабатываемой КБЭВ средства контроля и индикации ОВ, аварийно химически опасных веществ (АХОВ), БА и радиоактивной пыли (РП).

Среди большого разнообразия физико-химических методов локального анализа ОВ, АХОВ наибольший интерес для перспективного КБЭВ представляет адсорбционно-кинетический метод с использованием полупроводниковых наноструктурных сенсоров [5].

Научно-исследовательской лабораторией ООО «Омега» с применением оригинальных методик синтеза, топологии нанесения и спекания полупроводниковых оксидов (сурьмы, титана, вольфрама, ванадия, индия, трехвалентного железа и др.) в наноструктурной форме созданы бюджетные полупроводниковые сенсоры, обладающие высокой чувствительностью, селективностью, стабильностью работы, низкими массогабаритными размерами и потребляемой мощностью.

На основе мультисенсорного аналитического детектора формируется индивидуальная газоаналитическая система (ИГС), которая включает в себя устройство управления, обработки и передачи информации на централизованный пульт сбора информации. При необходимости ИГС может быть подключена к применяемым (или планируемым к применению) системам связи и коммутации, входящим в состав современного (перспективного) КБЭВ. В качестве функциональных расширений в ИГС целесообразно включить часы (таймер) реального времени и определение местоположения военнослужа-

<sup>3</sup> Индивидуальная боевая экипировка. URL: <http://www.army-news.ru> (дата обращения: 21.02.2024).



Рисунок 3 – Варианты размещения мультисенсорной системы на шлеме «Multicam». А – верхнее размещение; Б – размещение по директиве направления (рисунок подготовлен авторами по [5])

Figure 3 – Variants of arrangement of multisensory system on a "Multicam" helmet. A – upper arrangement; Б – arrangement along the direction guideline (the figure is compiled by the authors of this article according to [5])

щего (координаты по формату GPS либо по любому другому).

Варианты размещения мультисенсорной системы на шлеме «Multicam» представлены на рисунке 3 [5].

**Комплексное средство защиты головы и органов дыхания военнослужащего.** Разработанное средство защиты «противогаз-бронешлем» (СЗПБ) представлено на рисунке 4 [6].

В данном устройстве для повышения сорбционной емкости фильтрующе-поглощающей системы использовался новый подход, заключающийся в использовании активированного эластичного нетканого материала



Рисунок 4 – Прототип образца средства защиты «противогаз-бронешлем» (рисунок подготовлен авторами по [6])

Figure 4 – Pilot sample of the protective device "Ballistic helmet-gasmask" (the figure is compiled by the authors of this article according to [6])

модифицированного резорцин-формальдегидным аэрогелем. Впервые выявлены закономерности процесса модификации углеродных сорбентов аэрогелем, с повышением удельной поверхности с 1000 до 1500 м<sup>2</sup>/г, а объем микропор – с 0,6 до 0,9 см<sup>3</sup>/г [2, 6, 7].

**Определение комплексных поражающих факторов (осколки боеприпасов и световое излучение).** В настоящее время не в полном объеме определены требования, которым должны соответствовать системы типа «бронешлем-противогаз». В частности, в качестве основных, определены лишь требования по защите военнослужащего от поражений радиоактивными, химически и биологически опасными веществами, и отсутствуют требования по степени противоосколочной защищенности забрала. При этом отметить, что этому элементу конструкции шлема, и, кроме челюстно-лицевой области, ЛОР-органов, костей черепа и мягких тканей головы, забрало должно будет обеспечивать надежную защиту офтальмологического профиля лица военнослужащего. В тоже время, подобного рода комплексные средства не предусматривают защиту органов зрения военнослужащего от светового излучения высокой интенсивности, которое вполне способно привести к серьезному поражению и снижению боеспособности военнослужащего<sup>4</sup> [8].

По мнению авторов, одним из направлений решения озвученной проблемы может являться разработка обобщенного инструмента (методики), позволяющего оценивать комплексные защитные свойства забрала системы «бронешлем-противогаз».

Предлагаемая авторами методика, разработанная посредством программного комплекса MicrosoftOfficeExcel, на языке программирования VisualBasicforApplications (VBA) и представляет собой алгоритм расчета, характера поведения исследуемого материала забрала системы «бронешлем-противогаз» при воздействии на него нескольких поражающих факторов (рисунок 5). В качестве комплексного поражающего фактора рассматриваются: поражающие элементы боеприпасов (осколки) различного типа, которые дифференцируются в зависимости от показателей силовых характеристик (рисунок 5), и световое излучение высокой интенсивности, которое характеризуется энергетическими и геометрическими параметрами светящейся области вспышки.

<sup>4</sup> Жирнов ВВ. К вопросу оценки противоосколочной стойкости визора системы «Бронешлем-противогаз». I-я Всерос. научно-практич. конф. (11.11.2020) ВА РХБЗ. Кострома; 2020. С. 96–101.



Рисунок 5 – Забрала системы «бронешлем-противогаз» (рисунок подготовлен авторами по [8])  
Figure 5 – Visors for the set "Ballistic helmet-gasmask" (the figure is compiled by the authors of this article according to [8])

Также, учитывая параметры светового импульса, производится расчет мощности светового излучения высокой интенсивности и максимального значения лучистой энергии светящейся области источника излучения, которые являются основными параметрами, определяющими поражающее действие светового излучения на органы зрения военнослужащего (рисунок 6).

В рамках проведенных научных исследований оружия на новых физических принципах действия разработаны действующие модели следующих образцов: простейший имитатор радиочастотного оружия, действующая модель электромагнитного ускорителя масс, лабораторная установка для оценки защиты от лазерного излучения [9].

С учетом сравнения (рисунок 7) и выявленных недостатков у вышерассмотренных образцов, создана полезная модель «противогаз-бронешлем» 2-го поколения.

Данная полезная модель выполненная из стойкого к воздействию высокоскоростных поражающих элементов и вторичных осколков материала, полностью защищающего голову и верхнюю часть шеи, в



Рисунок 6 – Лабораторная установка для оценки защиты от лазерного излучения электронного термометра (рисунок подготовлен авторами по [9])

Figure 6 – VLaboratory facility aimed at evaluating the level of protection from laser emissions of an electronic thermometer (the figure is compiled by the authors of this article according to [9])

корпус которого с боковых сторон интегрированы места для фильтрующе-поглощающих элементов, впереди в нижнюю часть интегрировано место для клапана выдоха, приспособление для подключения средства защиты к системе подачи чистого воздуха и других дополнительных систем для решения различных боевых задач, внутри спереди встроен подмасочник, а в затылочной части подшлемного пространства размещен фильтрующе-поглощающий материал, изготовленный из активированного углеволокна с нанесенными на него нано- и микроволокнами полиметилметакрилата и полистирола.

Комплексное средство защиты головы (КСЗГ) «Противогаз-бронешлем» 2-го поколения предназначено для использования в составе КБЭВ с целью улучшения защиты военнослужащих при выполнении мероприятий в условиях воздействия поражающих факторов ОМП. В КСЗГ «Противогаз-бронешлем» 2-го поколения проведена интеграция средств очистки воздуха со средствами индивидуальной бронезащиты головы снабженное защитным стеклом (забралом), подмасочником, низкопрофильными фильтрующими элементами и двумя микровентиляторами, которые подключены к аккумулятору с помощью тумблера.

«Бронемаска респиратор», включает бронешлем «Тор», на боковой поверхности которого выполнены крепления для бронемаски, защитные бронеочки 6Б50 и бронемаску.

Бронемаска является основным элементом, защищающим нижнюю часть лица и шею от воздействия на них как осколков, так и токсичных веществ. В корпус бронемаски с боковых частей интегрированы места для фильтрующе-поглощающих элементов, в центральной части интегрировано место для пререговорного устройства, в нижней части интегрировано место для клапана выдоха, а внутри размещен подмасочник.





Рисунок 7 - Прототипы СИЗОД, интегрированных в многофункциональный бронешлем. А - «Противогаз-бронешлем» 1-ого поколения (рисунок подготовлен авторами по [6]); Б - «Бронемаска-респиратор» (рисунок подготовлен авторами по [10]); В - «Противогаз-бронешлем 2-ого поколения» (рисунок подготовлен авторами по [11])

Figure 7 - Pilot samples of respiratory protective devices implemented into a multifunctional ballistic helmet. A - «Gas mask-ballistic helmet of the 1st generation (the figure is compiled by the authors of this article according to [6]); Б - «Armored mask-respirator» (the figure is compiled by the authors of this article according to [10]); В - «Ballistic helmet gas mask of the 2nd generation» (the figure is compiled by the authors of this article according to [11])

Бронемаска может использоваться как для защиты нижней части лица и шеи от высокоскоростных поражающих элементов и осколков, при этом все составные части в нее не вставляются, а места присоединения закрываются заглушками, так и для защиты органов дыхания военнослужащего от воздействия на них токсичных веществ, для чего

в нее вставляются все составные элементы, а заглушки убираются. Бронемаска изготавливается из стойкого к воздействию высокоскоростных поражающих элементов и вторичных осколков материала.

«Противогаз-бронешлем» 2-го поколения (рисунок 8) обеспечивает надежную защиту головы, лица, глаз и органов дыхания от по-



Рисунок 8 - Конструкция противогаза-бронешлема 2-го поколения (рисунок выполнен авторами): 1 - корпус бронешлема; 2 - защитное стекло; 3 - фильтрующе-поглощающие коробки с изолирующей полимерной крышкой-накладкой; 4 - клапан выдоха; 5 - нижние воздухозаборники; 6 - верхние воздухозаборники; 7 - гнездо ФПК с клапаном вдоха; 8 - нетканый материал; 9 - корпус фильтрующе-поглощающего элемента; 10 - фильтрующе-сорбирующий слой ФПЭ; 11 - изолирующая полимерная крышка-накладка ФПК; 12 - фильтрующе-сорбирующий слой в затылочной части шлема; 13 - пневматический obtюратор; 14 - подмасочник; 15 - приспособление для подключения к ФВУ

Figure 8 - The design of ballistic helmet gasmask of the 2nd generation (the figure is compiled by the authors): 1 - the case of a ballistic helmet gas mask; 2 - protective glass; 3 - filter and absorbing boxes with insulating polymer covering lid; 4 - expiratory valve; 5 - lower air intakes; 6 - upper air intakes; 7 - Socket of filter and absorbing box with an inspiratory valve; 8 - bonded fabric; 9 - A case of a filter and absorbing unit; 10 - filter and absorbing layer of filter and absorbing elements; 11 - An insulating polymer covering lid of filter and absorbing box; 12 - filter and absorbing layer at the back part of the helmet; 13 - pneumatic seal; 14 - protective clothing; 15 - a device for connection with filtering and ventilation Unit



ражающих факторов ОМП и физиологически активных веществ (ФАВ), а также защиту головы от pistolетных пуль, осколков и механических повреждений.

Размещенная в образце КСЗГ «противогаз-бронешлем» 2-го поколения изолирующе-фильтрующая система [12] позволяет пользоваться им при выполнении работ в условиях недостатка (содержание кислорода в общем объеме менее 17 %) или полного отсутствия кислорода в окружающей среде, а также при наличии во вдыхаемом воздухе ФАВ в различных сочетаниях и концентрациях. Разработанная система позволяет осуществлять работу образца в режиме полной изоляции. Данная система состоит из бронешлема с размещенным в нем пневмообтюратором, переходника для присоединения элементов изолирующего противогаза [13].

Помимо этого, существует возможность подключения, данного устройство к системе подачи воздуха к органам дыхания членов расчета объектов автобронетанковой техники, для обеспечения подачи очищенного воздуха в подшлемное пространство для защиты личного состава при стрельбе от пороховых газов и при задымлении обитаемых отделений.

Кроме того, в составе КСЗГ размещена подсистема принудительной подачи и очистки воздуха, обеспечивающая принудительную подачу предварительно очищенного от ФАВ воздуха в подмасочное пространство «противогаза-бронешлема» 2-го поколения. Данная система включает в себя микроэлектровентилятор, элементы питания и фильтрующе-поглощающие элементы [14].

Также специалистами войск РХБ защиты был разработан универсальный «противогаз-бронешлем» (УПБ) для защиты военнослужащих от пуль, осколков, радиоактивной пыли (РП), ОВ, токсичных химикатов (ТХ) и БА (рисунок 9) [15].

Наиболее важными конструктивными решениями, реализованными в предложенном защитном устройстве УПБ, являются:

– использование дискообразных сменных/съемных фильтрующе-сорбирующих элементов (ФСЭ) суточного применения для селективного использования, в зависимости от типа применяемого ОМП и динамики изменения поражающих факторов в условиях угрозы и опасности РХБ заражения, с различными показателями по коэффициенту проницаемости и, соответственно, сопротивлению дыханию, позволяющих обеспечить комплексную защиту от радиоактивной пыли (РП), ОВ, промышленных токсичных

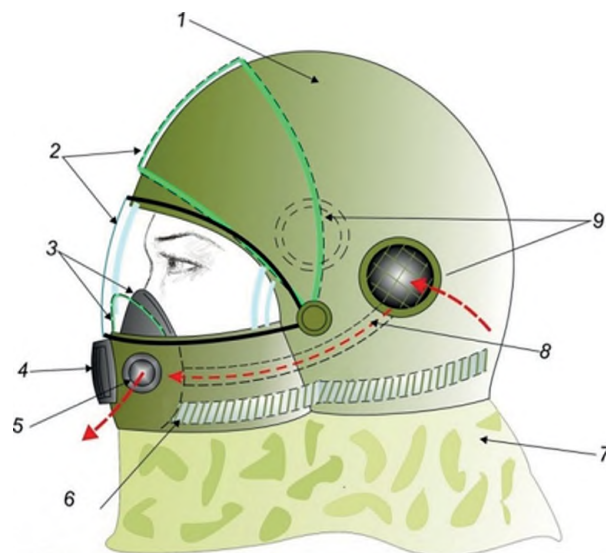


Рисунок 9 – Конструкция универсального «противогаз-бронешлем»: 1 – защитный шлем; 2 – прозрачное забрало; 3 – носогубный эластичный экран; 4 – переговорное устройство; 5 – выдыхательный клапан; 6 – линия обтюрации; 7 – защитная пелерина шеи; 8 – внутренние воздуховоды для подачи выдыхаемого воздуха от фильтрующе-сорбирующих элементов внутрь экрана; 9 – фильтрующие (сорбирующие) сменные фильтры суточного действия (рисунок подготовлен авторами по [15])

Figure 9 – The design of multifunctional ballistic helmet gasmask: 1 – a protective helmet; 2 – a transparent visor; 3 – a nasolabial elastic screen; 4 – an intercom device; 5 – an expiratory valve; 6 – sealing line; 7 – a neck curtain; 8 – inner air ducts that are designed to deliver expiratory air from filter and absorbing elements into the screen; 9 – filter (absorbing) replaceable filters the effect of which lasts for 24 hours (the figure is compiled by the authors of this article according to [15])

химикатов (ТХ) и БА с предложенными конструктивными решениями;

– вариант эксплуатации в режиме «наготове» с возможностью превентивного перевода в положение «боевое» в условиях угрозы РХБ заражения, и с оперативностью не более 3–4 с в условиях опасности заражения, что снижает возможные поражения войск до 50 раз по сравнению с существующей организацией использования СИЗ после срабатывания приборов разведки;

– обоснованные рекомендации по организации использования военнослужащими УПБ в различных условиях боевой обстановки и места подразделения военнослужащего в боевом порядке (оперативном, стратегическом построении) войск.

Устройство составных элементов крепления и фиксации респиратора к шлему. На рисунках 10, 11 представлен облегченный



Рисунок 10 - Общий вид защитного универсального бронереспиратора (фотографии выполнены авторами)

Figure 10 - An overall view of a multifunctional protective armored respirator (the photos are taken by the authors of this article)

защитный универсальный бронереспиратор (ЗУБР), разработанный с использованием активированных углеродных волокнистых материалов УВИС-АК-Т, предназначен для обеспечения защиты органов дыхания военнослужащего от аэрозолей, газов и паров от-

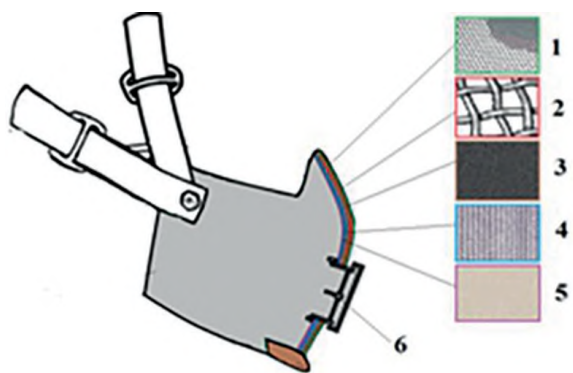


Рисунок 11 - Конструкция защитного универсального бронереспиратора (схема выполнена авторами): 1 - камуфлированный огнезащитный материал; 2 - металлическая сетка; 3 - полимерный фильтрующий материал; 4 - сорбирующий материал; 5 - лавсановый нетканый материал; 6 - клапан выдоха

Figure 11 - The design of multifunctional protective armored respirator (the layout is compiled by the authors of this article): 1 - disguised fire protection material; 2 - metal gauze; 3 - polymer filter material; 4 - absorbing material; 5 - PET bonded fabric; 6 - an expiratory valve

5 Филатов ДА, Иванов АН. Технические решения в создании конструкции защитного универсального бронереспиратора на основе фильтрующе-сорбирующего материала УВИС-АК-Т. ВА РХБЗ, сборник статей IV Военно-науч. практич. конф. Ч. II. 2023. С. 306–310.

6 Новые боевые шлемы армии США. URL: <https://gefrmix.ru/archives> (дата обращения: 21.02.2024).

7 Защитная маска «Киборг» для Вооруженных Сил Украины. URL: <https://militaryreview.su/299-mask-a-kiborg> (дата обращения: 21.02.2020).

8 Американскую армию оденут в «мотоциклетные шлемы». URL: <https://warspot.ru> (дата обращения: 21.02.2024).

равляющих веществ и аварийных химически опасных веществ, а также защищающий челюстно-лицевую область военнослужащего от механических воздействий, поражающего действия осколков, и обеспечивающий маскировку лица.

В работе использовался новый способ модификации активированных углеродных волокон УВИС-АК-Т углеродными наноструктурами – фуллеренами<sup>5</sup>.

Получен модифицированный фильтрующе-сорбирующий материал УВИС-АК-Т с улучшенными сорбционными характеристиками и обеспечивающего время защитного действия не менее 120 мин.

**Использование иностранными армиями бронешлема для защиты лица и как платформы для навесного оборудования.** Основной подход в армиях НАТО сосредоточен в увеличении живучести и повышении боевой эффективности отдельного солдата, основываясь на технологических достижениях<sup>6</sup> [16–18]. В Японии фирмой Devtac, занимающейся разработкой и производством средств индивидуальной защиты был представлен новый защитный шлем Ronin для перспективного КБЭВ. В данной разработке реализован принцип защиты головы и шеи от пуль и осколков, а также вентиляции подшлемного пространства [19].

Работы в данном направлении ведутся и в Украине<sup>7</sup>. Инженеры разработали баллистическую защитную маску под названием «Киборг», которая представлена на рисунке 12. Маска «Киборг» предназначена для специальных подразделений, принимающих участие в боевых действиях, там, где присутствует повышенный риск получения осколочного ранения.

Основные тактико-технические характеристики бронешлема IHPS<sup>8</sup> представлены в таблице 1.

Суммарная стоимость контракта составляет более 52 млн долларов.

Основные направления исследований в зарубежных армиях:

1. Определение предельных значений массы, площади защиты и защитных свойств общевойсковых бронешлемов.



Рисунок 12 – Внешний вид защитных шлемов армий зарубежных государств: А – баллистический шлем Integrated Head Protection System (IHPS) США (рисунок подготовлен авторами по материалам сайта: Американскую армию оденут в «мотоциклетные» шлемы. URL: <https://warspot.ru>; дата обращения: 21.02.2024); Б – защитный шлем Ronin Япония (рисунок подготовлен авторами по материалам сайта: Броня будущего: баллистический шлем DevtacRonin. URL: <https://weaponland.ru/news/balisticheskij-shlem-ronin>; дата обращения: 21.02.2024); В – баллистическая защитная маска «Киборг» Украина (рисунок подготовлен авторами по материалам сайта. URL: <https://militaryreview.su/299-mask-a-kiborg>; дата обращения: 21.02.2020)

Figure 12 – The overall view of the protective helmets used by the foreign armies: А – a ballistic helmet Integrated Head Protection System (IHPS) USA (the figure is adapted by authors from the web page: “The American Army Could Field Motorcycle-Style, Ballistic Helmet”. URL: <https://warspot.ru>; date of access: 21.02.2024); Б – A protective helmet Ronin, Japan (the figure is adapted by authors from the web-page: Armor of the future: DevtacRonin ballistic helmet URL: <https://weaponland.ru/news/balisticheskij-shlem-ronin>; date of access: 21.02.2024); В – Ballistic protective mask “Cyborg”, Ukraine (the figure is adapted by authors from the web-page URL: <https://militaryreview.su/299-mask-a-kiborg>; date of access: 21.02.2020)

2. Обоснование необходимости обеспечения защиты лица пользователя при сохранении эксплуатационных характеристик общевойсковых бронешлемов.

3. Радиофикация, оснащение бронешлема системами контроля функционального состояния и визуализации информации.

4. Улучшенное внешнего покрытия бронешлема (износостойкость, огнестойкость, маскировка в том числе адаптивный камуфляж) [2].

По мнению иностранных военных специалистов в области экипировки и средств

защиты военнослужащих, дальнейшее развитие общевойсковых СИЗОД помимо улучшения их защитных характеристик, будет проходить в рамках создания комплексной экипировки нового типа с учетом совместности с боевым и индивидуальным снаряжением<sup>9</sup> [18].

#### Выводы

Таким образом, существует необходимость концепции развития СИЗОД с их дальнейшей интеграцией в систему КБЭВ путем создания КСЗГ.

Таблица 1 – Основные тактико-технические характеристики бронешлема IHPS  
Table 1 – Specification for ballistic helmet IHPS

Тактико-технические характеристики / Specification	Показатель / Value
Масса (без дополнительных элементов), кг / Weight (without additional elements), kg	1,3
Масса (в полной комплектации), кг / Weight (a full set), kg	2,3
Противоосколочная стойкость $V_{50\%}$ , м/с / Splinterproofness $V_{50\%}$ , m/s	1000
Примечание. Таблица адаптирована авторами по материалам сайта: Американскую армию оденут в «мотоциклетные шлемы». URL: <a href="https://warspot.ru">https://warspot.ru</a> (дата обращения: 21.02.2024). Note. The table is adapted by authors from the web page: “The American Army Could Field Motorcycle-Style, Ballistic Helmet”. URL: <a href="https://warspot.ru">https://warspot.ru</a> (date of access: 21.02.2024).	

<sup>9</sup> Copeland P. Future Warrior Exhibits Super Powers. American Forces Press Service. Washington. 2004. July 27.



Наиболее важными конструктивными решениями, планируемыми к реализации в новом защитном комплекте, являются:

- бронезащита головы военнослужащего при ведении всех видов боевых действий, в том числе при десантировании парашютным способом и высадке в морском десанте;

- защита глаз и части лица военнослужащего от осколков снарядов, мин, гранат, капель химически агрессивных (неразьедающих) жидкостей, грубодисперсных аэрозолей, тепловых факторов, атмосферных воздействий и механических повреждений при ведении всех видов боевых действий и в ходе выполнения мероприятий повседневной деятельности;

- защита органов слуха военнослужащего от воздействия акустических ударов, возникающих при выстрелах, взрывах и т.д. и работе с цифровыми радиостанциями ТЗУ по тракту «прием–передача»;

- защита органов дыхания от радиоактивной пыли, отравляющих веществ (токсичных химикатов) и биологических средств;
- индикация оперативной служебной информации;

- возможность крепления дополнительного оборудования.

В состав КСЗГ перспективного КБЭВ, должны входить:

- бронешлем модульный с подтулейным устройством;

- противоосколочное забрало (съёмное);

- гарнитура с активной системой защиты слуха с возможностью сопряжения с существующими и перспективными радиостанциями;

- блок вывода служебной информации;

- элементы противоосколочной защиты челюстно-лицевой области;

- СИЗОД;

- комплект очков защитных открытого типа.

#### **Ограничения исследования / Limitations of the study**

Данный аналитический обзор имеет ряд ограничений, а именно: 1) исследование основывается на анализе открытых источников, включая литературные источники, технические описания, руководства по эксплуатации и открытую научную литературу; 2) анализ технических описаний и инструкций по эксплуатации средств индивидуальной защиты может не охватывать все аспекты их функционирования и потенциальных ограничений; 3) интеграция средств защиты органов дыхания с конструкцией боевого шлема и другими элементами КБЭВ требует тщательного проектирования и может иметь технические ограничения; 4) анализ использования бронешлемов иностранными армиями основывается на открытых источниках и может не отражать полную картину их применения и эффективности / (1) The study is based on the analysis of open sources, including literature, technical descriptions, user manuals, and open scientific literature; (2) The analysis of technical descriptions and user manuals of personal protective equipment may not cover all aspects of their functionality and potential limitations; (3) The integration of respiratory protection with the design of the combat helmet and other elements of the combat ensemble requires careful design and may have technical limitations; (4) The analysis of the use of helmets by foreign armies is based on open sources and may not reflect the full picture of their application and effectiveness.

#### **Список источников/References**

1. Чернышов ЕА, Абросимов АА, Романов ИД, Романов АД, Романова ЕА. Современная боевая травма и развитие средств индивидуальной бронезащиты. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014;(9-1):42–6.

Chernyshov EA, Abrosimov AA, Romanov AD, Romanova EA. Modern battle trauma and development of individual armor protection. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2014;(9-1):42–6 (in Russian).

2. Камьянов АА. Исследование возможности интеграции перспективных средств индивидуальной защиты органов дыхания в состав комплекта индивидуальной боевой экипировки военнослужащего. *Наука и военная безопасность*. 2019;1(16):131–7.

Kam'yanov AA. Research on the possible integration of future-proof individual respiratory protective equipment into the serviceman's individual combat protective equipment kit. *Science and Military Security*. 2019;1(16):131–7 (in Russian).

3. Бендик ВМ. Противогаз ПМК-С – эффективное средство защиты. *Войсковой вестник*. 2014;(2):51–6. Bendik VM. Gas mask PMK-S – an effective piece of protective equipment. *Army Bulletin*. 2014;(2):51–6 (in Russian).

4. Бендик ВМ. Перспективные средства индивидуальной защиты подразделений внутренних войск МВД России. *Докл. Академии военных наук*. 2013;1(54):23–9.

Bendik VM. Future-proof individual protective equipment of the Internal Troops Units of the Russian Ministry of Internal Affairs. *Papers of the Academy of Military Sciences*. 2013;1(54):23-29 (in Russian).

5. Эль-Салим СЗ, Черемисина ОВ, Черемисина ЕА. Перспективы применения полупроводниковых мультисенсорных устройств в газовом анализе. *Нанотехнологии*. 2008;(1):6–21.

El-Salim SZ, Cheremisina OV, Cheremisina EA. Prospects of applying semiconductor multisensory devices in gas analysis. *Nanotechnologies*. 2008;(1):6–21 (in Russian).

6. Хантов ВП, Мигачев ЮС, Горошинкин МВ, Камьянов АА, Ешигин МЮ. Устройство для защиты органов дыхания и головы «Противогаз-бронешлем». Патент RU на полезную модель № 190408U1. Оpubл.14.10.2019. Бюл. № 19.

Hantov VP, Migachov YuS, Goroshinkin MV, Kam'yanov AA, Eshigin MYu. Device for respiratory and head protection "Ballistic Helmet Gasmask". Patent of utility model of the Russian Federation No. 190408U1. Publ. 14.10.2019. Bulletin. No. 19 (in Russian).

7. Камьянов АА, Лермонтов СА, Мигачев ЮС, Малкова АН, Сипягина НА, Пинюгин АВ. Способ получения модифицированных сорбирующих углеродных материалов на основе активного угля ФАС-Э и активированного нетканого материала «Карбопон-актив» с закрепленными гранулами резорцин формальдегидного аэрогеля. Патент RU на изобретение № 2736950С1; 2019130545. Оpubл. 23.11.2020. Бюл. № 33.

Kam'yanov AA, Lermontov SA, Migachov YuS, Malkova AN, Sipyagina NA, Pinugin AV. Method of producing modified sorbent carbon materials based on FAS-E activated carbon and 'Carbopon-active' activated nonwoven material with fixed resorcinol-formaldehyde airgel granules. Patent RU No. 2736950S1. Publ. 23.11.2020. Bulletin. No. 33 (in Russian).

8. Жирнов ВВ, Лукьяновец РП, Шатов ИС. Анализ соотношения поражающих факторов в условиях современного общевойскового боя: Доклады АВН (Поволжское отделение). *Научное издание*. 2020;3(87). 71 с.

Zhirnov VV, Luk'yanovets RP, Shatov IS. Analysis of effects ratio in modern combined arms operations: *Papers of the Academy of Military Sciences (Volga region department)*. Scientific edition. 2020;3(87). 71 p (in Russian).

9. Андраханов ИА, Козлов СЮ, Мигачев ЮС, Мамचेков АВ, Варакин ЕЮ. Учебно-лабораторная установка по оценке эффективности защиты от воздействия простейшего имитатора лазерного оружия. Патент RU на полезную модель № 2771199С1. Оpubл. 28.04.2022. Бюл. № 13.

Androhanov IA, Kozlov SYu, Migachov YuS, Mamchenkov AV, Varakin EYu. Educational and laboratory unit for evaluating the effectiveness of protection against the impact of a simplest laser weapon simulator. Patent of utility model of the Russian Federation No. 2771199S1. Publ. 28.04.2022. Bulletin. No. 13 (in Russian).

10. Мигачев ЮС, Горошинкин МВ, Камьянов АА, Мочалов ЭЮ, Козлов НН, Козловский РЮ. Бронемаска-респиратор. Патент RU на полезную модель № 200125U1. Оpubл.07.10.2020. Бюл. № 28.

Migachov YuS, Goroshinkin MV, Kam'yanov AA, Mochalov EdYu, Kozlov NN, Kozlovsky RYu. Armourfacepiece mask. Patent of utility model of the Russian Federation No. 200125U1. Publ. 07.10.2020. Bulletin. No. 28 (in Russian).

11. Мигачев ЮС, Гриненко РГ, Горошинкин МВ, Климов СН, Комиссаров ДА, Статин НС. Устройство для защиты органов дыхания и головы. Патент RU на полезную модель № 207264U1. Оpubл. 21.11.2021. Бюл. № 30.

Migachov YuS, Grinenko RG, Goroshinkin MV, Klimov SN, Komissarov DA, Statin NS. Device for respiratory and head protection. Patent of utility model of the Russian Federation No. 207264U1. Publ. 21.11.2021. Bulletin No. 30 (in Russian).

12. Мигачев ЮС, Гриненко РГ, Горошинкин МВ, Меньшов ДА, Болтыков АВ, Статин НС. Устройство для защиты органов дыхания и головы. Патент RU на полезную модель № 207265U1. Оpubл. 21.11.2021. Бюл. № 30.

Migachov YuS, Grinenko RG, Goroshinkin MV, Men'shov DA, Boltykov AV, Statin NS. Device for respiratory and head protection. Patent of utility model of the Russian Federation No. 207264 U1. Publ. 21.11.2021. Bulletin No. 30 (in Russian).

13. Горошинкин МВ, Мигачев ЮС, Трунилов ДВ, Самосват ДА, Хамитова ЕВ, Нефёдов МЭ. Пневмоаппарат для устройства защиты органов дыхания и головы. Патент RU на полезную модель № 213564U1. Оpubл. 15.09.2022. Бюл. № 26.

Goroshinkin MV, Migachov YuS, Trunilov DV, Samosvat DA, Khamitova EV, Nefodov ME. Device for respiratory and head protection. Patent of utility model of the Russian Federation No. 213564U1. Publ.15.09.2022. Bulletin. No. 26 (in Russian).

14. Мигачев ЮС, Горошинкин МВ, Самосват ДА, Трунилов ДВ, Пыхтунов ИС. Устройство для защиты головы и органов дыхания фильтрующего типа. Патент RU на полезную модель № 216626U1. Оpubл. 15.02.2023. Бюл. № 5.

Migachov YuS, Goroshinkin MV, Samosvat DA, Trunilov DV, Pykhtunov IS. Permeable device for respiratory and head protection. Patent of utility model of the Russian Federation No. 213564U1. Publ. 15.02.2023. Bulletin No. 5 (in Russian).

15. Брусенин АА, Пенязь ВН, Голышев МА. Перспективный облик средств индивидуальной защиты военнослужащих Сухопутных войск от поражающих факторов химического и биологического оружия. *Вестник войск РХБ защиты*. 2020;4(4):462–9. EDN:nzmbyn  
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-462-469>

Brusenin AA, Penyaz VN, Golyshev MA. Advanced Models of Personal Protective Equipment for Ground Forces Against Chemical and Biological Weapons Effects. *Journal of NBC Protection Corps*. 2020;4(4):462–9. EDN:nzmbyn (in Russian).  
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-462-469>

16. Лесов ИА. Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующего типа. *Зарубежное военное обозрение*. 2011;(5):53–5.

Lesov IA. Permeable individual respiratory protective equipment. *Foreign Military Review*. 2011;(5):53–5.

17. Царев ЛН. Разработки новых средств индивидуальной защиты в интересах Сухопутных войск США. *Зарубежное военное обозрение*. 2013;(8):38–57.

Tsarev LN. Development of new individual protection equipment in the interest of the US Army. *Foreign Military Review*. 2013;(8):38–57 (in Russian).

18. Mitch J. Science Transforms the Battlefield. *Chemical & Engineering News* 2003;81(32):28–34.

#### **Вклад авторов / Authors' contributions**

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: **Ю.С. Мигачев** – формирование концепции статьи, сбор, анализ и систематизация информации, изложенной в научной литературе, написание текста, редактирование рукописи; **А.А. Камьянов** – критические обсуждения материалов статьи, редактирование текста рукописи; **А.В. Болтыков** – составление рисунков / All the authors confirm that they meet the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) criteria for authorship. The most significant contributions were as follows. **Y.S. Migachev** has formulated the concept of the study, has collected analyzed and summarized the data obtained from academic sources, has written the text and has revised the paper; **A.A. Kam'yanov** has made critical reviews on the paper, has edited the text of the paper; **A.V. Boltykov** has compiled the figures.

#### **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.

*Мигачев Юрий Сергеевич*. Начальник кафедры, д-р тех. наук, доцент.

*Болтыков Александр Вадимович*. Преподаватель кафедры, канд. тех. наук.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр имени академика Н.Д. Зелинского» Министерства обороны Российской Федерации, Российская Федерация, 111024, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

*Камьянов Алексей Александрович*. Старший научный сотрудник, канд. тех. наук.

**Контактная информация для всех авторов:** varhbx@mil.ru

**Контактное лицо:** Мигачев Юрий Сергеевич; 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.

*Yuri S. Migachev*. Head of the Department, Dr. Sci. (Techn.), Professor.

*Alexsandr V. Boltykov*. Lecturer of the Department. Cand. Sci. (Techn.).

27 Scientific Centre Named after Academician N.D. Zelinsky of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation.

*Alexei A. Kam'yanov*. Scientific employee, Cand. Sci. (Techn.).

**Contact information for all authors:** varhbx@mil.ru

**Contact person:** Yuri S. Migachev; varhbx@mil.ru