

Капцов В.А.<sup>1</sup>, Чиркин А.В.<sup>2</sup>

## Индивидуальная защита органов дыхания медицинских работников от биоаэрозолей (обзор литературы)

<sup>1</sup>ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 125438, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Бета ПРО», 111024, Москва, Россия

**Введение.** Медицинские работники подвергаются повышенной опасности заражения инфекционными заболеваниями, в том числе при ингаляционном поступлении биоаэрозоля. Для их защиты используют респираторы разной конструкции, обеспечивающие разную эффективность. Но их выбор и применение в РФ длительное время происходили в специфических условиях, что привело к появлению значительных отличий от лучших западных подходов. Учёт отличий позволит снизить риск заражения медработников при профессиональной деятельности.

Проанализированы доступные публикации NIOSH (Национальный институт охраны труда, США), в журналах издательств Taylor & Francis, Oxford University Press, учебные пособия западных авторов, опубликованные материалы Роспотребнадзора. Выявлены отличия в требованиях законодательства, повышающие риск заражения медработников в РФ. Нет чёткого метода оценки уровня риска и конкретных требований к выбору типа респиратора, соответствующего уровню риска по защитным свойствам. При использовании фильтрующих полумасок не проводится индивидуальный подбор и проверка соответствия маски лицу. Для обеспечения своевременного применения респиратора он не должен оказывать на работника чрезмерное вредное воздействие, но средняя концентрация углекислого газа во вдыхаемом воздухе может более чем в 2 раза превышать максимально допустимую. Требования к противоаэрозольным респираторам не соответствуют условиям их использования в медучреждениях, и используемые медиками респираторы не сертифицированы как средства защиты от биоаэрозолей.

**Заключение.** Недостатки в части индивидуальной защиты органов дыхания медработников показывают возможные пути улучшения их защиты путём гармонизации национального законодательства с лучшими из существующих западных требований.

**Ключевые слова:** биоаэрозоль; средства индивидуальной защиты органов дыхания; СИЗОД; респиратор; эффективность; требования законодательства

**Для цитирования:** Капцов В.А., Чиркин А.В. Индивидуальная защита органов дыхания медицинских работников от биоаэрозолей (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (3): 240–245. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-240-245>

**Для корреспонденции:** Капцов Валерий Александрович, доктор мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, руководитель отдела гигиены труда ФГУП «Всероссийский НИИ гигиены транспорта» Роспотребнадзора, 125438, Москва. E-mail: karpovva39@mail.ru

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Благодарность.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов:** Капцов В.А. – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование; Чиркин А.В. – сбор и обработка материала, редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 25.09.2020 / Принята к печати 10.03.2021 / Опубликована 16.04.2021

Valery A. Kaptsov<sup>1</sup>, Alexander V. Chirkin<sup>2</sup>

## Respiratory protective devices for the healthcare workers (literature review)

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Moscow, 125438, Russian Federation;

<sup>2</sup>LTD «Beta PRO», Moscow, 111024, Russian Federation

**Introduction.** Healthcare practitioners are at increased risk of infection with infectious diseases, including the inhalation route. Healthcare practitioners use respirators of various designs providing different efficiency of protection.

**The purpose of the study** was to improve efficiency of the respiratory protection of the healthcare practitioners in Russian Federation.

There were analyzed available NIOSH publications, articles in journals Taylor & Francis, Oxford University Press, published materials of Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (Rosпотребнадзор), and western training manuals. Differences in the requirements of the legislation were identified that increase the risk of infection in healthcare practitioners. There are no methods for assessing the risk level, and there are no specific requirements for selecting the respirator's type that corresponds to the risk level. The employer is not obliged to provide the fit test for all employees. The respirator must be used timely, so it should not negatively affect the worker. But the average carbon dioxide concentration can exceed the STEL by more than two times. The certification requirements for respirators do not correspond to the conditions of their use in the hospitals. Respirators were not certified as means of protection against bioaerosols.

**Conclusions.** Identified shortcomings in the respiratory safety of health care workers show possible ways to improve their protection by harmonizing national legislation with the best of existing Western requirements.

**Keywords:** bioaerosol; RPD; respirator; efficiency; legal requirements

**For citation:** Kaptsov V.A., Chirkin A.V. Respiratory protective devices for the healthcare practitioners (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2021; 100 (3): 240–245. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-240-245> (In Russ.)

**For correspondence:** Valery A. Kaptsov, MD, Ph.D., DSci., Professor, Corresponding Member of the RAS, Head of the Department of Occupational Health of the All-Russian Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Moscow, 125438, Russian Federation. E-mail: karpovva39@mail.ru

**Information about the authors:** Kaptsov V.A., <https://orcid.org/0000-0002-3130-2592>; Chirkin A.V., <https://orcid.org/0000-0003-3661-8323>

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

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

**Contribution of the authors:** Kaptsov V.A. – the concept and design of the study, writing the text, editing; Chirkin A.V. – the collection and processing of the material, editing. All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: September 25, 2021 / Accepted: March 10, 2021 / Published: April 16, 2021

## Введение

Медицинские работники подвергаются повышенному риску заражения инфекционными заболеваниями, в том числе за счёт ингаляционного поступления биоаэрозолей. В то же время использование эффективных методов защиты (удаление от источника опасности; использование средств коллективной защиты) затруднено из-за того, что часть больных размещается в помещениях, не приспособленных для этих целей, и тем, что врачи обязаны контактировать с больными, в том числе вне медучреждений. В этих условиях защита от ингаляционного поступления инфекционно опасных биоаэрозолей обеспечивается средствами индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).

Выбор и использование СИЗОД в СССР и РФ происходили в не вполне нормальных условиях. Профпатологи уделяли им мало внимания, но отмечали, что их использование с точки зрения профилактики заболеваний – малоэффективно. Регистрация профзаболеваний с 1930-х годов велась так, чтобы занижать число больных, и эта тенденция сохранилась по сей день [1]. С другой стороны, работа по созданию противоаэрозольных СИЗОД в значительной степени велась в интересах атомной промышленности в условиях холодной войны; Министерство среднего машиностроения могло быть названо «государством в государстве» [2], и даже обоснованные критические замечания не всегда вызывали адекватную реакцию. Поэтому в развитии СИЗОД в СССР возникли отклонения от развития на Западе, и некоторые отличия могут значительно снизить эффект от использования СИЗОД [3]. Учёт отличий может помочь снизить риск заражения медработников в РФ.

В представленном исследовании проведён анализ публикаций NIOSH (Национальный институт охраны труда, США), статей в журналах издательств *Taylor & Francis*, *Oxford University Press*; научно обоснованные требования законодательства и рекомендации, разработанные западными специалистами; публикации Роспотребнадзора.

## Выбор типа СИЗОД по эффективности защиты

Для оценки способности СИЗОД разных конструкций снижать поступление воздушных загрязнений в организм в США, Великобритании и отчасти в некоторых других странах были проведены одновременные замеры концентраций загрязнений снаружи маски (лицевой части) и под ней. Отношение этих величин (коэффициент защиты, КЗ) оказалось очень нестабильным, и на рабочих местах могло быть в десятки раз меньше, чем при замерах в лабораториях при имитации работы. Статистическая обработка результатов позволила установить границы области допустимого применения СИЗОД всех типов, учитывающие отличия реальной эффективности от лабораторной, и влияние конструкции на эффективность [3, 4]. Ограничения внесены в требования законодательства к работодателю и обязывают его выбирать тип СИЗОД так, чтобы ожидаемый коэффициент защиты (*Assigned PF*, ОКЗ<sup>1</sup>) был не ниже кратности превышения ПДКрз [5, 6].

Замеры КЗ на рабочих местах показали, что основным путём поступления загрязнений в маску, определяющим воздействие на работника, становится просачивание неочищенного воздуха в местах неплотного касания маски и лица. Также было установлено, что у полумасок (фильтрующих и из непроницаемых материалов со сменными фильтрами) низкая эффективность (ОКЗ = 10 в США, Австралии, Канаде, Японии, КНР, то есть самый неэффективный тип СИЗОД). У полнолицевых масок просачивание значительно ниже, ОКЗ выше. При подаче чистого воздуха в лицевую часть можно практически полностью устранить просачивание и получить наибольшие

ОКЗ. Подбор маски к лицу и проверка их соответствия (*fit test*, приложение А в [5]) для СИЗОД с подачей воздуха не нужны.

## Выбор типа СИЗОД при защите от биоаэрозолей

Для случая загрязнения воздуха биоаэрозолями ПДКрз (как правило) не установлены, замер загрязнённости воздуха может быть трудновыполним. Поэтому для выбора СИЗОД предложили сопоставлять уровень риска и ожидаемые КЗ [7, 8]. Для оценки риска используют сведения об интенсивности поступления загрязнений в воздух, кратности воздухообмена, свойствах микроорганизмов. Специалисты предложили использовать СИЗОД с большим значением ожидаемого КЗ (*Assigned PF*) при большем уровне риска.

По стечению обстоятельств, результаты работы, описанные выше, наиболее полно отражены в национальном законодательстве Канады, и алгоритм выбора СИЗОД включён в государственный стандарт [6] (табл. 1).

Наибольшее распространение в медучреждениях получили фильтрующие полумаски и СИЗОД с подачей воздуха в капюшон (см. примечание в табл. 1); ожидаемые КЗ для СИЗОД с масками применяются лишь тогда, когда маска подобрана к лицу каждого работника индивидуально и проверена приборами (*fit test*). Алгоритм выбора реализован и онлайн: <https://www.irsst.qc.ca/bioaerosol/accueil.aspx>.

Региональное законодательство США (штат Калифорния) [9] требует от работодателя использовать фильтрующие противоаэрозольные респираторы – полумаски (с фильтрами, соответствующими P2, P3 и FFP2, FFP3). Если условия выполнения работы создают повышенный риск, то работникам выдают фильтрующие СИЗОД с принудительной подачей воздуха. Эти требования схожи с [6], но не содержат детальных указаний по оценке риска и рассматривают лишь наиболее широко используемые типы СИЗОД.

## Особенности СИЗОД, влияющие на их выбор

**Фильтрующие полумаски.** При использовании фильтрующих полумасок можно избежать затрат на очистку СИЗОД после использования – применяя их однократно; хорошая звукопроницаемость практически не мешает общению. Поэтому фильтрующие полумаски получили широкое распространение в медучреждениях США и других стран. Но для того, чтобы они могли защитить работника, при надевании респиратора маска должна касаться лица плотно, без зазоров по всему периметру. Соответственно работодатель, применяющий СИЗОД в рамках программы респираторной защиты, обязан подобрать маску каждому работнику, которому может потребоваться респираторная защита, и приборами проверить, соответствует ли она лицу и умеет ли работник правильно её надевать (*fit test*). Проверка занимает 15–30 мин и требует участия квалифицированного специалиста. В результате медучреждение, использующее дешёвые и удобные одноразовые полумаски, тратит много времени и средств на ежегодную проверку большого числа медработников, что (вместе с невысокой эффективностью) значительно снижает привлекательность полумасок.

**Фильтрующие СИЗОД с подачей воздуха в лицевую часть.** Строгие требования законодательства в части проверки изолирующих свойств полумасок приводят к тому, что в крупных медучреждениях, где мало больных с заболеваниями, передающимися воздушно-капельным путём, множество медработников должны пройти проверку (*fit test*), так как *потенциально* они могут контактировать с больными. Например, больному туберкулёзом может потребоваться окулист – и последний должен пройти проверку заранее. Эпидемии гриппа показали, что при резком росте числа больных даже в США медучреждения не способны быстро провести эту проверку у большого числа работников, а запасы фильтрующих полумасок быстро заканчиваются – так, что их часто используют несколько дней без дезинфекции. В результате возрос интерес к СИЗОД с

<sup>1</sup> Кратность снижения загрязнённости вдыхаемого воздуха по сравнению с окружающим, которую можно ожидать при своевременном использовании индивидуально подобранных СИЗОД на рабочем месте у большинства обученных работников в большинстве случаев.

Таблица 1 / Table 1

Требуемые значения ожидаемых коэффициентов защиты СИЗОД, выбираемых работодателем для защиты при воздействии различных биоаэрозолей в разных условиях [6]

Legally required values of the expected coefficients of protection of personal respiratory protective equipment (PRPE), chosen by the employer for protecting workers exposed to various bioaerosols in various conditions [6]

Уровень опасности биоаэрозоля Bioaerosol hazard level	Воздухообмен, 1/ч Air exchange, 1/h	Интенсивность загрязнения воздуха Generation rate of bioaerosol release			
		1 маленькая small	2	3	4 опасная high
		Ожидаемый коэффициент защиты (ОКЗ)* Assigned Protection Factor (APF)*			
1 Малоопасен для здоровых взрослых людей Agents not associated with disease or serious adverse health effects in healthy adult humans	< 3	СИЗОД не нужен RPD is not required	10	10	25
	3–6	СИЗОД не нужен RPD is not required	СИЗОД не нужен RPD is not required	10	10
	6–12	СИЗОД не нужен RPD is not required	СИЗОД не нужен RPD is not required	10	10
	> 12	СИЗОД не нужен RPD is not required	СИЗОД не нужен RPD is not required	СИЗОД не нужен RPD is not required	СИЗОД не нужен RPD is not required
2 Редко приводит к серьёзным последствиям, есть методы лечения Agents associated with human disease or adverse health effects that are rarely serious and for which preventive or therapeutic interventions are usually available	< 3	10	10	10	50
	3–6	10	10	10	10
	6–12	10	10	10	10
	> 12	10	10	10	10
3 Смертельный исход маловероятен, есть методы лечения; опасен для больного и малоопасен для общества Agents associated with serious or lethal human disease or adverse health effects for which preventive or therapeutic interventions might be available (high individual risk but low community risk)	< 3	10	10	25	1000
	3–6	10	10	10	25
	6–12	10	10	10	10
	> 12	10	10	10	10
4 Часто приводит к смерти, методов лечения нет; опасен для больного и общества Agents likely to cause serious or lethal human disease or adverse health effects for which preventive or therapeutic interventions are not usually available (high individual risk and high community risk)	< 3	10	25	50	1000
	3–6	10	25	25	50
	6–12	10	10	10	25
	> 12	10	10	10	10

Примечание. \* Значения ОКЗ (с учётом отличий в классификации фильтров в РФ и Канаде / США); *полужирным курсивом* выделены виды СИЗОД, которые получили наибольшее распространение в медицинских учреждениях:

- 1000 – *фильтрующие* (и изолирующие) СИЗОД с *принудительной подачей воздуха* в полнолицевую маску, в шлем или капюшон (эффективность модели дополнительно к сертификации подтверждена добросовестными испытаниями на рабочем месте);  
 50 – фильтрующий СИЗОД с полнолицевой маской без подачи воздуха, фильтр Р3. Фильтрующие (и изолирующие) СИЗОД с *принудительной подачей воздуха* в полумаску;  
 25 – *фильтрующие* (и изолирующие) СИЗОД с *принудительной подачей воздуха в шлем или капюшон*;  
 10 – *фильтрующие полумаски FFP2 и FFP3*, полумаски из изолирующих материалов без подачи воздуха, с фильтрами P2 и P3.

Note. \* List of APFs values (taking into account the differences in the classification of particulate filters in the Russian Federation USA / Canada); *in bold italics*, the RPD types that are most common in Health Care Settings are highlighted:

- 1000 – *Powered Air Purifying Respirator (PAPR)* with a full face mask, *helmet, or hood* (the effectiveness of the model, in addition to certification, is confirmed by measurements of the protection factors at the workplace); or Supplied Air Respirators (SAR) & Self Contained Breathing Apparatus (SCBA) with pressure demand air mode;  
 50 – Negative pressure air purifying respirator with full face mask, filter P3; or PAPR with half mask facepiece, filter P3; or SAR with half mask facepiece and pressure demand air mode;  
 25 – *PAPR* with a helmet or hood (the effectiveness of the model has not been confirmed by tests at the workplace); SAR with a *helmet or hood*;  
 10 – *Filtering facepieces FFP2 and FFP3* & elastomeric half masks with filters P2 and P3.



Таблица 2 / Table 2

**Средняя концентрация CO<sub>2</sub> (%) во вдыхаемом воздухе (у группы моделей фильтрующих полумасок, чашеобразных и складывающихся) при испытании на стенде**The average concentration of CO<sub>2</sub> (%) in the inhaled air (for a group of models of filtering half-masks, cup-shaped and folding) when tested at the stand

Потребление воздуха, л/мин Minute ventilation rates, l/min	Интенсивность труда Intensity of workrate	Объём вдоха, л Tidal volume, l	Средняя концентрация CO <sub>2</sub> во вдыхаемом воздухе, % Average CO <sub>2</sub> concentrations in the inhaled air, %	
			чашеобразных cup type	складывающихся horizontal Flat-fold type
11.9	Лёгкая работа light work	0.92	2.49	3.52
30.6	Работа средней тяжести Moderate work	1.57	1.64	2.87
75	Тяжёлая работа hard work	2.3	1.43	1.81

принудительной подачей воздуха в капюшон (*Powered Air Purifying Respirator, PAPR*). Их закупка возросла: в 2011 г. – 139 тыс., в 2012 г. – более 4 млн [10]. В некоторых госпиталях пошли дальше: медикам выдали капюшоны от СИЗОД (каждому свой), отделили «грязные» помещения от «чистых» и разместили между ними блоки очистки и подачи воздуха СИЗОД без капюшонов. Перед входом в «грязную» зону врач соединяет капюшон с блоком подачи воздуха, надевает СИЗОД и посещает больных (будучи хорошо защищён без проверки *fit test*). Это резко сократило закупку дорогих PAPR и улучшило защиту [11]. Недостатки: дорогие, громоздкие, вентилятор создаёт шум, требуют обслуживания (очистка, дезинфекция, зарядка аккумулятора).

**Способность работника длительно использовать СИЗОД.**

Во время эпидемии медики должны использовать СИЗОД длительное время. Но респираторы оказывают негативное действие на человека. Из более 300 медработников, длительно использовавших фильтрующие полумаски, более половины жаловались на прыщи и зуд и более 1/3 – на сыпь [12]. Из более двухсот медработников 37,3% жаловались на то, что использование СИЗОД вызывает головную боль; более половины вынуждены были использовать анальгетики, и 7,6% временно утратили трудоспособность на 1–4 дня [13].

При выдохе в лицевой части накапливается воздух, насыщенный углекислым газом и обеднённый кислородом. Затем, при вдохе, именно он первым начинает двигаться к альвеолам, а входящий позднее окружающий воздух отчасти остаётся в «мёртвом пространстве» верхних дыхательных путей, не участвуя в газообмене. Во вдыхаемом воздухе концентрация CO<sub>2</sub> снижается, у O<sub>2</sub> растёт, и их средние значения за время вдоха занижают негативное влияние подмасочного пространства на газообмен при дыхании. Без учёта этого отличия замеры на имитаторе дыхания показали высокие средние концентрации у 30 фильтрующих полумасок (18 моделей «чашеобразных» и 6 моделей «складывающихся» горизонтально) (табл. 2) [14]. У 6 моделей другой конструкции результаты попали в интервал между чашеобразными и складными. У модели *AO Safety Pleats Plus* концентрация CO<sub>2</sub> достигла 5,8%, и её производство прекратили.

Замеры на 10 испытателях показали концентрации 3–3,2% у 2 чашеобразных фильтрующих полумасок при объёме вдоха 0,8–1 л [15], у полумасок из непроницаемых материалов до 2,8% [16]. Влияние маски на газообмен максимально при наименьшем объёме вдоха, то есть – у людей с небольшой массой тела, а среди медицинских работников много женщин. По данным, упомянутым в [17], у полумасок из непроницаемых материалов концентрация CO<sub>2</sub> ниже, чем у фильтрующих полумасок (до 2,6 и 3,6% соответственно). Но первые мешают общению, что важно для врачей. У СИЗОД с подачей воздуха концентрация CO<sub>2</sub> была наименьшей.

Во всех этих случаях концентрации CO<sub>2</sub> превышали среднесменную ПДКрз 0,5% и установленную требованиями для сертификации 1% [18], в большинстве случаев – даже максимально разовую ПДКрз 1,4%<sup>2</sup>. Причём ограничение 1% попало в ГОСТы РФ (а оттуда в [18]) из европейских стандартов, разработчики которых исходили из того, что работнику промпредприятия не придётся использовать СИЗОД более 4 ч за смену. Справочно: в США разные организации объединили усилия для создания перспективного СИЗОД для медиков, который должен «быть лёгким и не создавать чрезмерной нагрузки на работника, чтобы его можно было использовать 2 ч непрерывно и 8 ч в день» [19]. Публикаций о достижении этой цели найти не удалось. Учебник<sup>3</sup> рекомендует ограничить применение СИЗОД без подачи воздуха одним часом.

**Влияние применения СИЗОД на снижение заболеваемости медработников**

Если концентрация загрязнений постоянна, а вред определяется преимущественно дозой попавших в организм загрязнений, неиспользование СИЗОД резко снижает защищённость работника. Неприменение СИЗОД с коэффициентом защиты 100 в течение 1/10 времени нахождения в загрязнённой атмосфере увеличивает дозу на порядок [20]. Но из-за недостатков самые распространённые в медучреждениях фильтрующие полумаски часто не используют своевременно [21]. Заражение возможно и по дороге на работу, и дома, и не только ингаляционным путём.

Может быть, по указанным причинам опубликованные данные о влиянии СИЗОД на заболеваемость медработников очень противоречивы. Опубликованы результаты, показывающие, что конечный эффект (снижение заболеваемости медработников) при использовании фильтрующих полумасок и хирургических масок практически одинаков [22, 23]. Если бы эти СИЗ использовались вовремя, и ингаляционное поступление микробов было основным, результат не мог бы быть схожим, так как хирургические маски пропускают до 50% воздуха без очистки через зазоры между маской и лицом, а степень очистки воздуха фильтром может быть очень низкой. В то же время использование респираторов-полумасок и медицинских масок снижает заболеваемость медиков [24] в некоторой степени; значительное снижение загрязнённости вдыхаемого воздуха у СИЗОД с подачей воздуха не привело к такому же значительному снижению заболеваемости при их применении [25].

<sup>2</sup> № 2138 в ГН 2.2.5.3532-18 ПДКрз. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71829532/>

<sup>3</sup> Health and Safety Executive (UK). Respiratory protective equipment at work, 4 ed., 2013. <https://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg53.htm> (accessed 28 August 2020).

## Ситуация в РФ

Трудовой кодекс<sup>4</sup> обязывает работодателя защищать работников от чрезмерного воздействия вредных производственных факторов, а если снижение воздействия до ПДКрз невозможно — обеспечивать работников сертифицированными СИЗ, соответствующими требованиям охраны труда. Попытки использовать СИЗОД в медучреждениях предпринимались много раз, но безуспешно. Это может отчасти объясняться тем, что действие [18] не распространяется на медицинские средства защиты; а требования к промышленным противоаэрозольным СИЗОД не учитывают особенности защиты от биоаэрозолей. Промышленный СИЗОД проектируется под требования: работа 8 ч при запылённости до 400 мг/м<sup>3</sup>, устойчивость к кратковременному воздействию открытого огня, а требований к дезинфекции нет. Сертификация СИЗОД в РФ проводилась не вполне корректно (например, на фильтрующую полумаску выдали сертификат, где написано, что она соответствует требованиям к маскам из непроницаемых материалов; выдавали сертификаты на СИЗОД, не проверявшиеся как средства защиты от газов, но в сертификате указывали на возможность их использования при концентрации газа выше 1 ПДКрз; не проводились проверки качества изделий, изготовленных после выдачи сертификата). Кроме того, медработники многие десятилетия сталкивались с конечным результатом использования «высокоэффективных» полумасок «с фильтрами большой пылеёмкости» (умиравшими от пневмокониозов шахтёрами).

После распространения коронавирусной инфекции были разработаны санитарные правила<sup>5</sup>. Согласно п. 3.11, для защиты от ингаляционного поступления микроорганизмов 2-го класса патогенности используют фильтрующие полумаски, а при выполнении процедур, создающих повышенный риск, — пневмошлемы. Требование использовать СИЗОД с подачей воздуха в шлем (более эффективных) при повышенном риске является большим шагом вперёд, дифференцируя СИЗОД разных типов по их эффективности.

Отличиями данного документа от, например, [6] в том, что нет дифференцирования уровня риска в зависимости от эффективности средств коллективной защиты и нет указаний по использованию СИЗОД всех других конструкций (фильтрующих с и без принудительной подачи воздуха в лицевую часть из непроницаемых материалов). Реализовать требование СП использовать шланговые СИЗОД при повышенном уровне риска сложно, так как в большинстве медучреждений нет сети трубопроводов с пригодным для дыхания сжатым воздухом для пневмошлемов, и из-за неудобств, создаваемых шлангом. Основным (фактически — единственным) средством защиты медработников в РФ становятся низкоэффективные фильтрующие полумаски, «обеспечивающие фильтрацию 99% твёрдых и жидких частиц» (но пропускающие много неочищенного воздуха через зазоры между маской и лицом). В отличие от [5, 6] требования проверять, соответствует ли маска лицу и умеет ли работник её правильно надевать, — тоже нет. Это может привести к повышенному риску заражения медработников. В более позднем постановлении не упомянуты не только другие СИЗОД, но и пневмошлемы<sup>6</sup>. Допустимость неоднократного использования респираторов не рассмотрена ни в одном из документов.

Таким образом, выбор и применение СИЗОД для профилактики ингаляционного поступления биоаэрозолей на момент подготовки настоящей статьи происходили в условиях

отсутствия научно обоснованных рекомендаций и полноценного правового регулирования. Другими особенностями ситуации в РФ являются полное отсутствие технических средств для проверки соответствия маски лицу российского производства и то, что в РФ производится лишь одна модель СИЗОД с принудительной подачей воздуха — Нива-2М<sup>7</sup>. Защиту российских медработников от ингаляционного поступления различных биоаэрозолей необходимо улучшить, предусмотрев следующие мероприятия:

1. Необходимо разработать и внедрить мобильные фильтровентиляционные установки для очистки воздуха в режиме рециркуляции; а процедуры, приводящие к повышенному образованию биоаэрозоля, проводить, разместив больного под укрытием местного отсоса.

2. То, что [18] не распространяется на СИЗОД медицинского назначения, позволяет Роспотребнадзору устранить правовой вакуум, разработав свои требования, включив в них:

- методы дезинфекции респираторов. Те, которые нельзя дезинфицировать, не должны сертифицироваться;
- оценку воздействия CO<sub>2</sub> с учётом изменения концентрации при вдохе, результат обязательно сообщается потребителю;
- требования к PAPR могут быть расширены на СИЗОД с питанием по проводам. Это позволит быстро повысить объём их выпуска и обеспечить часть медиков недорогими СИЗОД повышенной эффективности.

3. Необходимо разработать требования к выбору и применению СИЗОД, включив в них:

- оценку уровня риска (для выбора). Можно использовать [6], учитывая продолжительность работы в загрязнённой атмосфере;
- учёт воздействия углекислого газа на работника. Выбирая модель СИЗОД для защиты работника в известных (или ожидаемых) условиях труда, работодатель должен знать, какое воздействие она окажет на работника при разном потреблении воздуха, и он не должен требовать от работника использовать СИЗОД так, чтобы воздействие превышало ПДКрз;
- требование проводить индивидуальный подбор и проверку маски (*fit test*);
- организацию многократного использования СИЗОД при их нехватке (проведение дезинфекции).

4. СИЗОД всех типов оказывают негативное влияние на работника, вследствие чего их часто не применяют в загрязнённой атмосфере. По мнению западных специалистов, в промышленности происходит стихийный профессиональный отбор — работники, хуже переносящие носку СИЗОД, чаще меняют работу. С учётом специфики медучреждений желательно организовать профотбор заранее, возможно, уже на этапе приёма на обучение.

## Заключение

1. Применение фильтрующих полумасок с большой вероятностью приводит к воздействию на медицинских работников CO<sub>2</sub> при концентрации, превышающей максимально разовую ПДКрз более чем в 2 раза. Наказывать их за неиспользование «средства защиты», которое может также не соответствовать уровню риска по защитным свойствам, неэтично.

2. Для профилактики распространения инфекционных заболеваний необходимо использовать в первую очередь средства коллективной защиты, организационные и медико-профилактические мероприятия. К ним можно также отнести использование медицинских масок больными и потенциально больными людьми.

3. Необходима гармонизация требований и практики защиты от ингаляционного поступления биоаэрозолей в РФ с лучшими западными образцами.

<sup>7</sup> Ключков В.Н. и соавт. Средства индивидуальной защиты персонала предприятий атомной промышленности и энергетики. Каталог-справочник. М.: Госкорпорация «Росатом»; 2015.

<sup>4</sup> Статья 219. <https://www.zakonrf.info/tk/219/> (accessed 28 August 2020).

<sup>5</sup> СП 3.1.3597-20 Профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19). <https://rg.ru/2020/05/27/rospotrebnadzor-post15-site-dok.html> (accessed 28 August 2020).

<sup>6</sup> Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 13.07.2020 г. № 20 «О мероприятиях по профилактике гриппа и острых респираторных вирусных инфекций, в том числе новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в эпидемическом сезоне 2020–2021 годов». <https://rg.ru/2020/07/30/rospotrebnadzor-post20-site-dok.html>

## Литература

(п.п. 4–15, 17, 19–25 см. References)

1. Измеров Н.Ф., Кириллов В.Ф., ред. *Гигиена труда*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2010.
2. Калачев А.И. *Мой Чернобыль*. М.: ЭСКА; 2005.
3. Капцов В.А., Чиркин А.В. Выбор работодателем средств индивидуальной защиты органов дыхания в зависимости от результатов их испытаний на рабочих местах (обзор). *Гигиена и санитария*. 2019; 98(8): 845–50. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-8-845-850>
4. Вассеев И.А. Недостатки противопылевых фильтрующих респираторов. *Горный журнал*. 1954; (6): 59–61.
5. ТР ТС 019/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты». Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902320567>

## References

1. Izmerov N.F., Kirillov V.F., eds. *Occupational Hygiene [Gigiena truda]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2010. (in Russian)
2. Kalachev A.I. *My Chernobyl [Moy Chernobyl']*. Moscow: ESKA; 2005. (in Russian)
3. Kaptsov V.A., Chirkin A.V. The selection of the respirators as a result of studies of their workplace protection factors (review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(8): 845–50. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-8-845-850>
4. Assigned Protection Factors. Available at: <https://www.govinfo.gov/app/details/FR-2003-06-06/03-13749>
5. OSHA Standard 29 CFR 1910.134 Respiratory protection. Available at: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/29/1910.134>
6. McCullough N.V., Brosseau L.M. Selecting respirators for control of worker exposure to infectious aerosols. *Infect. Control. Hosp. Epidemiol.* 1999; 20(2): 136–44. <https://doi.org/10.1086/501602>
7. Lenhart S.W., Seitz T., Trout D., Bollinger N. Issues affecting respirator selection for workers exposed to infectious aerosols: emphasis on healthcare settings. *Appl. Biosaf.* 2004; 9(1): 20–36. <https://doi.org/10.1177/153567600400900104>
8. Canadian Standard Association. CAN/CSA Z94.4-11. Selection, use and care of respirators. Mississauga: CSA; 2012.
9. California Code of Regulations, Title 8, Section 5199. Aerosol Transmissible Diseases. Available at: <https://www.dir.ca.gov/title8/5199.html>
10. Wizner K., Stradtman L., Novak D., Shaffer R. Prevalence of Respiratory protective devices in U.S. health care facilities. *Workplace Health Saf.* 2016; 64(8): 359–68. <https://doi.org/10.1177/21650799166657108>
11. The Joint Commission. Implementing Hospital Respiratory Protection Programs: Strategies from the Field. 2014. Available at: <https://www.jointcommission.org/resources/patient-safety-topics/infection-prevention-and-control/respiratory-protection/hospital-respiratory-protection-resources-and-projects/>
12. Foo C.C.I., Goon A.T.J., Leow Y., Goh C. Adverse skin reactions to personal protective equipment against severe acute respiratory syndrome – a descriptive study in Singapore. *Contact Dermatitis*. 2006; 55(5): 291–4. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2006.00953.x>
13. Lim E.C.H., Seet R.C.S., Lee K.H., Wilder-Smith E.P.V., Chuah B.Y.S., Ong B.K.C. Headaches and the N95 face-mask amongst healthcare providers. *Acta Neurol. Scand.* 2006; 113(3): 199–202. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.2005.00560.x>
14. Sinkule E.J., Powell J.B., Goss F.L. Evaluation of N95 respirator use with a surgical mask cover: effects on breathing resistance and inhaled carbon dioxide. *Ann. Occup. Hyg.* 2013; 57(3): 384–98. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mes068>
15. Roberge R.J., Coca A., Williams W.J., Powell J.B., Palmiero A.J. Physiological impact of the N95 filtering facepiece respirator on healthcare workers. *Respir. Care*. 2010; 55(5): 569–77. <https://rcjournal.com/content/55/5/569>
16. Vaseev I.A. Shortcomings of the negative pressure filtering half mask respirators. *Gornyy zhurnal*. 1954; (6): 59–61. (in Russian)
17. Sinkule E., Turner N., Hota S. Automated breathing and metabolic simulator (ABMS) CO<sub>2</sub> test for powered and non-powered air-purifying respirators, airline respirators, and gas mask. 2003. Available at: <https://www.cdc.gov/niosh/nioshtic-2/20022781.html> (accessed 28 August 2020).
18. TR TS 019/2011. Technical Regulation of the Eurasian Customs Union «On the safety of personal protective equipment». Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902320567> (in Russian)
19. Better respiratory equipment using advanced technologies for healthcare employees (BREATHE). Available at: <https://www.cdc.gov/niosh/npptl/hospresptoolkit/pdfs/ProjectBREATHE-final-report-508.pdf>
20. Janssen L., Ettinger H., Graham S., Shaffer R. The Use of Respirators to Reduce Inhalation of Airborne Biological Agents. *J. Occup. Environ. Hyg.* 2013; 10(8): D97–103. <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.799964>
21. Radonovich L.J., Cheng J., Shenal B.V., Hodgson M., Benderet B.S. Respirator tolerance in health care workers. *JAMA*. 2009; 301(1): 36–8. <https://doi.org/10.1001/jama.2008.894>
22. Loeb M., Dafoe N., Mahony J., John M., Sarabia A., Glavin V., et al. Surgical mask vs N95 respirator for preventing influenza among health care workers. A randomized trial. *JAMA*. 2009; 302(17): 1865–71. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.1466>
23. MacIntyre C.R., Wang Q., Cauchemez S., Seale H., Dwyer D.E., Yang P., et al. A cluster randomized clinical trial comparing fit-tested and non-fit-tested N95 respirators to medical masks to prevent respiratory virus infection in health care workers. *Influenza Other Respir. Viruses*. 2011; 5(3): 170–9. <https://doi.org/10.1111/j.1750-2659.2011.00198.x>
24. Offeddu V., Yung C.F., Low M.S.F., Tam C.C. Effectiveness of masks and respirators against respiratory infections in healthcare workers: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Infect. Dis.* 2017; 65(11): 1934–42. <https://doi.org/10.1093/cid/cix681>
25. Licina A., Silvers A., Stuart R.L. Use of powered air-purifying respirator (PAPR) by healthcare workers for preventing highly infectious viral diseases – a systematic review of evidence. *Syst. Rev.* 2020; (9): 173. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01431-5>