

EDN: <https://elibrary.ru/swknai>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-5-336-343>

УДК 616-057-035.2:614.89"312":61:67:63(045)

© Коллектив авторов, 2023

Трубецков А.Д.¹, Махонько М.Н.², Шкробова Н.В.², Шелехова Т.В.²**Проблемы использования средств индивидуальной защиты в современных условиях**¹Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, ул. Заречная, 1А/1, Саратов, 410022;²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Минздрава РФ, ул. Большая Казачья, 112, Саратов, 410012

Использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) — один из способов сохранения здоровья работающих лиц в неблагоприятных условиях труда. СИЗ остаются одним из ключевых инструментов для минимизации влияния вредных и опасных факторов. СИЗ созданы и применяются для снижения несчастных случаев, серьезных травм, отравлений, вероятности развития профессионально обусловленных, профессиональных заболеваний, которые часто остаются не выявленными. Важно рационально использовать СИЗ работниками различных отраслей. Эффективность их применения на рабочих местах во многом зависит от правильного выбора, информированности работодателем о рисках, обучения способам проверки исправности, корректного использования, контроля. Отсутствие обучения или его недостаточность приводят к неизбежным ошибкам при выборе и применении СИЗ. К сожалению, не все существующие СИЗ достаточно эффективны, поскольку они не всегда надлежащего качества, не индивидуально подобраны, не способны подавать предупреждающие сигналы о наличии опасности. Работникам следует принимать во внимание, что СИЗ могут создавать: вредные и иногда опасные для здоровья неудобства; превратить ощущение безопасности при неправильном использовании, потере эффективности при неверном хранении или обслуживании; усложнять условия работы. Правильное применение СИЗ зависит от поведения трудящегося. Целесообразно учитывать характер трудовых операций и тяжесть выполняемых работ; защитные свойства СИЗ, зависящие от типа и качества материалов, применяющихся для их изготовления; дизайн изделия. Грамотный подбор СИЗ, соблюдение сроков их эксплуатации позволяют снизить профессиональные риски. На сегодняшний день специалистами разработаны современные «умные» СИЗ, а также интеллектуальные системы для повышения эффективности существующих СИЗ.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты; работники; безопасность; защита; использование; применение; эффективность

Для цитирования: Трубецков А.Д., Махонько М.Н., Шкробова Н.В., Шелехова Т.В. Основные проблемы использования средств индивидуальной защиты в современных условиях. *Мед. труда и пром. экол.* 2023; 63(5): 336–343. <https://elibrary.ru/swknai> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-5-336-343>

Для корреспонденции: Трубецков Алексей Дмитриевич, ведущий научный сотрудник, Саратовский МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», д-р мед. наук, профессор. E-mail: adtrubetskoy@gmail.com

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 03.04.2023 / Дата принятия к печати: 21.04.2023 / Дата публикации: 05.05.2023

Alexey D. Trubetskoy¹, Margarita N. Makhonko², Natalia V. Shkrobova², Tatiana V. Shelekhova²**Problems of using personal protective equipment in modern conditions**¹Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 1/1A, Zarechnaya St., Saratov, 410022;²Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, 112, Bolshaya Kazachya St., Saratov, 410012

The use of personal protective equipment (PPE) is one of the ways to preserve the health of employees in adverse working conditions. PPE remains one of the key tools for minimizing the impact of harmful and dangerous factors. Scientists create and use PPE to reduce accidents, serious injuries, poisoning, the likelihood of developing professionally caused, occupational diseases that often remain undetected. It is important to use PPE efficiently by employees of various industries. The effectiveness of their use in the workplace largely depends on the right choice, the employer's awareness of the risks, training in ways to check the serviceability, correct use, control. The lack of training or its insufficiency leads to inevitable mistakes in the selection and application of PPE. Unfortunately, not all existing PPE are effective enough, because they are not always of proper quality, are not individually selected, and are not able to give warning signals about the presence of danger. Employees should take into account that PPE can create: harmful and sometimes dangerous inconveniences for health; a false sense of security in case of improper use, loss of efficiency in case of incorrect storage or maintenance; complicate working conditions. The correct use of PPE depends on the behavior of the worker. It is advisable to take into account the nature of labor operations and the severity of the work performed; the protective properties of PPE, depending on the type and quality of materials used for their manufacture; product design. Competent selection of PPE, compliance with the terms of their operation can reduce professional risks. To date, specialists have developed modern "smart" PPE, as well as intelligent systems to improve the efficiency of existing PPE.

Keywords: personal protective equipment; workers; safety; protection; use; application; efficiency

For citation: Trubetskoy A.D., Makhonko M.N., Shkrobova N.V., Shelekhova T.V. Problems of using personal protective equipment in modern conditions. *Med. труда i prom. ekol.* 2023; 63(5): 336–343. <https://elibrary.ru/swknai> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-5-336-343> (in Russian)

For correspondence: Alexey D. Trubetskoy, the Leading Researcher of Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Dr. of Sci. (Med.), Professor. E-mail: adtrubetskoy@gmail.com

Information about the authors: Trubetskoy A.D. <https://orcid.org/0000-0002-8890-0921>

Makhonko M.N. <https://orcid.org/0000-0001-6321-459X>

Shkrobova N.V. <https://orcid.org/0000-0002-2589-7403>Shelekhova T.V. <https://orcid.org/0000-0002-4737-7695>**Funding.** The study had no funding.**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

Received: 03.04.2023 / Accepted: 21.04.2023 / Published: 05.05.2023

Создание СИЗ на рабочих местах имеет большую историю. Их развитие шло параллельно с развитием технологий в промышленности и сельском хозяйстве, появлением новых профессий, рабочих мест. В связи с этим, на каждом этапе существовала необходимость изучения новых вызовов, обобщения опыта и рассмотрения возможностей перспектив создания новых средств и методов.

На производствах, связанных с воздействием вредных и опасных производственных факторов, работникам выдаются СИЗ (специальная защитная одежда и обувь; технические средства; смывающие и обезвреживающие средства) за счёт предприятия. Существует современный метод *agile*-подход (перевод англ. — проворный, ловкий) — это гибкое управление проектами, осуществляющееся небольшими частями или блоками, принятое для совершенствования работы в разных областях и сферах деятельности, в том числе производственной (охране труда).

Причинами для приобретения и выдачи средств являются специальная оценка условий труда, и другие процедуры, которые могут включать то, что специалист по охране труда выясняет у работников на предприятии, что они сами считают опасным в своей повседневной работе. Получив эту информацию, он привлекает сотрудников сервисных и инжиниринговых служб, которые оперативно находят возможности решения возникших проблем [1]. На основании анализа нормативных документов и практики обеспечения СИЗ, в частности, на предприятии нефтегазового комплекса выявлены основные этапы бизнес-процесса «Управление СИЗ» — автоматизация учёта, методы контроля использования сотрудниками личных и дежурных СИЗ: маркировка средств защиты путём штрихкодирования, нанесением двухмерных кодов (QR-кодов) или RFID-меток. Комплексное использование информационных систем позволяет увеличить уровень производственной безопасности в организации [2]. Реальное и эффективное управление любым бизнесом начинается только тогда, когда руководители предприятий начинают по-настоящему управлять безопасностью труда. С повышением уровня безопасности труда возрастает уровень трудовой и производственной дисциплины, снижается уровень производственного травматизма и аварийности, количество вынужденных простоев и брака, увеличивается надёжность осуществления всех трудовых и производственных процессов, повышается уровень эффективности, качества и производительность труда [3]. Процедура обучения компетентного лица включает только программы и методики, разработанные производителями, и каждый производитель выдаёт сертификат на проведение проверки своих СИЗ. При этом сертификат, выданный учебным заведением, не позволяет проводить полноценную проверку продукции без сертификата производителя. Например, страховочная привязь является частью системы безопасности при работе на высоте. Для снижения риска падения с высоты её использование является обязательным [4].

Во многих странах для рационального выбора и применения СИЗ действуют требования к работодателю, принимающие во внимание отличие фактической эффективности от контрольно-лабораторной, реализация которых

способствует обеспечению работников соответственной защитой. Также в ряде стран имеются стандарты для сертификации СИЗ. Существующие в настоящее время отраслевые нормы выдачи современных СИЗ по профессиям охватывают многие развитые в России экономические отрасли. Все СИЗ в США регулируются FDA (Управление по контролю за продуктами и лекарствами) и должны соответствовать применимым добровольным согласованным стандартам защиты. Добровольные согласованные стандарты могут также использоваться для демонстрации стерильности (когда это применимо), биосовместимости, стойкости к воздействию жидкостей и воспламеняемости [5].

Насущной необходимостью является наличие обязательных требований, предъявляемых к производству, идентификации и верификации СИЗ, в частности, в области использования атомной энергии России, поскольку применение некачественных СИЗ, не соответствующих условиям труда, создаёт угрозу для здоровья работников [6].

Целью исследования являлся анализ российской и иностранной литературы о проблемах использования СИЗ работниками различных отраслей в современных условиях защиты от вредных и опасных производственных факторов, а также снижения их воздействия до безопасного уровня.

Проведён поиск и анализ современной отечественной и зарубежной литературы, отвечающей требованиям доказательной медицины и действующей нормативной базы в период с 2017 по 2022 гг. Использовались открытые базы научной литературы (*PubMed, Cochrane Library, CiteSeer, Elibrary*). Проанализированы сведения 236 научных трудов, из которых были отобраны 50 источников, наиболее корректно отвечающих поставленной цели.

Правильный выбор, обучение применению и использованию СИЗ, способных обеспечивать защиту и уменьшать дискомфорт, который испытывают трудящиеся различных отраслей при выполнении своей работы, необходимы и важны, так как от них зависят здоровье и жизнь работающих лиц. Например, чтобы избежать контакта со спорами плесневого гриба *Cryptostroma corticale*, лица, имеющие профессиональный контакт с заражёнными деревьями или древесиной, например, дровосеки, лесники, лесопильщики или работники бумажной фабрики, носят СИЗ [7]. Для предотвращения возникновения табакоза (симптомы которого сходны с симптомами, вызванными воздействием пестицидов или тепловым истощением), фермеры табачных плантаций используют СИЗ: водостойкую одежду, химически стойкие перчатки, пластиковые фарушки и дождевики с ботинками. Сборщики табака могут подвергаться воздействию табака на большие участки своего тела, несмотря на ношение рабочей одежды, из-за значительного контакта с ним. Контакт с влажным табаком и ношение рабочей одежды, намочшей от росы или пота, могут увеличить воздействие и поглощение никотина через кожу [8]. Задача состоит в том, чтобы работодатель гарантировал, что методы выращивания и переработки табака изменятся, увеличивая использование СИЗ во время сбора урожая и сортировки, а не только в период применения пестицидов, избегая проблем со здоровьем. Респираторы,

спецодежда и спецобувь используются работниками данной отрасли в качестве СИЗ.

Пестициды воздействуют на кожу сборщиков клубники. Участвующие в сборе урожая сборщики в Санта-Мари, Калифорнии, надевают нитриловые перчатки при сборе клубники [9]. Высокий уровень несоблюдения правил использования СИЗ золотодобытчиками в районе Бибиани Западного региона Ганы объясняется низким уровнем образования и апатией, поскольку большинство из них являются необразованными, или имеют только базовое образование, или не прошли какой-либо формы обучения технике безопасности при обработке ртутью и обращении с ней [10]. Для мотивации использования СИЗ необходима информированность работников, что может быть решено на уровне предприятия, но преимущественно должно решаться на государственном уровне. Ряд стран Южной Африки разработали политику и руководящие принципы (обучение, СИЗ и управленческая поддержка) для обеспечения безопасности от высоких уровней ультрафиолетового излучения работников, трудящихся на открытом воздухе на солнце с повышенным риском заболеваний глаз и кожи [11].

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) в современных условиях играют важную роль в защите работников от воздушных загрязнений. Выполнение работодателями в РФ всех имеющихся требований к обеспечению работников СИЗОД не предотвращает случаи выдачи неэффективных СИЗОД и не обеспечивает профилактику профзаболеваний [12]. Написана программа по защите органов дыхания, предполагающая сохранение здоровья, качество СИЗОД, обучение и организацию их применения. Она составлена в формате дополнения стандартов по респираторной защите для поддержания минимального уровня качества изделий.

Применение новых типов респираторов с фильтрующими элементами, специфически защищающими органы дыхания рабочих промышленных предприятий от вредных газов промышленности, сохраняет здоровье и их работоспособность на долгое время [13]. При работе во вредных условиях труда, ликвидации аварий, пожаров и чрезвычайных ситуаций применение СИЗОД также способствует защите трудящихся от вредных внешних факторов. Ситуация, связанная с деятельностью медицинских работников при эпидемиях, распространяющихся воздушно-капельным путём, в частности, при пандемии коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 предъявила новые требования к средствам защиты. Это связано с длительностью ношения защитных средств, необходимостью выполнения в них сложных манипуляций, что не должно сказываться на безопасности [14]. Многие материалы, используемые при изготовлении таких СИЗ, имеют низкую воздухо- и паропроницаемость, что в итоге может способствовать перегреванию организма даже в комфортной температурной среде. На основании физиолого-гигиенической оценки теплового состояния организма медицинских работников, одетых в СИЗ для защиты от биологических факторов, возникает напряжение терморегуляторных реакций в течение трудового дня, к третьему часу работы, соответствующее допустимому уровню для продолжительности работы не более трёх часов за рабочую смену [15].

Стоматологи подвергаются непосредственному воздействию потенциально патогенных микроорганизмов, что представляет профессиональный риск, несмотря на использование масок и очков [16]. В условиях повышен-

ного напряжения медицинские работники длительно используют различные виды СИЗ. Обнаружено, что тяжесть кожной реакции в значительной степени связана с длительным использованием СИЗ в течение дня, особенно у женщин [17]. В. Abtahi-Naein рекомендует обеспечить правильное и разумное использование перчаток и их частую смену во время больших периодов работы, особенно медицинскими работниками [18]. Вследствие утомления дыхательной мускулатуры довольно быстро нарастает психоэмоциональное напряжение, возникает стресс, что служит отказом от использования СИЗОД [19]. СИЗ, которые обычно используются для защиты врачей, создают целый ряд физиологических и психологических стрессоров, которые могут ухудшить их работоспособность. Современные медицинские СИЗ защищают медицинских работников, но часто их трудно надевать и снимать, они неудобны и могут повлиять на отношение к пациентам. Совершенствование конструкции СИЗ может помочь сохранить работоспособность врача, особенно в условиях, когда это оборудование будет использоваться в течение длительного периода времени [20].

При грамотном выборе СИЗОД их эффективность при эксплуатации зависит от правильности подбора лицевой части, плотного прилегания к лицу работника для отсутствия зазоров, являющихся причиной попадания загрязняющих веществ в дыхательные пути. Несмотря на то, что маска может иметь отличные фильтрующие материалы, капли могут просачиваться в лицевую часть, если нет надлежащего лицевого уплотнения. При наличии утечек любой тип маски фактически не обеспечивает защиту независимо от её номинальной эффективности фильтрации [21]. Основным фильтрующим материалом маски является полипропиленовая ткань [22]. Также С.М. Sterr et al. [23] рекомендуют носить маски для лица для обеспечения базовой защиты и снижения риска вдыхания частиц, находящихся в воздухе. Медицинские маски для лица показывают эффективность защиты от аэрозолей. Респираторы FFP2 могут быть полезны в ситуациях высокого риска заражения.

Клиническая эффективность маски для лица определяется фильтрующей способностью материала, подгонкой маски и соблюдением правил ношения маски. Бытовые ткани обладают определённой эффективностью фильтрации и, следовательно, потенциалом для удержания капель и защиты от вирусосодержащих частиц. Однако процент проникновения в тканевые маски выше, чем в хирургические маски или респираторы KN95 [24]. Е.М. Villanueva и R. Ahmad [25] разработали эргономичный респиратор с моющимся фильтром. Маска имеет функцию защиты от запотевания, угол обзора 180 градусов, эргономичный профиль. Тип интерфейса (оральный, назальный, ороназальный, носовые подушки, гибридная маска, шлем), размер, дизайн, материал и головные уборы влияют на комфорт в отношении многих моментов, таких как утечка воздуха, клаустрофобия, эритема кожи, раздражение глаз, разрушение кожи. Производители уделяют большое внимание разработке масок с точки зрения формы, материалов, комфорта и уменьшения утечек [26].

М.А. Рудаков и соавторы [27] описывают, что у работников угледобывающих предприятий при неиспользовании СИЗ часто возникают не только профессиональные заболевания, но и несчастные случаи. Последствием неиспользования СИЗ от общих производственных загрязнений и механических повреждений являются гной-

но-кожные поражения. В.А. Голод и соавторы [28] выявили зависимость теплового состояния работников угольных шахт от плотности загрязнения угольной пылью применяемых ими СИЗ. Исследование *S. Keer et al.* [29] показало, что использование СИЗ и надлежащая гигиена на рабочем месте связаны со значительным снижением риска возникновения симптомов нейротоксичности у маляров-распылителей ремонта транспортных средств, подвергающихся воздействию растворителя. Частое использование респиратора и перчаток влияет на появление симптомов нейротоксичности. Рабочие-металлурги, подвергающиеся воздействию смазочно-охлаждающих жидкостей, работники красильных и печатных фабрик, чистильщики кишечника на бойнях для свиней, уборщики и кухонные работники, ученики медсестёр, работники больниц, и ученики парикмахеров надевают перчатки для уменьшения контакта с раздражающими веществами [30]. Связь использования СИЗ с частотой несчастных случаев является малоисследованным вопросом, но проблема представляется актуальной.

Предоставление устройств защиты слуха работникам, подвергающимся воздействию опасного шума, является стратегией борьбы с шумом, часто используемой для предотвращения потери слуха, вызванной им. Однако СИЗ используются неправильно и непоследовательно, что объясняет их ограниченную эффективность [31]. Например, обязательное требование использования протекторов для ушей без индивидуального обучения их правильному ношению не оказывает заметного влияния на предотвращение потери слуха на заводе автозапчастей в Китае [32]. В то же время имеются данные о том, что обучение правильному вставлению ушных протекторов значительно снижает воздействие шума [33]. По данным Л.Н. Лузановой и соавторов [34] в качестве СИЗ при проведении лесозаготовительных работ трудящимися используются наушники. Э.И. Денисов [35] подчёркивает, что в Евросоюзе действуют нормы по шуму, дифференцированные по срочности принятия мер и учитывающие использование СИЗ органа слуха.

Эффективность обеспечения электромагнитной безопасности трудящихся в условиях влияния электромагнитных полей (ЭМП) радиочастотного диапазона посредством СИЗ характеризуется коэффициентом экранирования, выражающим степень ослабления интенсивности внешнего ЭМП, прошедшего через материал или СИЗ, и тем самым определяющим возможность снижения высокоинтенсивного ЭМП до безопасного уровня [36]. Примером эффективной защиты глаз и лица от ЭМП в диапазоне 0,3–300 ГГц могут служить очки ОРЗ-5 и щиток НС5-Р, в которых использованы минеральные защитные стёкла, покрытые прозрачной электропроводящей плёнкой диоксида олова, с эффективностью экранирования 25 дБ [37].

Наличие и надлежащая подгонка СИЗ остаются важными требованиями при использовании СИЗ среди работников радиационной медицины [38]. Недавно разработанные подвесные системы индивидуальной радиационной защиты исключают использование стандартного свинцового фартука, снижая вес и обеспечивая при этом большее ослабление и широкий охват, осуществляя оптимальную эргономику для предотвращения возникновения или обострения уже распространённых заболеваний позвоночника и суставов, значительно улучшая радиационную защиту оператора. Данная система состоит из широкого и толсто-

го фартука с большим лицевым щитком для защиты шеи, головы и глаз и подвешена над головой для обеспечения движения во всех плоскостях [39]. Повышенные показатели многоуровневых заболеваний межпозвоночных дисков наблюдаются у интервенционных рентгенологов, специализирующихся на малоинвазивных процедурах с использованием ультразвука, компьютерной томографии и рентгеноскопии, сообщавших об использовании свинцового фартука [40]. Возможно повторное использование комбинезонов после радиационной обработки. При этом подобные обработки оправданы исключительно в период широкомасштабных чрезвычайных ситуаций, когда отсутствуют производственные возможности для изготовления новых изделий. Обязательным условием их проведения является нахождение базы облучения в непосредственной близости от медицинских учреждений. Радиационная обработка должна осуществляться под строгим контролем аккредитованных испытательных центров [41]. При радиационной защите необходимо правильно использовать СИЗ, что может снизить поглощённую дозу хрусталиком и другими органами. Для медицинского персонала, работающего с ионизирующим излучением, важны обучение и подготовка по правильному использованию СИЗ [42]. Исследование *P.J. Clamp* и *S.J. Broomfield* [43] показало, что СИЗ, включающие маску FFP3 и щиток, закрывающий всё лицо, несовместимы с использованием операционного микроскопа; обзор операционного поля в большинстве случаев уменьшен до 10%. В ситуациях, связанных со сверхвысоко-частотным и радиационным излучением, крайне важно для работника понимать, что несмотря на отсутствие субъективных ощущений, неблагоприятное воздействие может присутствовать, и это требует мер защиты.

Использование «умных» СИЗ является действенным механизмом совершенствования управления охраной труда. Для снижения производственного травматизма и профессиональных заболеваний в качестве одного из «умных» СИЗ предложен шлем сварщика с автоматически затемняющимся светофильтром и принудительной подачей воздуха [44]. *S.D. Rajendram et al.* [45] разработали интеллектуальный защитный жилет, оснащённый металлодетекторами, мгновенно предупреждающие работников о наличии опасности, связанной с металлом. Данная конструкция позволяет снизить количество несчастных случаев на производстве, особенно в ночное время на строительных площадках с низкой видимостью. Создание новых и более эффективных СИЗ от ЭМИ может базироваться только на современных методах комплексного конструирования профессиональной и специальной одежды нового поколения с применением функциональных экранирующих материалов и наноконпозиций [46].

Развитие технологий промышленных экзоскелетов — способ защиты опорно-двигательного аппарата работника от чрезмерных физических нагрузок [47]. Данное направление совмещает в себе создание здоровьесберегающих технологий, представляющих собственно СИЗ, эргономичное приспособление для более эффективной работы и метод реабилитации, позволяющий продлить трудовое долголетие. Применение промышленных экзоскелетов верхних конечностей, направленных на удержание тяжёлого инструмента и поддержание оптимальной рабочей позы, а также разработанных для ассистирования производственных движений, представляется перспективным способом снижения тяжести труда путём оптимального перераспределения нагрузки на различные части

тела работающего, что будет способствовать повышению его работоспособности, снизить травматизм на производстве, количество профессиональных заболеваний. По своим возможностям они могут стать современными СИЗ [48]. Такие СИЗ нужны, чтобы облегчить труд и сохранить здоровье человека. М. Caeiro-Rodriguez et al. [49] в своём обзоре выделили два новых типа перчаток с полостями ткани и открытыми кончиками пальцев, в дополнение к общепризнанным, экзоскелетным и тканевым. «Умные» перчатки классифицированы в соответствии с тремя основными возможностями: оценка положения рук, пальцев и отслеживание движения, кинестетическая обратная связь и тактильная обратная связь. Обзор технологий показывает, что преобладают гибкие датчики с большим количеством вариаций, тенденцией к сочетанию технологий и слиянию датчиков. Кроме того, обычно включаются другие сопутствующие функции: датчики давления, взаимодействие с экраном и точки касания.

Передача информации содействует увеличению ассортимента СИЗ за счёт научно-технических исследований и оценки производственного риска с учётом возможного брака при приёме СИЗ [50]. Функциональность, эргономичность, минимизация физических затрат являются важными критериями при создании, производстве, использовании разных СИЗ.

СИЗ — необходимый инструмент и часть комплекса защиты работников различных отраслей, контактирующих с вредными и опасными факторами, для обеспечения безопасности труда и гигиены. Однако, при их применении у трудящихся лиц может возникать ряд проблем: недостаточное понимание частью работников необходимости и важности их использования для сохранения здоровья; отсутствие информированности работодателем о рисках возникновения несчастных случаев, серьёзных травм, от-

равлений, развития профессионально обусловленных, профессиональных заболеваний. Также у работающего персонала выявляются следующие сложности: снижение защитных свойств СИЗ и их прочности; неудобства эксплуатации СИЗ; отсутствие возможности индивидуального подбора средств защиты; интенсивность воздействия производственных факторов; сложность, активность трудовых операций и тяжесть выполняемых работ; пониженная защита от общих производственных загрязнений, биологических факторов, механических, температурных воздействий, радиоактивных загрязнений, рентгеновских излучений, статических нагрузок и других причин. Обучение сотрудников повышает их компетентность, приверженность предлагаемых СИЗ к использованию в неблагоприятных условиях труда. В настоящее время существует необходимость совершенствования СИЗ с учётом новых появляющихся рисков для их эффективного использования. Необходим активный диалог работодателей, специалистов гигиенического профиля и охраны труда, врачей и самих работников для выявления вновь возникающих проблем, предъявляемых изменившимися условиями труда и возрастающими требованиями к сохранению здоровья трудящегося населения. Для работодателя и предприятия гораздо дешевле покупать и внедрять СИЗ и СИЗОД, чем осуществлять дорогостоящие мероприятия по изменению технологии и реконструкции опасных и вредных производств. Добавим, что в современных условиях существуют потребность и возможности изготавливать СИЗ не только в значении «индивидуального» в смысле личного использования, но и индивидуализации создания и подгонки под конкретного работника. Это повышает эффективность и символическую ценность для пользователя, что может способствовать более бережному отношению, продлению срока службы и рациональному использованию.

Список литературы

- Сердюк В.С., Ковальковская Н.О., Кулешов В.В. *Agile-подход к управлению охраной труда. Безопасность как фактор устойчивого развития общества*. Симферополь: Изд-во: Ариал; 2019: 233–8.
- Атрушкевич П.Д., Фомина Е.Е. Автоматизация бизнес-процесса «Управление средствами индивидуальной защиты». *Безопасность жизнедеятельности*. 2020; 6(234): 3–7.
- Маженов С.А. Безопасный труд — важнейшая составляющая эффективного производства. *Экономика труда*. 2022; 9(3): 713–30. <https://doi.org/10.18334/et.9.3.114424>
- Бабакова А.В. Определение критериев осмотра средств индивидуальной защиты на примере полной страховочной привязи. *Дневник науки*. 2022; 3(63): 42.
- Karim N., Afroj S., Lloyd K., Oaten L.C., Andreeva D.V., Carr C. et al. Sustainable personal protective clothing for healthcare applications: a review. *ACS Nano*. 2020; 14(10): 12313–40. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c05537>
- Рубцов В.И., Требухин А.Б., Нефедов А.Ю., Клочкова Е.В., Оленина И.В., Зиновьев В.П. Актуальные вопросы обеспечения работников радиационно опасных производств средствами индивидуальной защиты. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2021; 66(1): 25–8. <https://doi.org/10.12737/1024-6177-2021-66-1-25-28>
- Braun M., Klingelhofer D., Groneberg D.A. Sooty bark disease of maples: the risk for hypersensitivity pneumonitis by fungal spores not only for woodman. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2021; 16(1): 2. <https://doi.org/10.1186/s12995-021-00292-5>
- Fotadar S., Fotadar V. Green Tobacco Sickness: A Brief Review. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2017; 21(3): 101–4. https://doi.org/10.4103/ijoem.IJOEM_160_17
- Jiang W., Hernandez B., Richmond D., Yanga N. Harvesters in strawberry fields: a literature review of pesticide exposure, an observation of their work activities, and a model for exposure prediction. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2017; 27: 391–7. <https://doi.org/10.1038/jes.2016.36>
- Afrifa J., Essien-Baidoo S., Ephraim R.K.D., Nkrumah D., Dankyira D.O. Reduced EGFR, elevated urine protein and low level of personal protective equipment compliance among artisanal small scale gold miners at Bibiani-Ghana: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2017: 601. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4517-z>
- Wright C.Y., Norval M. Health risks associated with excessive exposure to solar ultraviolet radiation among outdoor workers in South Africa: an overview. *Frontiers in Public Health*. 2021; 9: 678680. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.678680>
- 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>
- Рузуддинов С.Р., Рузденкова А.С., Рузуддинов Н.С., Жамашев Ж.Ж. Разработка фильтрующего элемента респиратора для нейтрализации вредных газов на промышленных предприятиях Казахстана. *Вестник КазНМУ*. 2018; 4: 131–4.
- Евдокимов В.И. Средства индивидуальной защиты органов дыхания: развитие патентования и структура изобретений в мире (2000–2019 гг.). *Медико-биологические и социально-*

- психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2021; 1: 66–81. <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2021-0-1-66-81>
15. Конюхов А.В., Герегей А.М., Лемешко В.И. Особенности теплового состояния медицинских работников при использовании средств индивидуальной защиты от биологических факторов. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(11): 801–3. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-801-803>
 16. Patil S., Moafa I.H., Bhandi S., Jafer M.A., Khan S.S., Khan S. et al. Dental care and personal protective measures for dentists and non-dental health care workers. *Disease-a-Month.* 2020; 66(9): 101056. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2020.101056>
 17. Nguyen C., Young F.G., McElroy D., Singh A. Personal protective equipment and adverse dermatological reactions among healthcare workers: survey observations from the COVID-19 pandemic. *Medicine (Baltimore).* 2022; 101(9): e29003. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000029003>
 18. Abtahi-Naeini B. Frequent handwashing amidst the COVID-19 outbreak: prevention of hand irritant contact dermatitis and other considerations. *Health Science Reports.* 2020; 3(2): e163. <https://doi.org/10.1002/hsr2.163>
 19. Бяловский Ю.Ю., Ракитина И.С. Роль частоты дыхательных движений в переносимости средств индивидуальной защиты органов дыхания. *American Scientific Journal.* 2021; 49–1: 23–7.
 20. Ruskin K.J., Ruskin A.C., Musselman B.T., Harvey J.R., Nesthus T.E., O'Connor M. COVID-19, personal protective equipment, and human performance. *Anesthesiology.* 2021; 134: 518–25. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003684>
 21. Santarsiero A., Giustini M., Quadrini F., D'Alessandro D., Fara G.M. Effectiveness of face masks for the population. *Annali di igiene.* 2021; 33(4): 347–59. <https://doi.org/10.7416/ai.2020.2390>
 22. Li X., Ding P., Deng F., Mao Y., Zhou L., Ding C. et al. Wearing time and respiratory volume affect the filtration efficiency of masks against aerosols at different sizes. *Environmental Technology and Innovation.* 2022; 5: 102165. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102165>
 23. Sterr C.M., Nickel L.-L., Stranzinger C., Nonnenmacher-Winter C.I., Gunther F. Medical face masks offer self-protection against aerosols: an evaluation using a practical in vitro approach on a dummy head. *PLoS ONE.* 2021; 16(3): e0248099. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248099>
 24. Jain M., Kim S.T., Xu C., Li H., Rose G. Efficacy and use of cloth masks: a scoping review. *Cureus.* 2020; 12(9): e10423. <https://doi.org/10.7759/cureus.10423>
 25. Villanueva E.M., Ahmad R. An open-source powered and ergonomic personal protective respirator for frontline COVID-19 response. *HardwareX.* 2021; 10: e00223. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2021.e00223>
 26. Scala R., Accurso G., Ippolito M., Cortegiani A., Iozzo P., Vitale F. et al. Material and technology: back to the future for the choice of interface for non-invasive ventilation — a concise review. *Respiration.* 2020; 99(9): 800–17. <https://doi.org/10.1159/000509762>
 27. Рудаков М.А., Степанова Л.В., Экгарт В.И. Особенности использования работниками шахтерских костюмов от общих производственных загрязнений и механических повреждений при добыче угля подземным способом. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).* 2017; 55–1: 539–46.
 28. Голод В.А., Рудаков М.А., Степанова Л.В. Обоснование параметров средств индивидуальной защиты работников для обеспечения теплового комфорта подземного персонала угольных шахт. *Безопасность труда в промышленности.* 2019; 5: 52–8. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2019-5-52-58>
 29. Keer S., McLean D., Glass B., Douwes J. Effects of personal protective equipment use and good workplace hygiene on symptoms of neurotoxicity in solvent-exposed vehicle spray painters. *Annals of Work Exposures and Health.* 2018; 62(3): 307–20. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx100>
 30. Bauer A., Ronsch H., Elsner P., Dittmar D., Bennett C., Schuttelaar M.L.A. et al. Interventions for preventing occupational irritant hand dermatitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2018; 4: CD004414. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004414.pub3>
 31. Doutres O., Terroir J., Jolly C., Gauvin C., Martin L., Negrini A. Towards a holistic model explaining hearing protection device use among workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2022; 19: 5578. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095578>
 32. Gong W., Zhao L., Li L., Morata T.C., Qiu W., Feng H.A. et al. Evaluating the effectiveness of earplugs in preventing noise-induced hearing loss in an auto parts factory in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021; 18(13): 7190. <https://doi.org/10.3390/ijerph18137190>
 33. Tikka C., Verbeek J.H., Kateman E., Morata T.C., Dreschler W.A., Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2017; 7: CD006396. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006396.pub4>
 34. Лузанова Л.Н., Соколова В.А., Марков В.А., Парфенопуло Г.К., Черных Л.Г. Снижение шумовых характеристик при проведении лесозаготовительных работ. *Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева.* 2018; 4(123): 221–6. https://doi.org/10.46960/1816-210X_2018_4_221
 35. Денисов Э.И. Шум на рабочем месте: ПДУ, оценка риска и прогнозирование потери слуха. *Анализ риска здоровью.* 2018; 3: 13–23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.02>
 36. Перов С.Ю., Белая О.В. Оценка эффективности средств индивидуальной защиты от электромагнитных полей радиочастотного диапазона. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 3: 18–22.
 37. Пальцев Ю.П., Походзей Л.В., Рубцова Н.Б., Перов С.Ю., Белая О.В. Современные принципы и средства защиты работников от неблагоприятного воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона. *Гигиена и санитария.* 2017; 96(5): 451–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-5-451-455>
 38. Rose A., Rae W.I.D. Personal protective equipment availability and utilization among interventionalists. *Safety and Health at Work.* 2019; 10(2): 166–71. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.10.001>
 39. Rees C.R., Duncan B.W.C. Get the Lead off Our Backs! *Techniques in Vascular and Interventional Radiology.* 2018; 21(1): 7–15. <https://doi.org/10.1053/j.tvir.2017.12.003>
 40. Benjamin J.L., Meisinger Q.C. Ergonomics in the development and prevention of musculoskeletal injury in interventional radiologists. *Techniques in Vascular and Interventional Radiology.* 2018; 21(1): 16–20. <https://doi.org/10.1053/j.tvir.2017.12.004>
 41. Самойлов А.С., Удалов Ю.Д., Рубцов В.И., Зиновьев В.П., Оленина И.В., Тимошенко А.Н. и др. Радиационная обработка защитных комбинезонов и выбор средств индивидуальной защиты персонала, контактирующего с коронавирусной инфекцией. *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2020; 65(3): 85–94. <https://doi.org/10.12737/1024-6177-2020-65-3-85-94>
 42. Cornacchia S., Errico R., La Tegola L., Maldera A., Simeone G., Fusco V. et al. The new lens dose limit: implication for occupational radiation protection. *La radiologia medica.* 2019; 124: 728–735. <https://doi.org/10.1007/s11547-019-01027-7>
 43. Clamp P.J., Broomfield S.J. The challenge of performing mastoidectomy using the operating microscope with coronavirus disease 2019 personal protective equipment (PPE). *Journal of Laryngology and Otology.* 2020; 134: 739–43. <https://doi.org/10.1017/S0022215120001607>
 44. Зубкова Е.В., Самарина В.П. Совершенствование управления охраной труда на основе внедрения «умных» средств индивидуальной защиты. *Фундаментальные исследования.* 2020; 7: 36–41. <https://doi.org/10.17513/fr.42802>

45. Rajendram S.D., Wahab S.N., Yeap S.P. Design of a smart safety vest incorporated with metal detector kits for enhanced personal protection. *Safety and Health at Work*. 2020; 11(4): 537–42. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.06.007>
 46. Селезнев А.Б., Ефремов В.И., Комиссаров Н.В. Состояние проблемы создания средств индивидуальной защиты от электромагнитных излучений. *Военно-медицинский журнал*. 2019; 9: 50–9.
 47. Бухтияров И.В., Герегей А.М., Ефимов А.Р., Костылева Е.В. Промышленные экзоскелеты как средства обеспечения промышленной безопасности. Нормативно-техническое регулирование. *Безопасность труда в промышленности*. 2020; 12: 53–7. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2020-12-53-57>
 48. Орлов И.А., Алисейчик А.П., Меркулова А.Г., Комарова С.В., Белая О.В., Грибков Д.А. и др. Актуальность использования промышленных экзоскелетов для снижения количества профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата верхней части тела. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59(7): 412–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-412-416>
 49. Caeiro-Rodríguez M., Otero-González I., Mikic-Fonte F.A., Llamas-Nistal M. A systematic review of commercial smart gloves: current status and applications. *Sensors*. 2021; 21: 2667. <https://doi.org/10.3390/s21082667>
 50. Давыдов А.Ф., Ходанов Г.А. Определение производственного риска с целью повышения и изменения показателей безопасности тканей для средств индивидуальной защиты. *Дизайн и технологии*. 2022; 88(130): 72–9.
- ### References
1. Serdyuk V.S., Koval'kovskaya N.O., Kuleshov V.V. *Agile-approach to occupational health and safety management. Bezopasnost' kak faktor ustoychivogo razvitiya obshchestva*. Simferopol': Izd-vo: Arial; 2019: 233–238 (in Russian).
 2. Atrushkevich P.D., Fomina E.E. Automation of the business process «Management of personal protective equipment». *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2020; 6 (234): 3–7 (in Russian).
 3. Mazhkenov S.A. Safe work is the most important component of efficient production. *Ekonomika truda*. 2022; 9(3): 713–30. <https://doi.org/10.18334/et.9.3.114424> (in Russian).
 4. Babakova A.V. Determination of the criteria for the inspection of personal protective equipment on the example of a full safety harness. *Dnevnik nauki*. 2022; 3(63): 42 (in Russian).
 5. Karim N., Afroj S., Lloyd K., Oaten L.C., Andreeva D.V., Carr C. et al. Sustainable personal protective clothing for healthcare applications: a review. *ACS Nano*. 2020; 14(10): 12313–40. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c05537>
 6. Rubtsov V.I., Trebukhin A.B., Nefedov A.Yu., Klochkova E.V., Olenina I.V., Zinov'ev V.P. Topical issues of providing employees of radiation hazardous industries with personal protective equipment. *Meditinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*. 2021; 66(1): 25–8. <https://doi.org/10.12737/1024-6177-2021-66-1-25-28> (in Russian).
 7. Braun M., Klingelhofer D., Groneberg D.A. Sooty bark disease of maples: the risk for hypersensitivity pneumonitis by fungal spores not only for woodman. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2021; 16(1): 2. <https://doi.org/10.1186/s12995-021-00292-5>
 8. Fotedar S., Fotedar V. Green Tobacco Sickness: A Brief Review. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2017; 21(3): 101–4. https://doi.org/10.4103/ijoem. IJOEM_160_17
 9. Jiang W., Hernandez B., Richmond D., Yanga N. Harvesters in strawberry fields: a literature review of pesticide exposure, an observation of their work activities, and a model for exposure prediction. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2017; 27: 391–7. <https://doi.org/10.1038/jes.2016.36>
 10. Afrifa J., Essien-Baidoo S., Ephraim R.K.D., Nkrumah D., Dankyira D.O. Reduced EGFR, elevated urine protein and low level of personal protective equipment compliance among artisanal small scale gold miners at Bibiani-Ghana: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2017: 601. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4517-z>
 11. Wright C.Y., Norval M. Health risks associated with excessive exposure to solar ultraviolet radiation among outdoor workers in South Africa: an overview. *Frontiers in Public Health*. 2021; 9: 678680. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.678680>
 12. Kaptsov V.A., Chirkin A.V. The employer's choice of personal respiratory protection equipment, depending on the results of their tests at the workplace (review). *Gigiena i sanitariya*. 2019; 98(8): 845–50. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-8-845-850> (in Russian).
 13. Ruzuddinov S.R., Ruzdenova A.S., Ruzuddinov N.S., Zhamashev Zh.Zh. Development of a filter element of a respirator to neutralize harmful gases at industrial enterprises of Kazakhstan. *Vestnik KazNMU*. 2018; 4: 131–4 (in Russian).
 14. Evdokimov V.I. Respiratory personal protective equipment: the development of patenting and the structure of inventions in the world (2000–2019). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2021; 1: 66–81. <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2021-0-1-66-81> (in Russian).
 15. Konyukhov A.V., Geregey A.M., Lemeshko V.I. Features of the thermal condition of medical workers when using personal protective equipment against biological factors. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60(11): 801–803. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-801-803> (in Russian).
 16. Patil S., Moafa I.H., Bhandi S., Jafer M.A., Khan S.S., Khan S. et al. Dental care and personal protective measures for dentists and non-dental health care workers. *Disease-a-Month*. 2020; 66(9): 101056. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2020.101056>
 17. Nguyen C., Young F.G., McElroy D., Singh A. Personal protective equipment and adverse dermatological reactions among healthcare workers: survey observations from the COVID-19 pandemic. *Medicine (Baltimore)*. 2022; 101(9): e29003. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000029003>
 18. Abtahi-Naeini B. Frequent handwashing amidst the COVID-19 outbreak: prevention of hand irritant contact dermatitis and other considerations. *Health Science Reports*. 2020; 3(2): e163. <https://doi.org/10.1002/hsr2.163>
 19. Byalovskiy Yu.Yu., Rakitina I.S. The role of the frequency of respiratory movements in the tolerability of personal protective equipment of the respiratory system. *American Scientific Journal*. 2021; 49–1: 23–7 (in Russian).
 20. Ruskin K.J., Ruskin A.C., Musselman B.T., Harvey J.R., Nesthus T.E., O'Connor M. COVID-19, personal protective equipment, and human performance. *Anesthesiology*. 2021; 134: 518–25. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003684>
 21. Santarsiero A., Giustini M., Quadrini F., D'Alessandro D., Fara G.M. Effectiveness of face masks for the population. *Annali di igiene*. 2021; 33(4): 347–59. <https://doi.org/10.7416/ai.2020.2390>
 22. Li X., Ding P., Deng F., Mao Y., Zhou L., Ding C. et al. Wearing time and respiratory volume affect the filtration efficiency of masks against aerosols at different sizes. *Environmental Technology and Innovation*. 2022; 5: 102165. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102165>
 23. Sterr C.M., Nickel I.-L., Stranzinger C., Nonnenmacher-Winter C.I., Gunther F. Medical face masks offer self-protection against aerosols: an evaluation using a practical in vitro approach on a dummy head. *PLoS ONE*. 2021; 16(3): e0248099. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248099>
 24. Jain M., Kim S.T., Xu C., Li H., Rose G. Efficacy and use of cloth masks: a scoping review. *Cureus*. 2020; 12(9): e10423. <https://doi.org/10.7759/cureus.10423>

25. Villanueva E.M., Ahmad R. An open-source powered and ergonomic personal protective respirator for frontline COVID-19 response. *HardwareX*. 2021; 10: e00223. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2021.e00223>
26. Scala R., Accurso G., Ippolito M., Cortegiani A., Iozzo P., Vitale F. et al. Material and technology: back to the future for the choice of interface for non-invasive ventilation — a concise review. *Respiration*. 2020; 99(9): 800–17. <https://doi.org/10.1159/000509762>
27. Rudakov M.L., Stepanova L.V., Ekgart V.I. Features of the use of mining suits by workers from general industrial pollution and mechanical damage during underground coal mining. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*. 2017; 55–1: 539–46 (in Russian).
28. Golod V.A., Rudakov M.L., Stepanova L.V. Substantiation of parameters of personal protective equipment of workers to ensure thermal comfort of underground personnel of coal mines. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2019; 5: 52–8. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2019-5-52-58> (in Russian).
29. Keer S., McLean D., Glass B., Douwes J. Effects of personal protective equipment use and good workplace hygiene on symptoms of neurotoxicity in solvent-exposed vehicle spray painters. *Annals of Work Exposures and Health*. 2018; 62(3): 307–20. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx100>
30. Bauer A., Ronsch H., Elsner P., Dittmar D., Bennett C., Schuttelaar M.L.A. et al. Interventions for preventing occupational irritant hand dermatitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2018; 4: CD004414. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004414.pub3>
31. Doutres O., Terroir J., Jolly C., Gauvin C., Martin L., Negrini A. Towards a holistic model explaining hearing protection device use among workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19: 5578. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095578>
32. Gong W., Zhao L., Li L., Morata T.C., Qiu W., Feng H.A. et al. Evaluating the effectiveness of earplugs in preventing noise-induced hearing loss in an auto parts factory in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(13): 7190. <https://doi.org/10.3390/ijerph18137190>
33. Tikka C., Verbeek J.H., Kateman E., Morata T.C., Dreschler W.A., Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017; 7: CD006396. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006396.pub4>
34. Luzanova L.N., Sokolova V.A., Markov V.A., Parfenopulo G.K., Chernykh L.G. Reduction of noise characteristics during logging operations. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva*. 2018; 4(123): 221–6. https://doi.org/10.46960/1816-210X_2018_4_221 (in Russian).
35. Denisov E.I. Noise in the workplace: remote control, risk assessment and prediction of hearing loss. *Analiz riska zdorov'yu*. 2018; 3: 13–23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.02> (in Russian).
36. Perov S.Yu., Belaya O.V. Evaluation of the efficiency of personal protective equipment against electromagnetic fields of the radio frequency range. *Med. truda i prom. ekol*. 2017; 3: 18–22 (in Russian).
37. Pal'tsev Yu.P., Pokhodzey L.V., Rubtsova N.B., Perov S.Yu., Belaya O.V. Modern principles and means of protecting workers from the adverse effects of electromagnetic fields of the radio frequency range. *Gigiena i sanitariya*. 2017; 96(5): 451–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-5-451-455> (in Russian).
38. Rose A., Rae W.I.D. Personal protective equipment availability and utilization among interventionalists. *Safety and Health at Work*. 2019; 10(2): 166–71. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.10.001>
39. Rees C.R., Duncan B.W.C. Get the Lead off Our Backs! *Techniques in Vascular and Interventional Radiology*. 2018; 21(1): 7–15. <https://doi.org/10.1053/j.tvir.2017.12.003>
40. Benjamin J.L., Meisinger Q.C. Ergonomics in the development and prevention of musculoskeletal injury in interventional radiologists. *Techniques in Vascular and Interventional Radiology*. 2018; 21(1): 16–20. <https://doi.org/10.1053/j.tvir.2017.12.004>
41. Samoylov A.S., Udalov Yu.D., Rubtsov V.I., Zinov'ev V.P., Olenina I.V., Timoshenko A.N. et al. Radiation processing of protective overalls and the choice of personal protective equipment for personnel in contact with coronavirus infection. *Meditinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*. 2020; 65(3): 85–94. <https://doi.org/10.12737/1024-6177-2020-65-3-85-94> (in Russian).
42. Cornacchia S., Errico R., La Tegola L., Maldera A., Simeone G., Fusco V. et al. The new lens dose limit: implication for occupational radiation protection. *La radiologia medica*. 2019; 124: 728–35. <https://doi.org/10.1007/s11547-019-01027-7>
43. Clamp P.J., Broomfield S.J. The challenge of performing mastoidectomy using the operating microscope with coronavirus disease 2019 personal protective equipment (PPE). *Journal of Laryngology and Otology*. 2020; 134: 739–43. <https://doi.org/10.1017/S0022215120001607>
44. Zubkova E.V., Samarina V.P. Improvement of labor protection management based on the introduction of «smart» personal protective equipment. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2020; 7: 36–41. <https://doi.org/10.17513/fr.42802> (in Russian).
45. Rajendram S.D., Wahab S.N., Yeap S.P. Design of a smart safety vest incorporated with metal detector kits for enhanced personal protection. *Safety and Health at Work*. 2020; 11(4): 537–42. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.06.007>
46. Seleznev A.B., Efremov V.I., Komissarov N.V. The state of the problem of creating personal protective equipment against electromagnetic radiation. *Voenno-meditinskiy zhurnal*. 2019; 9: 50–9 (in Russian).
47. Bukhtiyarov I.V., Geregey A.M., Efimov A.R., Kostyleva E.V. Industrial exoskeletons as a means of ensuring industrial safety. Regulatory and technical regulation. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2020; 12: 53–7. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2020-12-53-57> (in Russian).
48. Orlov I.A., Aliseychik A.P., Merkulova A.G., Komarova S.V., Belaya O.V., Gribkov D.A. i dr. The relevance of using industrial exoskeletons to reduce the number of occupational diseases of the musculoskeletal system of the upper body. *Med. truda i prom. ekol*. 2019; 59(7): 412–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-412-416> (in Russian).
49. Caeiro-Rodríguez M., Otero-González I., Mikic-Fonte F.A., Llamas-Nistal M. A systematic review of commercial smart gloves: current status and applications. *Sensors*. 2021; 21: 2667. <https://doi.org/10.3390/s21082667>
50. Davydov A.F., Khodanov G.A. Determination of industrial risk in order to increase and change the safety indicators of fabrics for personal protective equipment. *Dizayn i tekhnologii*. 2022; 88(130): 72–9 (in Russian).