

DOI: 10.21055/0370-1069-2019-4-6-16

УДК 616.9+614.8

М.В. Гордеева, М.Н. Ляпин, Т.А. Костюкова

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ПРИ РАБОТЕ С ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ

ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Российская Федерация

Многообразие предлагаемых в настоящее время на рынке средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) вызывает необходимость анализа представленных образцов в отношении возможности их использования при работе с опасными биологическими агентами. В обзоре проведен анализ современных средств индивидуальной защиты органов дыхания. Изучены национальные и межгосударственные стандарты, национальные законодательные и нормативные документы, зарубежные рекомендации, материалы периодических изданий, касающиеся вопросов выбора и использования СИЗОД, а также информационные материалы об образцах СИЗОД, представленные производителями. Рассмотрены различные типы и модификации фильтрующих СИЗОД и предъявляемые к ним требования. Проанализированы особенности использования СИЗОД при работе с возбудителями инфекционных болезней. На основе проведенного исследования даны рекомендации по выбору и эксплуатации СИЗОД при работе с возбудителями инфекционных болезней, выявлены проблемы, требующие комплексного научно-технического и нормативного решения в целях обеспечения безопасности персонала, осуществляющего деятельность с возбудителями инфекционных болезней. Сделаны выводы о том, что для защиты сотрудников при работе с вредными и опасными биологическими агентами необходимо использовать СИЗОД с противоаэрозольной защитой. Выбор модификации для конкретных условий труда необходимо проводить на основе результатов оценки биологической опасности и анализа риска. Особенности выбора, эксплуатации, обеззараживания СИЗОД, мероприятия при аварии, связанной с нарушением целостности СИЗОД, должны быть утверждены документом учрежденческого уровня, согласно которому работник обязан проходить вводный и периодический инструктажи. Совершенствование нормирования в области биобезопасности должно направляться на внесение ясности в вопросе легитимности использования различных СИЗОД при работе с вредными и опасными биоагентами. Определены предпочтения в выборе СИЗОД при работе с ПБА.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты органов дыхания, патогенные биологические агенты, безопасность при работе с патогенными биологическими агентами.

Корреспондирующий автор: Гордеева Марина Вячеславовна, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Для цитирования: Гордеева М.В., Ляпин М.Н., Костюкова Т.А. Средства защиты органов дыхания при работе с возбудителями инфекционных болезней. Проблемы особо опасных инфекций. 2019; 4:6–16. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-4-6-16

M.V. Gordeeva, M.N. Lyapin, T.A. Kostyukova

Means of Respiratory Organs Protection for Work with Agents of Infectious Diseases

Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

Abstract. Diversity of currently available on the market means of respiratory organs protection (MROP) dictates the necessity to assess the specimens in regard to the possibility of using them for work with dangerous biological agents. The review presents the analysis of modern personal protection equipment for respiratory organs. National and inter-state standards, national legislative and normative documents, foreign recommendations, materials from periodicals, related to the matters of selection and usage of MROP, as well as information on the MROP models provided by manufacturers have been studied. Considered are different types and modifications of filtering MROP and applicable to them requirements. Peculiarities of MROP usage when working with agents of infectious diseases are also analyzed. Based on the conducted research, recommendations on the selection and exploitation of MROP for work with infectious diseases agents have been put forward, problematic aspects that require complex scientific-technical and regulatory solutions in order to ensure the safety of the personnel involved in handling infectious disease agents have been identified. The following conclusions are drawn: to protect the staff performing operations with harmful and dangerous biological agents, it is necessary to use MROP with anti-aerosol barriers; the choice of modification for specific situations and working conditions should be based on the results of assessment of biological hazard and associated risks. Peculiarities of the options, exploitation, and decontamination of MROP, actions in case of an accident related to the breaching of MROP integrity must be covered in the regulatory document at the institutional level, according to which an officer is obliged to receive introductory and recurring instructions. Enhancement of regulatory procedures in the sphere of biological safety provision should aim at clarification of legitimacy of using specific MROP for work with harmful and dangerous biological agents. Preferences in the choice of MROP for work with PBA have been pointed out.

Key words: means of respiratory organs protection, pathogenic biological agents, safety of works with pathogenic biological agents.

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

Corresponding author: Marina V. Gordeeva, e-mail: rusrapl@microbe.ru.

Citation: Gordeeva M.V., Lyapin M.N., Kostyukova T.A. Means of Respiratory Organs Protection for Work with Agents of Infectious Diseases. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2019; 4:6–16. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2019-4-6-16

Received 06.02.18. Accepted 13.05.19.

Как показано многими исследованиями, загрязнение воздуха микроорганизмами, являющимися возбудителями инфекционных болезней и представляющими биологическую опасность для персонала, в той или иной степени происходит при диагностических и экспериментальных лабораторных операциях, производственных процессах с использованием патогенных биологических агентов (ПБА), в процессе ухода и лечения инфекционных больных, а также при возникновении аварийных ситуаций (аварии с разбрызгиванием) [1–3]. Согласно требованиям обеспечения биологической безопасности и охраны труда, для создания условий приемлемого риска необходимо применение эффективных в отношении биологически опасных агентов СИЗОД, а также правильная эксплуатация и обучение персонала.

В настоящее время производители представляют на рынок широкий спектр средств защиты органов дыхания. В условиях наличия широкого ассортимента СИЗОД проведение анализа эффективности представленных образцов респираторных средств защиты и их эксплуатации с учетом особенностей как самих биологически опасных агентов, так деятельности с их использованием, обретает особую важность. С целью анализа эффективности и особенностей эксплуатации различных типов и модификаций СИЗОД при работе с возбудителями инфекционных болезней изучены и проанализированы информационные материалы об образцах СИЗОД, представленные производителями, а также национальные и межгосударственные стандарты, иные нормативные документы, зарубежные рекомендации, материалы периодических изданий, касающиеся вопросов выбора и использования СИЗОД.

Действующее законодательство Российской Федерации (РФ) содержит ряд требований к работодателю, направленных на предупреждение профзаболеваний и несчастных случаев у работающих во вредных и опасных условиях. Обязанность обеспечения персонала средствами защиты в соответствии с типовыми нормами установлена в Трудовом кодексе РФ (в редакции № 90-ФЗ от 30.06.2006 г.) и в Межотраслевых правилах обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, утвержденных приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 01.06.2009 г. № 290н.

В «Типовых отраслевых нормах бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам организаций здравоохранения и социальной защиты населения, медицинских научно-исследовательских организаций и учебных заведений, производств бактерийных и биологических препаратов, мате-

риалов, учебных наглядных пособий, по заготовке, выращиванию и обработке медицинских пиявок», утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития РФ от 29.12.1997 г. № 68, в качестве СИЗОД предлагается использовать марлевые респираторы и марлевые повязки. Исследования последних десятилетий показывают, что марлевые респираторы и повязки практически не защищают персонал от проникновения биологически опасных агентов в органы дыхания [1, 2]. Кроме того, предлагаемые в указанных Типовых нормах средства защиты органов дыхания не отнесены ни к одной группе, согласно современной классификации СИЗОД.

Согласно Межгосударственному стандарту системы стандартов безопасности труда (ССБТ) «Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка» ГОСТ 12.4.034-2001 (ЕН 133-90), СИЗОД подразделяются на изолирующие и фильтрующие.

Изолирующие СИЗОД обеспечивают подачу чистого воздуха или дыхательной смеси на основе кислорода от какого-либо источника.

Фильтрующие – обеспечивают очистку (фильтрацию) воздуха рабочей среды, поступающего для дыхания, снижают концентрацию опасных и вредных агентов во вдыхаемом воздухе до приемлемой.

В приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 09.12.2014 г. № 997н «Типовые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» среди всех перечисленных профессий и должностей, деятельность которых может быть связана с биологической опасностью, указаны дезинфектор, лаборант-микробиолог, лаборант химико-бактериологического анализа, начальник лаборатории, старший лаборант, которым установлены нормы выдачи средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующего или изолирующего (до износа). Но типовые нормы не предоставляют критерии выбора того или иного типа СИЗОД с учетом степени опасности биоагента и работ, с ним выполняемых, не учитывают защитные свойства СИЗОД.

Существуют общие критерии выбора фильтрующего или изолирующего механизма защиты [4–7].

Изолирующие СИЗОД применяют в случаях недостаточного содержания кислорода (объемная доля менее 17 %), а также в случаях, когда в атмосфере присутствуют опасные вещества, которые могут по-

влекать мгновенное негативное воздействие на организм человека, вредные или опасные вещества неизвестного состава и концентраций, при объемной доле вредных веществ в воздухе более 0,5 %, а также когда не обеспечивается защита фильтрующими СИЗОД.

Фильтрующие – применяются при содержании кислорода в окружающей среде не менее 17 %, а также при известном качестве и количестве (концентрация до 0,5 %) опасных и вредных веществ.

Таким образом, изолирующие средства защиты органов дыхания следует применять при работах с ПБА, представляющими максимальную опасность: в максимально изолированных лабораториях с возбудителями особо опасных инфекционных болезней, при применении возбудителей особо опасных инфекционных болезней либо неизвестных патогенов в качестве агентов биотерроризма или в качестве биооружия, в комплексе с изолирующими защитными костюмами. Это закреплено в национальных санитарно-эпидемиологических правилах (СП) по безопасности работ с ПБА I–II групп СП 1.3.3118-13, Регламенте (стандарте) функционирования специализированных противоэпидемических бригад при ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденном приказом Роспотребнадзора от 22.11.2007 г. № 330, в международных рекомендациях по обеспечению биобезопасности [8].

Использование фильтрующих СИЗОД регламентировано СП 1.3.3118-13 в составе ПЧК I типа (противопылевые респираторы с фильтрующими элементами класса защиты не ниже FFP3, полная маска или фильтрующий противогаз с противоаэрозольной или комбинированной коробкой, а также пневмокостюмы, пневмокуртки и пневмошлемы).

Согласно аксиоме о том, что максимальная опасность возникает реже [9], фильтрующие СИЗОД применяются чаще. Поэтому настоящий обзор будет посвящен фильтрующим СИЗОД.

Согласно ГОСТ 12.4.034-2001 (ЕН 133-90) и ГОСТ 12.4.034-2017 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка», фильтрующие СИЗОД подразделяются на противогазовые, противоаэрозольные и противогазоаэрозольные (комбинированные). Механизм защитного действия противогазовых СИЗОД основан на поглощении паров и газов опасного вещества. Выбор противогазовых СИЗОД при работе с ПБА не целесообразен, так как микроорганизмы находятся во вдыхаемом воздухе в состоянии аэрозоля твердых частиц [1, 3, 10]. Для защиты от проникновения в органы дыхания человека взвешенных в воздухе рабочей зоны частиц используются задерживающие их фильтры. Высокоэффективные фильтрующие материалы – это равномерные слои электростатически заряженных очень тонких полимерных волокон, которые нанесены на подложку из марли или нетканого материала. Подобные элементы входят в состав противоаэрозольных СИЗОД [11, 12]. Для обозначения

СИЗОД с противоаэрозольной защитой в литературе используется также термин «противопылевой».

Использование комбинированных СИЗОД при работе с ПБА оправдано тем, что они содержат в себе противогазовый (поглощающий) и противоаэрозольный элементы.

В соответствии с ГОСТ 12.4.034-2017 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка», фильтрующие СИЗОД разделяют на средства защиты без принудительной подачи (за счет дыхательных движений самого человека) и с принудительной подачей воздуха. По определению ГОСТ 12.4.234-2012 (ЕН 12941:1998) «ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Фильтрующие СИЗОД с принудительной подачей воздуха, используемые со шлемом или капюшоном. Общие технические требования. Методы испытаний. Маркировка (с Поправкой)» фильтрующее СИЗОД с принудительной подачей воздуха (power filtering device – силовое фильтрующее устройство) – это СИЗОД, в котором воздух поступает в фильтр (фильтры) и подается в органы дыхания посредством воздуховодки.

Согласно ГОСТ 12.4.034-2001 (ЕН 133-90), конструктивно фильтрующие СИЗОД без принудительной подачи воздуха подразделяются на фильтрующие лицевые части и лицевые части из изолирующих материалов с присоединяющимся к ним фильтром (фильтрами).

СИЗОД с фильтрующей лицевой частью – это респираторы, называемые также фильтрующими полумасками, которые состоят из фильтрующего материала, формирующего лицевую часть, фильтрующая составляющая которой является неотъемлемой частью СИЗОД, и системы крепления в виде тесемок или резинок с регуляторами посадки респиратора по охвату головы. Фильтрующие полумаски закрывают нос, рот и подбородок. Размер фильтрующих полумасок в основном универсальный. Однако обзор рынка фильтрующих полумасок показал, что существуют респираторы, которые в длину могут достигать 225–250 мм (например, респираторы серии АЛИНА, Россия), также существуют респираторы маленького размера (например, 3M VFlex™ 9153RS, США) [13–17].

Фильтрующие полумаски могут быть бесклапанные и с клапаном (клапанами) вдоха и/или выдоха, формованные и неформованные. Формованные полумаски имеют твердую форму. Неформованные полумаски выполнены из мягкого материала, имеют форму круга (овала), могут быть с распорками и без [18, 19].

Наиболее давно и широко известным представителем бесклапанных неформованных фильтрующих полумасок является ШБ 1 «Лепесток» [20]. Среди неформованных с клапаном выдоха известны респираторы АЛИНА-316 (Россия) [13]. По форме респираторы бывают чашеобразными (например 3M™8132, США) [16], чашеобразными с фигурной носовой ча-

стью (например SPIROTEK VS 2300V, США) [21], складными по горизонтали и по вертикали, двух- или трехпанельными (например 3M™ Aura™ 9332+, 3M™ VFlex™ 9153RS*, США; SPIROTEK SH3300V, SPIROTEK VS 4300V, США) [16, 21].

Фильтрующие СИЗОД без принудительной подачи воздуха, выполненные в виде лицевой части и присоединяющегося к ней фильтра (фильтров), представлены в виде четвертьмаски, полумаски, полнолицевой маски, снабженной противоаэрозольным или комбинированным фильтром (фильтрующей системой). По ГОСТ Р 12.4.190-99 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски и четвертьмаски из изолирующих материалов. Общие технические условия», четвертьмаска – это лицевая часть СИЗОД, закрывающая нос и рот; полумаска – это лицевая часть СИЗОД, закрывающая нос, рот и подбородок; маска – это лицевая часть СИЗОД, закрывающая лицо. Изолирующая лицевая часть четвертьмасок, полумасок и полнолицевых масок плотно прилегает к лицу, может быть выполнена из резины, силикона или пластика.

Лицевая часть фильтрующих СИЗОД с принудительной подачей воздуха может быть выполнена (согласно ГОСТ 12.4.034-2017) в виде капюшона, шлема, шлем-маски, которые выполняются из специальных тканей, малопроницаемых или непроницаемых для частиц, с герметично установленным панорамным экраном, интегрированным или неинтегрированным фиксирующим оголовьем. Их используют с системами принудительной подачи воздуха централизованного или автономного типа. Подобные системы подают воздух, очищенный с помощью фильтров. При автономном использовании, фильтры, в количестве одного или двух, присоединяются резьбовым соединением к вентиляционной установке либо интегрированы в нее. Из-за повышенного давления под лицевой частью не происходит просачивания неотфильтрованного воздуха рабочей среды через зазоры между лицевой частью респиратора и лицом.

Фильтрующая система может быть представлена одним или парой съемных фильтров, заключенных в металлическую коробку или пластиковый держатель. Фильтры присоединяются к изолирующей лицевой части при помощи байонетного или стандартного резьбового крепления. Фильтрующая система также может дополняться префильтром. При загрязнении фильтра уловленной пылью его свойства изменяются. В случае работы с микроорганизмами использование префильтра оправданно при сильном пылевом загрязнении воздуха, чтобы основной фильтр «не забивался» и время его защитного действия не уменьшалось относительно заявленных паспортных параметров.

Следует различать полумаски фильтрующие и изолирующие с фильтром (фильтрующим элементом).

В России и Европе противоаэрозольные (противопылевые) фильтры маркируют символом «Р»

(англ. particles – частицы) и цифрой, означающей класс эффективности. В свою очередь респираторы, изготовленные из фильтрующего материала, маркируют символами «FFP» (англ. Filtering facepiece particulate – фильтрующая лицевая часть от частиц) и цифрой, означающей класс эффективности (FFP-респираторы).

Согласно классификации, приведенной в ГОСТ 12.4.294-2015 (EN 149:2001+A1:2009) «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски фильтрующие для защиты от аэрозолей. Общие технические условия», фильтрующие полумаски для защиты от аэрозолей подразделяют на три класса в зависимости от их фильтрующей эффективности и обозначают: FFP1 – низкая эффективность; FFP2 – средняя эффективность; FFP3 – высокая эффективность.

Фильтры в зависимости от их фильтрующей эффективности в соответствии с классификацией, приведенной в ГОСТ 12.4.246-2016 (EN 143:2000) «ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Фильтры противоаэрозольные. Общие технические условия», подразделяют тоже на три класса: P1 – фильтры низкой эффективности; P2 – средней эффективности; P3 – фильтры высокой эффективности.

Фильтрующие полумаски 3 класса обеспечивают 99 % очистки воздуха, высокоэффективные фильтры 3 класса – 99,95 %; фильтрующие полумаски 2 класса и фильтры средней эффективности 2 класса – 94 %; фильтрующие полумаски 1 класса и фильтры низкой эффективности 1 класса – 80 % [12].

Фильтрующие полумаски маркируются фиксирующими ремнями разного цвета в зависимости от класса защиты. Сменные противоаэрозольные фильтры имеют маркировку белого цвета.

В настоящее время в Европейском Союзе и в РФ принята похожая классификация противоаэрозольных фильтров. А в США классификация противоаэрозольных фильтров, а также фильтрующих полумасок отличается от европейской [7, 12, 22]. В соответствии с классификацией Национального института охраны труда США, различают противоаэрозольные фильтры (фильтрующие полумаски):

- для улавливания не содержащего масла аэрозоля: высокоэффективные – N100 (99,97 %), средней эффективности – N99 (99 %), низкой эффективности – N95 (95 %);

- для улавливания содержащего масла аэрозоля: высокоэффективные – R100 (99,97 %), средней эффективности – R99 (99 %), низкой – R95 (95 %);

- для улавливания любого аэрозоля: высокоэффективные – P100 (99,97 %), средней эффективности – P99 (99 %), низкой – P95 (95 %).

Имеется также цветовая маркировка в зависимости от класса. Национальный институт охраны труда США для защиты персонала при контакте с возбудителями острых респираторных вирусных инфекций, включая ТОРС, рекомендует использование

респиратора N95.

Существующая классификация фильтрующих СИЗОД по эффективности основана на значениях предельно допустимой концентрации (ПДК) опасного вещества в рабочей зоне и после очистки на фильтре в области органов дыхания. Подобный подход оправдан при выборе СИЗОД в отношении защиты от опасных химических и радиоактивных веществ, содержанию которых в воздухе можно дать точную количественную оценку. Как известно, особенность биологической опасности состоит в том, что биологические агенты способны к бесконтрольному самовоспроизведению и размножению. Перечисленные особенности не дают возможности применить значения ПДК микроорганизмов для создания собственной классификации, к тому же инфицирующие и летальные дозы микроорганизмов даже внутри вида могут иметь широкий диапазон. Кроме того, при определении классов условий труда и выборе СИЗОД для защиты от биологического вредного фактора (микробы и вирусы), в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», следует учитывать не только превышение ПДК в воздухе рабочей зоны, но и, в первую очередь, группу патогенности (опасности) микроорганизмов.

ГОСТ 12.4.294-2015 устанавливает для фильтрующей полумаски класса FFP3 проницаемость фильтра 1 %, коэффициент проникновения через СИЗОД – 2 %, коэффициент защиты – 50 ПДК. Следовательно, можно сделать вывод, что использование FFP-респираторов высокой эффективности (класс 3) при работе с ПБА высокой степени опасности определено необходимостью самой высокой защиты, обусловленной особенностью биологических агентов и их опасностью. Так, выбор респираторов класса FFP3 нормативно установлен санитарно-эпидемиологическими правилами по безопасности работ с ПБА I–II групп СП 1.3.3118-13, но в санитарно-эпидемиологических правилах СП 1.3.2322-08 «Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней» класс эффективности FFP-респираторов не установлен. Есть рекомендации, что для работ с микроорганизмами низкой и средней степени опасности (по классификации ВОЗ, 2004) возможно использование класса защиты 2, за исключением работ с возбудителем туберкулеза [18, 22]. Однако нормативного закрепления необходимости использования FFP2-респираторов при работе с ПБА III–IV групп в РФ нет.

Исходя из защитных характеристик съёмных противоаэрозольных фильтров, при работе с возбудителями инфекционных агентов также следует выбирать высокоэффективные фильтры (класс Р3).

Возможность однократного или многократного использования фильтрующих полумасок определяется ГОСТ 12.4.294-2015 (EN 149:2001+A 1:2009), а противоаэрозольных фильтров – ГОСТ 12.4.246-

2016 (EN 143:2000).

Согласно требованиям данных стандартов, фильтрующие полумаски для защиты от аэрозолей и противоаэрозольные фильтры могут быть одноразовыми, предназначенными для использования в течение не более одной смены – маркируются буквами NR (non re-useable), и многоразовыми, предназначенными для использования в течение более одной смены – маркируются буквой R (re-useable). Согласно ГОСТ 12.4.294-2015, если фильтрующая полумаска предназначена для многоразового использования, то материал, из которого она изготовлена, должен быть устойчивым к использованию чистящих или дезинфицирующих средств, рекомендуемых изготовителем. После чистки и дезинфекции, в соответствии с инструкциями по эксплуатации, составленными изготовителем, многоразовая фильтрующая полумаска должна соответствовать требованиям ГОСТ по проницаемости фильтрующего материала двумя тест-аэрозолями: хлорид натрия и парафиновое масло. Испытания проводят в соответствии с ГОСТом.

Использование многоразовых фильтрующих полумасок и многоразовых фильтров привлекательно с экономических позиций. Однако сопряжено с рядом трудностей. Во-первых, использование респиратора/противоаэрозольного фильтра в качестве защиты органов дыхания при работе с ПБА требует его дальнейшего обеззараживания. Согласно действующим СП 1.3.3118–13 по безопасности работ с ПБА, обеззараживание возможно химическим способом (замачивание в дезрастворе, обработка парами формалина) или физическим – высокотемпературным воздействием. Это в полной мере соблюдается при одноразовом использовании, когда после обеззараживания респиратор или фильтры рассматриваются как отходы и утилизируются. Респираторы или фильтры, предназначенные для многоразового использования, должны проходить обеззараживание перед дальнейшим использованием в соответствии с требованиями национальных нормативов по безопасности работ с ПБА, а также в соответствии с рекомендациями, представленными в инструкции производителя, которые не всегда отражают особенности работы с ПБА, либо содержат режимы и методы, не утвержденные российскими санитарными правилами. Кроме того, природа фильтрующего материала может оказаться неустойчивой к высокотемпературным воздействиям и повышенной влажности (намоканию), например, фильтры Петрянова [1, 23]. Сведения об этом должны содержаться в маркировке изделия и в маркировке на упаковке, а в указаниях по эксплуатации должны быть указаны ограничения по применению изделия (в условиях повышенных и пониженных температур и повышенной влажности). При намокании большинство фильтрующих материалов теряют электростатический заряд, что делает их неэффективными. В СП 1.3.3118-13 для обеззараживания коробок фильтрующих СИЗОД предлагается использование паров формальдегида, что в свою очередь также требует наличия специальных

помещений, камер и обученного персонала для проведения обеззараживания подобным методом. После проведения обеззараживания необходима проверка проницаемости фильтрующего материала полумаски и отдельных фильтров, что требует наличия специального аттестованного оборудования и персонала. Следовательно, при условиях работ, требующих постоянного, практически каждодневного применения (например НИИ, где происходит экспериментальная, диагностическая и производственная деятельность с использованием особо опасных биологических агентов), вопрос использования многоразовых фильтрующих полумасок и съемных фильтров актуален для рассмотрения. При осуществлении деятельности, требующей не частого употребления СИЗОД, целесообразно применять их однократно и утилизировать с проведением предварительного обеззараживания. Также встает вопрос об обеззараживании лицевых частей, шлангов и фильтровентиляционных установок после проведения работ в «заразной» зоне. При отсутствии рекомендаций производителя необходима разработка программы обеззараживания в соответствии с учетом требований национальных нормативов и физико-химических свойств материалов, из которых выполнены элементы СИЗОД (устойчивость к высоким температурам, действию дезинфектантов, отсутствие влияния на эффективность применяемых дезинфектантов).

Требование устойчивости к запылению для одноразовых фильтрующих полумасок не является обязательным, а для многоразовых – является. Многоразовые фильтрующие полумаски должны быть испытаны на запыление в соответствии с требованиями ГОСТ, а после прохождения испытаний маркированы буквой D, которая указывается после класса эффективности и варианта использования.

СИЗОД со сменными фильтрами являются более долговечными, так как использованные фильтры всегда можно заменить на новые. Однако при анализе ценового вопроса можно заметить, что сменный противоаэрозольный фильтр часто стоит не меньше, чем фильтрующая полумаска аналогичной степени защиты.

По характеру вентилирования подмасочного пространства фильтрующие СИЗОД разделяют на бесклапанные, с так называемым маятниковым типом дыхания, где вдыхаемый и выдыхаемый воздух проходит через фильтрующий элемент, и клапанные, в которых вдыхаемый и выдыхаемый воздух движется различными путями за счет системы клапанов вдоха и выдоха. Клапанные респираторы отличаются друг от друга числом и расположением клапанов на полумаске. СИЗОД, оснащенные клапаном выдоха, обладают наименьшим сопротивлением дыханию, в сравнении с бесклапанными, что делает их более комфортными в эксплуатации. Кроме того, наличие клапана выдоха обеспечивает отведение излишней влаги из подмасочного пространства и, следовательно, меньшее увлажнение фильтрующего материала, что способствует удержанию высоких за-

щитных свойств. При проведении работ при температуре воздуха выше +28 °C или ниже 0 °C, а также при высоком уровне физической нагрузки, предпочтение следует отдавать респираторам с клапанами выдоха. Кроме того, в течение смены должны быть установлены дополнительные перерывы, помимо предусмотренных существующей организацией труда, с заменой СИЗОД при возвращении к работе [24]. Кроме клапанной системы, способствующей устранению конденсата из подмасочного пространства, респираторы могут быть оснащены специальными влагопоглощающими вкладышами, что в условиях повышенной или пониженной температуры более предпочтительно.

Кроме проницаемости фильтра, еще одним важным фактором, влияющим на защитную эффективность фильтрующей полумаски и СИЗОД с изолирующей лицевой частью с фильтрующей системой, является герметичность прилегания к поверхности кожи. От плотности прилегания зависит величина подсоса загрязненного воздуха в подмасочное пространство. Экспериментальные измерения показали, что реальный коэффициент защиты фильтровального материала 109–132, а эффективность всего СИЗОД от 2 до 8, то есть значительно меньше из-за подсосов неотфильтрованного воздуха через зазоры между маской и лицом. Показано, что зазоры между респиратором и лицом относительной площадью ~0,1 % приводят к уменьшению коэффициента защиты в 3,5 раза для высокодисперсных и почти в 48 раз для частиц с размерами выше 100 нм. [20, 25, 26]. Уровень защиты в большинстве случаев определяется конструкцией самой маски. Согласно литературным данным, использование СИЗОД со съемными фильтрами обеспечивает защиту до 50 ПДК – для полумаски с фильтрами P3 и до 200 ПДК – для полнолицевой маски с фильтрами P3 (в сравнении с FFP3-респиратором – до 30 ПДК) [27]. Кроме того, важным является обучение персонала, профессионализм и ответственность пользователя и работодателя. Все показатели эффективности действительны, только тогда, когда маска индивидуально подбирается к лицу, плотно прилегает к коже, а плотность прилегания проверяется специальными методами. В противном случае СИЗОД надежным быть не может, так как нефильтрованный воздух просачивается через зазоры между маской и лицом.

Формованные фильтрующие полумаски твердые, имеют форму, которая часто довольно точно повторяет форму лица (нос, скулы, подбородок), плотно прилегают к лицу за счет ремней оголовья и металлического зажима в области носа.

Неформованные полумаски мягкие, имеют форму круга (овала), легко подстраиваются под форму лица, при надевании требуют тщательного и равномерного разглаживания. Прилегание к лицу обеспечивается за счет эластичного обтюлятора (резинки), металлического зажима в области носа и ремней оголовья.

Некоторые фильтрующие полумаски снабжают-

ся мягким уплотнителем. Для более плотного прилегания важно, чтобы оголовье было с двумя лентами (ремнями), обеспечивающими крепление на затылке и на темени, и с регуляторами длины.

В формованных и неформованных фильтрующих полумасках есть свои плюсы и минусы. Положительные стороны использования формованных полумасок: анатомическая форма способствует тому, что нос не упирается в полумаску (в отличие от неформованных); материал, из которого сделан уплотнитель (обтюратор) в формованных полумасках – это не фильтрующий материал, а вспененный полимер, то есть получается так называемый изолирующий контур. Отрицательные: твердый респиратор, который удерживается на лице с помощью давления лент оголовья, неизбежно будет смещаться на лице при движении и разговоре, образуя зазоры. В мягких конструкциях («Лепесток», «АЛИНА») обтюратор фильтрующий. Его эластичность позволяет избежать смещений при поворотах и наклонах головы, движениях мимической мускулатуры и разговорной речи.

Для фильтрующих СИЗОД с изолирующей лицевой частью, согласно ГОСТ 12.4.296-2015 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Респираторы фильтрующие. Общие технические условия», установлен коэффициент подсоса по аэрозолю хлорида натрия или коэффициент подсоса по аэрозолю масляного тумана под полумаску респиратора с комбинированным или противоаэрозольным фильтром, который должен быть не более 2 %.

СИЗОД с изолирующей лицевой частью и фильтрами выпускаются универсального (стандартного) размера и нескольких размеров (чаще двух или трех). Форма и размер универсальных СИЗОД такие, что хорошее прилегание может быть обеспечено только для типичных типов/размеров лиц. Учитывая огромное разнообразие лиц, определяемое индивидуальными, гендерными, этническими различиями, универсальный размер не всегда обеспечивает герметичное прилегание, и необходимо подобрать СИЗОД соответствующего размера и формы. Например, полнолицевая маска 3М серии 6000 или 7000 (3М, США), SPIROTEK FM 7000 (США) имеет три размера: маленький (S), средний (M) и большой (M/L), шлем-маски МГП (Россия) 1, 2, 3 рост, а МАГ-2, МАГ-3 (Россия) – один универсальный размер [16, 28–31].

Способы и методы проверки плотности прилегания СИЗОД (отсутствия подсоса загрязненного воздуха) должны быть указаны в инструкции по эксплуатации. Существуют качественные и количественные методы проверки. Качественно оценивается создание избыточного давления на выдохе, сопротивление входу, ощущение раздражения слизистых или вкусовые ощущения при подсосе тестового вещества в подмасочное пространство.

Проверку плотности прилегания респиратора (фильтрующей полумаски) к лицу осуществляют следующим образом: необходимо аккуратно нало-

жить обе руки на переднюю часть респиратора так, чтобы не сдвинуть его с места, а затем сделать короткий выдох. При этом под респиратором вы должны ощутить избыточное давление. В случае обнаружения какого-либо подсоса воздуха, подрегулируйте положение респиратора и/или натяжение тесемок. После этого снова проверьте прилегание. Повторять эту процедуру необходимо до достижения плотного прилегания респиратора.

При необходимости проверки герметичности лицевой части фильтрующего СИЗОД необходимо надеть маску, закрыть отверстие присоединения фильтра резиновой пробкой (рукой) и сделать глубокий вдох. Если воздух под лицевую часть не проходит – прилегание плотное.

Проверку качества подбора лицевой части также можно осуществить пробой с хлорпикрином. Ее проводят в палатке (помещении) с парами хлорпикрина. При правильно собранном и надетом СИЗОД не должно ощущаться раздражения глаз и верхних дыхательных путей [32]. Проба с распылением насыщенного раствора глюкозы на определенном расстоянии от сотрудника в СИЗОД более проста в исполнении. При плотном прилегании лицевой части пользователь не ощущает сладкий вкус [6, 7].

Существуют также инструментальные способы проверки. Они не зависят от субъективных ощущений (вкусовых, обонятельных) отдельного сотрудника. Известна методика обнаружения локализации подсоса воздуха в подмасочное пространство средств индивидуальной защиты органов дыхания с помощью люминесцирующих аэрозолей [33–35]. В России данный метод утвержден Главным государственным санитарным врачом в виде методических указаний от 03.03.2004 г. МУ 2.2.8. 894-04.

Простые качественные методы проверки необходимо применять перед входом в рабочую зону. Хорошей практикой является наличие системного повторного выполнения проверок. Также рекомендовано проведение проверок после значительного изменения массы тела, объемных стоматологических вмешательств, при появлении изменений кожи лица (рубцы, родимые пятна). При применении респиратора людьми с бородой, щетиной, бакенбардами, препятствующими плотному прилеганию полумаски, эффективность респиратора снижается вследствие неплотного прилегания по полосе обтюрации. Существуют и медицинские противопоказания препятствующие герметизации или креплению СИЗОД (деформация и хронические заболевания костей черепа, хронические заболевания кожи, опухоли лица и головы) [6, 7, 24, 36].

Количественные методы требуют специализированного оборудования и более сложны в исполнении, основаны на сравнении концентраций вредных веществ в окружающей среде и в подмасочном пространстве. Тестирование проводится в соответствии с утвержденными методами.

Проведение подобных проверок позволяет подобрать конструкцию и размер СИЗОД в соответствии

с индивидуальными особенностями человека, оценить правильность надевания конкретным пользователем; провести сравнительную оценку защитных свойств СИЗОД (в том числе на наиболее уязвимом участке – линии обтюрации фильтрующих респираторов); наглядно обучить сотрудников правильному применению СИЗОД. При выдаче СИЗОД для применения в процессе труда или для использования в качестве дежурного средства необходимо обеспечить индивидуальную предварительную примерку и подгонку, проверку его годности и комплектности. Работодатель должен помнить об ответственности за здоровье и жизнь работника при обеспечении не эффективными при работах определенной степени опасности, с неподтвержденной эффективностью, некачественными СИЗ, а также за обучение пользованию СИЗ, в том числе и СИЗОД. Если работник имеет нестандартные размеры, то это необходимо учитывать при обеспечении СИЗ, и закупать, пусть даже индивидуально, соответствующий размер. В данном вопросе финансовое бремя не должно перевешивать. Работник также должен понимать свою меру ответственности и обязательно проходить инструктаж по пользованию СИЗОД и соблюдать технику безопасности, некоторые пункты которой, на первый взгляд касающиеся абсолютно частных вопросов (например ношение бороды и усов), могут вызвать неприятие. Не стоит забывать о том, что недостатки в материально-техническом обеспечении и другие мотивы не могут служить основанием для отступления от требований безопасности (п. 2.1.17 СП 1.3.3118-13).

Использование шлемов, капюшонов с устройствами принудительной подачи воздуха предпочтительно в плане отсутствия зависимости от индивидуальных особенностей лица, ношения бороды. Свободная конструкция также позволяет использовать корректирующие очки (в отличие, например, от многих полнолицевых масок). Защитное средство легко надевается. Отсутствует сопротивление вдоху и выдоху. Постоянный приток воздуха обеспечивает комфортный микроклимат в подкапюшонной зоне (температура, влажность), снижает вероятность запотевания панорамного защитного экрана. Комфортный микроклимат сохраняется при физических нагрузках и при температуре окружающей среды выше 20–22 °С. Нагрузка на голову человека при использовании данного СИЗ незначительная (при использовании без интегрированной защитной каски). Недостатком является возможность контаминации подкапюшонного пространства при отключении устройства. Подача очищенного воздуха осуществляется только при работе вентиляторов. При безаварийной работе фильтро-вентиляционной установки автономного типа заряда батареи хватает на 8–10 ч [6, 7, 16].

При выборе конструкции СИЗОД необходимо также предусматривать совместимость их с другими видами средств индивидуальной защиты (очки, щитки, косынки, шапочки и др.). Многие производи-

тели выпускают линейку средств защиты, сочетающихся при носке в плане стыковок. Так, например, специальная форма в носовой области респиратора полностью повторяет изгиб защитных очков в области носа, что позволяет избежать наличия незащищенных участков кожи лица и обеспечить более плотное прилегание изделий.

На безопасность проведения работ также оказывают влияние такие характеристики изделий как вес и ограничение поля зрения.

Вес фильтрующих полумасок, в основном не превышает 20 г. Вес фильтрующих СИЗОД с лицевой частью и фильтрующей системой складывается из веса лицевой части и фильтра(ов). Вес полнолицевой маски в среднем составляет 400–600 г. Уменьшить вес возможно при использовании фильтров, заключенных в пластиковый держатель, в отсутствие загрязнения воздуха вредными и опасными газами – не комбинированных, а чисто противоаэрозольных. Для сравнения: вес комбинированного фильтра в металлической коробке для использования с полумаской – 250–300 г, с полнолицевой маской – до 500 г (свыше 500 г должны присоединяться к лицевой части с помощью соединительной трубки), вес комбинированного фильтра в пластиковом корпусе (БРИЗ-3204, 3205, Россия) – 100–140 г, вес противоаэрозольного фильтра РЗ в пластиковом держателе (ЗМ, США) – 40 г.

По сравнению с фильтрующей полумаской в комплекте с защитными закрытыми очками без вентиляции, при использовании панорамной полнолицевой маски и защитного капюшона (шлема) поля зрения увеличены. Однако при эксплуатации панорамной маски следует учитывать такие факторы, как размер, форма и расположение фильтров, которые могут сокращать поля зрения.

Кроме защитной эффективности и эргономических характеристик СИЗОД, немаловажным вопросом является легитимность использования.

Применяемые СИЗОД должны соответствовать требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» (ТР ТС 019/2011), утвержден постановлением Правительства РФ от 24.12.2009 г. № 1213, и быть зарегистрированы как СИЗ. СИЗОД, прошедшие оценку соответствия требованиям безопасности, маркируются знаком соответствия или знаком обращения на рынке. СИЗОД, прошедшие оценку соответствия, сопровождаются заверенной копией сертификата соответствия. Сертификация происходит на основе проверки соблюдения требований ГОСТ системы стандартов безопасности труда [37]. В сопроводительных документах на СИЗОД должна быть информация об изготовлении, области безопасного применения средства, правил эксплуатации, ухода, хранения и утилизации. Однако требования ТР ТС 019/2011 не распространяются на СИЗ (в том числе СИЗОД), применяемые в отношении биологически опасных агентов, а область применения существующей в РФ системы стандартов безопасности

труда не распространяется на СИЗОД, специально разработанные для использования в медицинских целях и в микробиологии. Критерии эффективности и вопросы проверки, надевания и снятия, обеззараживания и чистки, согласно ГОСТ, должны быть отражены в инструкции по эксплуатации изделия. Однако часто приводимые сведения не отражают специфику работ с ПБА и требования национальных нормативов по безопасности работ с ПБА, например, в отношении методов и средств обеззараживания. Также до сих пор нет четко установленного порядка получения разрешения использования различных СИЗОД при работе с ПБА. Часто разрешительным инструментом считают наличие протокола исследования испытательных лабораторных центров и аккредитованных организаций, имеющих разрешение на деятельность с ПБА. Несмотря на это современные фильтрующие и изолирующие СИЗОД активно используются при осуществлении различных видов деятельности с возбудителями инфекционных болезней. Достаточно длительный и широкий опыт использования показал, что современные модели СИЗОД высокой степени защиты в комплексе с другими СИЗ обеспечивают безопасность персонала при работе с ПБА, при условии адекватного выбора и правильного использования, а также обучения персонала [19, 36, 38–40].

Таким образом, показано, что кроме обязательных нормируемых требований использования СИЗОД при осуществлении работ с опасными и особо опасными биоагентами (использование изолирующих СИЗ при работах максимальной опасности с ПБА I–II группы и использование фильтрующих СИЗОД в остальных случаях, класс защиты FFP-респираторов не ниже 3, использование панорамных масок, шлемов и капюшонов) существует большое количество моментов, связанных непосредственно с конструктивными особенностями того или иного СИЗОД и организации их использования, которые прямо или косвенно влияют на обеспечение биобезопасности персонала. Часть из них можно охарактеризовать как обязательные к рассмотрению, а часть – как дополнительные необязательные и зависящие, в основном, от финансовых возможностей, например: использование модификаций СИЗОД, усовершенствованных с эргономических позиций, но не теряющих исходных защитных свойств, то есть с уменьшенным весом изделия, фильтрующими материалами с пониженным сопротивлением дыханию, с усовершенствованными клапанами выдоха, потовпитывающей внутренней подкладкой, оснащенные переговорной мембраной и т.п.

На основании анализа изученных информационных источников сделаны следующие выводы:

1. В качестве защиты органов дыхания в составе ПЧК I возможно использование:

- противоаэрозольных (противопылевых) респираторов – фильтрующих полумасок класса защиты FFP 3 или изолирующих полумасок с противо-

аэрозольным или комбинированным фильтром класса защиты РЗ (по противоаэрозольному компоненту) в комплексе с защитными очками;

- изолирующей полнолицевой маски или противогаза с противоаэрозольным или комбинированным фильтром(ами) класса защиты РЗ (по противоаэрозольному компоненту);

- шлема, капюшона с системой принудительной подачи очищенного воздуха, снабженной противоаэрозольным или комбинированным фильтром класса защиты РЗ по противоаэрозольному компоненту;

2. С учетом многообразия типов и модификаций СИЗОД, на рабочем месте необходима разработка программы применения СИЗОД на основе результатов анализа риска. Первоначально с учетом всех возможных вредных и опасных факторов определяют адекватные типы СИЗОД, а затем – наиболее подходящую модификацию для конкретных условий труда (с различной степенью биологической опасности);

3. Рабочие инструкции или СОП должны регламентировать выбор СИЗОД в зависимости от опасности ПБА и опасности манипуляций, проводимых с ними, порядок проведения проверки перед использованием (объем, методы и средства), кратность применения (одноразовое или многоразовое), правила хранения и замены, надевания, снятия и обеззараживания, режим труда, поведение работающих в СИЗОД, действия в аварийных ситуациях.

4. СИЗОД должны подбираться индивидуально и проверяться перед непосредственным использованием. Перед использованием работник должен пройти инструктаж.

5. При выборе фильтрующих полумасок предпочтение следует отдавать респираторам с клапанами выдоха. При использовании фильтрующих СИЗОД эргономически предпочтительно использование противоаэрозольных фильтров в пластиковом держателе, расположение которых не ограничивает поля зрения. При интенсивной физической нагрузке, в условиях повышенной температуры окружающей среды предпочтительно использование фильтрующих СИЗОД с принудительной подачей воздуха.

6. Совершенствование нормирования в области биобезопасности должно быть направлено на внесение ясности в вопросе легитимности использования различных СИЗОД при работе с вредными и опасными биоагентами. Детализация требований должна быть направлена на выбор определенного СИЗОД при различной степени опасности и условиях проведения работ, определение методов и способов проведения проверки защитной эффективности в процессе эксплуатации, определении кратности применения, способов и методов проведения обеззараживания СИЗОД.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

Список литературы

1. Буянов В.В., Супрун И.П. Средства индивидуальной защиты для работ в микробиологических и вирусологических лабораториях. Черногловка: ИПХФ РАН; 2001. 323 с.
2. Дроздов, С.Г., Гарин Н.С., Джиндоян Л.С., Тарасенко В.М. Основы техники безопасности в микробиологических и вирусологических лабораториях. М.: Медицина; 1987. 256 с.
3. Мисников О.П., редактор. Микробные аэрозоли и ингаляционные технологии в медицине. Уфа: Гилем; 2011. 491 с.
4. Малышев В.П., Акимов В.А., Виноградов С.Д., Смагин В.Ф., Осипов Г.Л., Столяров М.Д., Шубин И.Л., Вобликова М.И., Гуняев А.А., Малышев Д.В., Руденко Г.В., Тронин С.Я., Лукичева Т.А., Седов А.В., Суровцев Н.А., Балаханов М.В., Брегадзе Ю.И., Шилиов Н.Д. Коллективные и индивидуальные средства защиты. Контроль защитных свойств: Энциклопедия «Экометрия» из серии справочных изданий по экологическим и медицинским измерениям. М.: ФИД «Деловой экспресс»; 2002. 408 с.
5. Каминский С., Рогожин А. Рекомендации по выбору и применению средств индивидуальной защиты органов дыхания. Гражданская защита. 2009, № 7–9 [Электронный ресурс]. URL: <http://gochs.info/p0897.htm> (дата обращения 30.11.2018).
6. Respiratory Protective Equipment at Work. A Practical Guide. 4th edition. 2013. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/hsg53.pdf> (дата обращения 30.11.2018).
7. Руководство NIOSH по респираторной защите в промышленности 1987 г. [Электронный ресурс]. URL: http://miningwiki.ru/wiki/%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D0%B5%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8_1987%D0%B3 (дата обращения 30.11.18 г.)
8. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. Третье издание. Женева: ВОЗ; 2004. 190 с.
9. Васин С.М., Шутлов В.С. Управление рисками на предприятии: учебное пособие. М.: КНОРУС; 2010. 304 с.
10. Фатхутдинов Р.Х., Жилиев Г.Т., Моисеенко С.К., Уваев В.В., Иванов Д.В., Трмасов М.Я., Папуниди К.Х. Некоторые вопросы защиты органов дыхания и кожных покровов человека. *Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций*. 2011; 5:91–103.
11. Фильтрующий материал (фильтр полотно) ФПП-15-1,5 (ткань Петрянова) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mtk-sorbent.ru/filtruyushchij-material-fpp-15-1-5-tkan-petryanova> (дата обращения 30.11.2018).
12. Фильтры респираторов. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D1%8B%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2> (дата обращения 30.11.2018).
13. Респираторный комплекс. Респираторы серии АЛИНА. [Электронный ресурс]. URL: <http://rkszpe.ru/respirator/alina/> (дата обращения 30.11.2018).
14. АМС-Мед. Респираторы серии АЛИНА (106, 116, 206, 216, 316) и НЕВА (206, 216, 306, 316) [Электронный ресурс]. URL: <http://medams.ru/respirator-alina> (дата обращения 30.11.2018).
15. Worksiz. Респиратор 3М™ VFlex™ 9153RS (Маленький размер). [Электронный ресурс]. URL: [https://worksiz.ru/respirator-3m-vflex-9101-1-1-1-1-1/](https://worksiz.ru/respirator-3m-vflex-9101-1-1-1-1/) (дата обращения 30.11.2018).
16. 3М Средства для обеспечения охраны труда. Каталог продукции 2017 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1548840O/psd-catalogue-rus-2017.pdf> (дата обращения 30.11.2018).
17. Материалы и средства для обеспечения безопасности труда. Схема выбора респираторной защиты. [Электронный ресурс]. 3М Россия, 2014. URL: www.3MRussia.ru/siz (дата обращения 30.11.2018).
18. TB Respiratory Protection Program in Health Care Facilities. Administrator's Guide. U.S. department of health and human services. Public Health Service. Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health. September 1999. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/99-143/default.html> (дата обращения 30.11.2018).
19. Personal protective equipment for use in a filovirus disease outbreak. Rapid advice guideline. WHO; 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/251426/9789241549721-eng.pdf;jsessionid=9F32DE05E856ADC86DB1A96FE91E7099?sequence=1> (дата обращения 30.11.2018).
20. Полумаска ШБ-1-200. [Электронный ресурс]. URL: https://geosorb.ru/catalog/polumaski_filtruyushchie_promyshlennye/polumaski_filtruyushchie_serii_1_200/ (дата обращения 30.11.2018).
21. Spirotek spirotek ultra. [Электронный ресурс]. URL: <https://docplayer.ru/36827882-Spirotek-spirotek-ultra.html> (дата

- обращения 30.11.2018).
22. NIOSH-Approved Disposable Particulate Respirators (Filtering Facepieces) CDC. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/sars/> (дата обращения 30.11.2018).
23. Справочник химика 21. Химия и химическая технология. Фильтры Петрянова. [Электронный ресурс]. URL: <http://chem21.info/info/199531/> (дата обращения 30.11.2018).
24. Тихомиров Ю.П., Миронов Л.А., Коробейникова А.В., Егорова Г.И. Повышение эффективности индивидуальной защиты органов дыхания работников медицинских учреждений: Методические рекомендации. СПб.: ЗАО «СЗ НТЦ «Портативные СИЗ» им. А.А. Гуняева»; 2007. 48 с.
25. Чиркин А. Респираторы ШБ «Лепесток». 15 августа 2015. [Электронный ресурс]. URL: https://library.by/portalus/modules/medecine/readme.php?subaction=showfull&id=1439637380&archive=&start_from=&ucat=& (дата обращения 28.01.2019).
26. Мухаметжанов И.Т., Зарипов Ш.Х., Фатхутдинова Л.М., Гришпун С.А. Осаждение мелкодисперсных пылевых частиц в дыхательном тракте с использованием средств индивидуальной защиты. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; 7:56–60.
27. Выбор и специфика применения фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания. [Электронный ресурс]. URL: <http://otpb.com.ru/content/vybor-i-spezifika-primeneniya-filtruyushchih-sredstv-individualnoy-zashchity-organov> (дата обращения 30.11.2018).
28. Восток Сервис. Маска полная (респиратор) SPIROTEK FM7000. [Электронный ресурс]. URL: <https://shop.vostok.ru/catalog/sredstva-zashchity/zashchita-dyhaniya/filtruyushchie-protivogazovye-i-protivogazovye-maski-polnaya-spirotek-fm7000/> (дата обращения 30.11.2018).
29. ТОЗ. Шлем-маска Маска МГП (МГП-В). [Электронный ресурс]. URL: <http://protivogaz.com/pages/mgp.html> (дата обращения 30.11.2018).
30. Сахно И.И., Сахно В.И. Медицина катастроф (организационные вопросы). М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ; 2002. 560 с.
31. МЧС ГО СИЗ. Панорамная маска МАГ-3. [Электронный ресурс]. URL: <https://gosis.ru/%D0%9F%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F%D0%9C%D0%90%D0%93-3> (дата обращения 30.11.2018).
32. Спецоборона. Палатка для проверки противогазов КПП-1. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.specoborona.ru/advertising/article/8479/> (дата обращения 30.11.2018).
33. Poller B., Hall S., Bailey C., Gregory S., Clark R., Roberts P., Tunbridge A., Poran V., Crook B., Evans C. “VIOLET”: A fluorescence-based simulation exercise for training healthcare workers in the use of personal protective equipment. *J. Hosp. Infect.* 2018; 99(2):229–35. DOI: 10.1016/j.jhin.2018.01.021.
34. Миронов Л.А. Портативная установка «Ингавит», для контроля полноты прилегания лицевой части СИЗОД к лицу пользователя и обнаружения локализации подсоса загрязненного воздуха. *Охрана труда и социальное страхование*. 2006; 2:10–1.
35. SEGMENT. Средства индивидуальной защиты. [Электронный ресурс]. URL: <https://mksegment.ru/p296499812-portativnaya-ustanovka-ingavit.html> (дата обращения 30.11.2018).
36. Clinical management of patients with viral haemorrhagic fever: a pocket guide for front-line health workers: interim emergency guidance for country adaptation. World Health Organization. 2016. [Электронный ресурс]. URL: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/205570/9789241549608_eng.pdf;jsessionid=A16B8F14DFE9707F60F37BB32E311833?sequence=1 (дата обращения 30.11.2018).
37. Кириллов В. Ф., Чиркин А. В. О респираторной защите работников. *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; 9:39–42.
38. Hung P.P., Choi K.S., Chiang V.C. Using interactive computer simulation for teaching the proper use of personal protective equipment. *Comput. Inform. Nurs.* 2015; 33(2):49–57. DOI: 10.1097/CIN.000000000000125.
39. Verbeek J.H., Ijaz S., Mischke C., Ruotsalainen J.H., Mäkelä E., Neuvonen K., Edmond M.B., Sauni R., Kilinc Balci F.S., Mihalache R.C. Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016; 4:CD 011621. DOI: 10.1002/14651858.CD011621.pub2.
40. Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Ликвидация эпидемии Эбола в Гвинейской Республике: опыт работы специализированной противозидемической бригады Роспотребнадзора. М.: ООО «Творческий информационно-издательский центр»; 2016. 354 с.

References

1. Buyanov V.V., Suprun I.P. [Personal protection equipment for work in microbiological and virological laboratories]. Chernogolovka; 2001. 323 p.

2. Drozdov S.G., Garin N.S., Dzhindoyan L.S., Tarasenko V.M. [Fundamentals of Occupational Safety in Microbiological and Virological Laboratories]. Moscow: "Meditsina"; 1987. 256 p.
3. Misnikov O.P., editor. [Microbial Aerosols and Inhalation Technologies in Medicine]. Ufa: "Gilem"; 2011. 491 p.
4. Malyshev V.P., Akimov V.A., Vinogradov S.D., Smagin V.F., Osipov G.L., Stolyarov M.D., Shubin I.L., Voblikova M.I., Gunyaev A.A., Malyshev D.V., Rudenko G.V., Tronin S.Ya., Lukicheva T.A., Sedov A.V., Surovtsev N.A., Balakhonov M.V., Bregadze Yu.I., Shilov N.D. [Collective and individual protection equipment. Control of protection properties: Encyclopedia "Ecometry", Reference book series on ecological and medical measurements]. Moscow; 2002. 408 p.
5. Kaminsky S., Rogozhin A. [Recommendations on the choice and usage of means for respiratory organs protection. Civil protection. (Grazhdanskaya Zashchita) 2009; No 7-9. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <http://gochs.info/p0897.htm>.
6. Respiratory Protective Equipment at Work. A Practical Guide. 4th edition. 2013. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <http://www.hse.gov.uk/pUbn/priced/hsg53.pdf>
7. [NIOSH Guidelines on respiratory protection in industry, 1987]. (Cited 30 Nov 2018) [Internet]. Available from: <http://miningwiki.ru/wiki/%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8> 1987%D0%B3.
8. Laboratory Biosafety Manual. 3rd edition. WHO. Geneva; 2004. 190 p.
9. Vasin S.M., Shutov V.S. [Risk management at facility: handbook]. M.; 2010. 304 p.
10. Fathutdinov R.H., Thilyaev G.G., Moiseenko S.K., Ivanov V.V., Uvaev A.V., Tremasov M.Y., Papunidi K.H. [Some questions of human respiratory organs and skin protection]. *Problemy Bezopasnosti i Chrezvychaynykh Situatsii [Safety and Emergencies Problems]*. 2011; 5:91-103.
11. Filtering material (filter-fabric) FPF-15-1,5 (Petryanov's fabric). (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <http://www.mtkisorbent.ru/filtruyushchij-material-fpp-15-1-5-tkan-petryanova>
12. Respirator filters. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D1%8B%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2>
13. Respiratory complex. Respirator series "ALINA". (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <http://rkszpe.ru/respirator/alina/>.
14. AMC-Med. Respirator series "ALINA". (106, 116, 206, 216, 316) and "NEVA" (206, 216, 306, 316). (Cited 30 Nov 2018) [Internet]. Available from: <http://medams.ru/respirator-alina>.
15. Worksiz. Respirator 3M™ VFlex™ 9153RS (Small size). (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: [https://worksiz.ru/respirator-3m-vflex-9101-1-1-1-1-1/](https://worksiz.ru/respirator-3m-vflex-9101-1-1-1-1/).
16. 3M Means for ensuring occupational safety. Product Catalogue 2017. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/15488400/psd-catalogue-rus-2017.pdf>.
17. [Materials and means for ensuring occupational safety. Scheme for choosing respiratory protection]. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. 3M Russia, 2014. Available from: www.3MRussia.ru/siz.
18. TB Respiratory Protection Program in Health Care Facilities. Administrator's Guide. U.S. department of health and human services. Public Health Service. Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health. September 1999. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/99-143/default.html>.
19. Personal protective equipment for use in a filovirus disease outbreak. Rapid advice guideline. World Health Organization; 2016. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/251426/9789241549721-eng.pdf;jsessionid=9F32DE05E856ADC86DB1A96FE91E7099?sequence=1>.
20. Half-Mask ShB-1-200. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: https://geosorb.ru/catalog/polumaski_filtruyushchie_promyshlennye/polumaski_filtruyushchie_seri_1_200/.
21. Spirotek spirotek ultra. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <https://docplayer.ru/36827882-Spirotek-spirotek-ultra.html>.
22. NIOSH-Approved Disposable Particulate Respirators (Filtering Facepieces) CDC. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <http://www.cdc.gov/ncidod/sars/>.
23. [Reference Book for Chemists 21. Chemistry and chemical technology. Petryanov's filters]. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <http://chem21.info/info/199531/>.
24. Tikhomirov Yu.P., Mironov L.A., Korobeinikova A.V., Egorova G.I. [Effectiveness enhancement of individual respiratory organs protection in officers of medical institutions: Methodological recommendations]. 2007. 48 p.
25. Chirkin A. Respirators ShB "Lepestok". 15 Aug 2015. (Cited 28 Jan 2019). [Internet]. Available from: https://library.by/portals/modules/medecine/readme.php?subaction=showfull&id=1439637380&archive=&start_from=&ucat=&
26. Mukhametzanov I.T., Zariyov Sh.Kh., Fatkhutdinova L.M., Grishpun S.A. [Precipitation of finely dispersed dust particles in respiratory tract using personal protection equipment]. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya [Occupational Medicine and Industrial Ecology]*. 2017; 7:56-60.
27. [Choice and specifics of respiratory filtering equipment application]. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <http://otpb.com.ru/content/vybor-i-spezifika-primeneniya-filtruyushchih-sredstv-individualnoy-zashchity-organov>.
28. "Vostok Servis". Full facial mask (respirator) SPIROTEK FM7000. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <https://shop.vostok.ru/catalog/sredstva-zashchity/zashchita-dyhaniya/filtruyushchie-protivogazovye-i-protivogazoaerozolnye/maska-polnaya-spirotek-fm7000/>.
29. Technologies for Health Protection. Full-face mask. Face piece respirator (Breathing mask). (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <http://protivogaz.com/pages/mgp.html>.
30. Sakhno I.I., Sakhno V.I. [Disaster Medicine (Organizational issues)]. Moscow; 2002. 560 p.
31. Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Management and Natural Disasters Response PPE. Full-face respirator NBC mask. (Cited 30 Nov 2018). [Internet]. Available from: <https://rosizd.ru/%D0%9F%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%20%D0%9C%D0%90%D0%93-3>
32. Special Defense. Tents for gas masks inspection. Checkpoint-1. (Cited 30 Nov 2018) [Internet]. Available from: <https://www.specoborona.ru/advertising/article/8479/>.
33. Poller B., Hall S., Bailey C., Gregory S., Clark R., Roberts P., Tunbridge A., Poran V., Crook B., Evans C. "VIOLET": A fluorescence-based simulation exercise for training healthcare workers in the use of personal protective equipment. *J. Hosp. Infect.* 2018; 99(2):229-35. DOI: 10.1016/j.jhin.2018.01.021.
34. Mironov L.A. [Portable installation "Ingavit", for control of respiratory PPE seal and detection of localization of contaminated air in-leakage]. *Okhrana Truda i Sotsial'noe Strakhovanie. Occupational Health and Social Insurance*. 2006; 2:10-11.
35. SEGMENT. Personal protective equipment. (Cited 30 Nov 2018) [Internet]. Available from: <https://mksegment.ru/p296499812-portativnaya-ustanovka-ingavit.html>.
36. Clinical management of patients with viral haemorrhagic fever: a pocket guide for front-line health workers: interim emergency guidance for country adaptation. World Health Organization. 2016. (Cited 30 Nov 2018) [Internet]. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/205570/9789241549608_eng.pdf;jsessionid=A16B8F14DFE9707F60F37BB32E311833?sequence=1.
37. Kirillov V.F., Chirkin A.V. [Regarding respiratory protection of personnel]. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya [Occupational Medicine and Industrial Ecology]*. 2016; 9:39-42.
38. Hung P.P., Choi K.S., Chiang V.C. Using interactive computer simulation for teaching the proper use of personal protective equipment. *Comput. Inform. Nurs.* 2015; 33(2):49-57. DOI: 10.1097/CIN.0000000000000125.
39. Verbeek J.H., Ijaz S., Mischke C., Ruotsalainen J.H., Mäkelä E., Neuvonen K., Edmond M.B., Sauni R., Kilinc Balci F.S., Mihalache R.C. Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016; 4:CD 011621. DOI: 10.1002/14651858.CD011621.pub2.
40. Popova A.Yu., Kuttyrev V.V., editors. [Eradication of Ebola Fever Epidemic in the Republic of Guinea: Operational Experience of the Specialized Anti-Epidemic Team of the Rospotrebnadzor]. Moscow; 2016. 354 p.

Authors:

Gordeeva M.V., Lyapin M.N., Kostyukova T.A. Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe". 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrapi@microbe.ru.

Об авторах:

Гордеева М.В., Ляпин М.Н., Костюкова Т.А. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrapi@microbe.ru.

Поступила 06.02.19.

Принята к публ. 13.05.19.