

ОХРАНА ТРУДА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ (НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ) / LABOR PROTECTION, INDUSTRIAL SAFETY, SAFETY IN EMERGENCY SITUATIONS (SUBSOIL USE)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.131.17>

ФАКТОРЫ ОПАСНОСТИ ЗДОРОВЬЮ ШАХТЕРОВ И МЕРЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЭТИМ РИСКАМ

Научная статья

Березовская А.В.^{1,*}, Фомин А.И.²

^{1,2} Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева, Кемерово, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (sibtatoo[at]gmail.com)

Аннотация

В качестве введения рассмотрены общие вопросы безопасности в шахтах с распространенными примерами, обозначена главная цель тематических исследований как снижение несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Дан анализ концепции нового научного направления «Техносферная безопасность» и показана ее незаконченность, что проявляется в одновременном соседстве понятий «техносферная безопасность», «безопасность в техносфере» и «безопасность техносферы». Выделены и подробно рассмотрены в качестве основных следующие виды опасностей и рисков: физические, химические, биологические, эргономические и психосоциальные. Эта работа проведена со ссылками на большое количество как отечественных, так и зарубежных источников. Описаны меры противодействия опасным факторам. Полученные результаты позволяют принимать эффективные меры к лечению профессиональных заболеваний шахтеров и разрабатывать современные эффективные инновационные методы противодействия этим рискам.

Ключевые слова: шахтеры, профессиональные заболевания, факторы опасности, техносферная безопасность.

MINERS' HEALTH HAZARDS AND MEASURES TO COUNTERACT THESE RISKS

Research article

Berezovskaia A.V.^{1,*}, Fomin A.I.²

^{1,2} Kuzbass State Technical University named after T.F.Gorbachev, Kemerovo, Russian Federation

* Corresponding author (sibtatoo[at]gmail.com)

Abstract

As an introduction, general safety issues in mines with common examples are examined and the main objective of the case studies as the reduction of occupational accidents and occupational diseases is identified. The concept of the new scientific direction "technosphere safety" is analysed and its incompleteness is shown, which is manifested by the simultaneous juxtaposition of the concepts "technosphere safety", "safety in the technosphere" and "safety of the technosphere". The following types of hazards and risks are identified and elaborated on: physical, chemical, biological, ergonomic and psychosocial. This work is conducted with references to numerous, both domestic and foreign sources. Measures to counteract the hazards are described. The results obtained make it possible to take effective measures for the treatment of occupational diseases of miners and to develop modern effective innovative methods for counteracting these hazards.

Keywords: miners, occupational diseases, danger factors, technosphere safety.

Введение

Целью статьи явилось исследование современной политики в области охраны труда и здоровья для снижения несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний шахтеров и выявление мер противодействия этим опасностям.

Задачи настоящего исследования и представляют из себя следующее: концептуальное изучение научного направления «Техносферная безопасность», выявление различных факторов риска для здоровья шахтеров, от физических, химических до психосоциальных и мер противодействия этим опасным факторам.

Минералы, минеральные продукты, твердое топливо являются основой большинства отраслей промышленности и почти в каждой стране мира в той или иной форме ведется добыча полезных ископаемых шахтным способом или разработка карьеров. Несмотря на значительные усилия, предпринимаемые во многих странах, уровень смертности, травматизма и заболеваний среди шахтеров и горняков в мире остается высоким. Горнодобывающая промышленность в нашей стране является крупной отраслью и при этом является одной из самых опасных отраслей. Слишком много шахтеров страдает от несчастных случаев на производстве, особенно серьезных и смертельных, а также от профессиональных заболеваний дыхательных путей. Только на шахтах Кузбасса статистика аварий, унесших человеческие жизни, велика и трагична [1], [2]. Львиная доля зарегистрированных случаев профессиональных заболеваний приходится на горнодобывающую и металлургическую отрасли. Издержки от этих несчастных случаев на производстве огромны для работников, их семей, а также для работодателей и общества в целом.

Можно отметить, для примера, общие проблемы, связанные с безопасностью на шахтах и которые ещё довольно часто встречаются. Электропоезда для транспортировки добытой руды используют воздушные открытые электропровода. При появлении поезда необходимо остановиться и встать вплотную к стене туннеля, чтобы пропустить его, находясь на близком от поезда расстоянии. На расстоянии вытянутой руки висят кабели с табличкой «Будьте осторожны, размахивая руками». Многие операции – бурение, крепление кровли, перемещение материалов,

заготовка древесины для шахты – все еще выполняются вручную. Работа выполняется в напряженных позах с использованием тяжелого оборудования, а шахтеры подвергаются воздействию чрезмерного шума, пыли, влажности и вибрации.

Шахтеры и рабочие, работающие под землей, обеспечены средствами индивидуальной защиты (защитная одежда и обувь, щитки для глаз, беруши, налобные фонари, каски и самоспасатели и др.). Перед работой они также должны предварительно пройти проверку на алкоголь. Тем не менее одним из наиболее часто высказываемых шахтерами опасений по поводу безопасности – это низкое качество средств индивидуальной защиты. Например, респираторы неоднократно могут использоваться повторно и плохо обслуживаться.

Поэтому общая цель заключается в снижении несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний путем систематического развития современной политики в области охраны труда и здоровья. Необходимо всемерно улучшать профилактику несчастных случаев на производстве за счет более эффективного внедрения систем оценки опасностей и рисков и управления охраной труда. Эти меры лежат в сфере знаний, называемой «техносферная безопасность».

Методы и принципы исследования

Исторически сложилось, что в каждой специфической сфере исследования, таких как технические науки, педагогика, точные науки, психология, юриспруденция, медицина, экономика и прочие, применяются свои, узконаправленные методы. Но, с другой стороны, научный подход выработал общие методы исследования, применимые ко многим областям знания. В настоящей работе мы будем использовать общенаучные методы исследования в рамках сравнительного, логического и статистического анализа, в первую очередь это эмпирические методы исследования – сбор информации и анализ полученных данных, опираясь на опубликованные данные отечественных и зарубежных авторов. Причем основное внимание в практических вопросах сосредоточим на анализе как отечественного, так и зарубежного опыта, неосвещенного в отечественной литературе и весьма интересного широким кругам отечественных читателей и исследователей и представляющего большой научный интерес, как в содержательном аспекте, так и в аспекте тематической библиографии. Будем использовать и теоретические методы, классификацию, анализ и синтез. Как известно, всё очень просто, если знать историю вопроса. Следуя определенному принципу академичности, обратимся к истории понятия «техносферная безопасность», чтобы понять современные концептуальные основы этого научного направления и, опираясь на этот базис, перейти к практическим вопросам.

Концепция научного направления «Техносферная безопасность»

Работа по развитию нового научного направления «Техносферная безопасность» началась в 2004-2005 годах [3]. В 2006 году вышел первый номер научно-методического и информационного журнала «Безопасность в техносфере», а в 2013 году начал выпускаться электронный и печатный журнал «Техносферная безопасность». В это время также официально создавались научные школы, связанные с техносферной безопасностью. Однако основные идеи теоретической и практической составляющих техносферной безопасности были выдвинуты гораздо раньше [4]. Равным образом, очень трудно сказать что-то определенное о техносфере, судя по построениям автора [4] или других авторов тех лет, но это все же были первые продуктивные попытки. Распространение представлений о техносфере в отечественных социогуманитарных исследованиях, особенно в 1990-е годы, заставило заметно изменить и продвинуть первые подходы и определения, но это были больше абстрактные трактовки [4], [5]. Техносфера, как «техническая суперсистема», определяет развитие и становление всех других технических систем, причем уровень развития её обусловлен достигнутой технологией и разнообразными социокультурными факторами, и процессами [5]. Многие авторы стали включать в техносферу, наряду с самой технологией, элементы природы, являющиеся непосредственной целью применения технических средств, то есть технологически преобразуемые и уже преобразованные фрагменты природы [6]. Однако есть и немало авторов, которые категорически интерпретируют техносферу как «искусственный технологический мир без природы» [7].

В последние годы возникли сомнения в реальности техносферы как явления – технико-технологической системы, доступной для эмпирического наблюдения. Некоторые авторы указывают, что техносферу целесообразнее рассматривать как модель или концепцию аналитических практик, работающих преимущественно в российском научном пространстве. Особенно в желании интеграции сегментарных областей, изучающих вопросы безопасности в контексте интеграционной исследовательской области «Жизнь и безопасность» [8]. Предполагалось, что безопасность жизнедеятельности станет неким научным подходом, который объединит специальные дисциплины, касающиеся создания и поддержания здоровых и безопасных условий жизни и деятельности человека [8].

Термин «техносфера» в области изучения проблем безопасности получил широкое распространение в первое постсоветское десятилетие. Это было время обновления концептуальных оснований этой области научного анализа и профессиональной подготовки, что во многом было вызвано желанием разработать новую интеграционную теорию и методологию их изучения.

На наш взгляд, техносферный формат безопасности видится более адекватным по сравнению с парадигмой комплексной безопасности. Сегодня, помимо технико-технологических инноваций, предпринимаются более активные попытки организации комплексного управления безопасностью территорий с единой координацией необходимых органов, усилий, средств и ресурсов. Тогда как до недавнего времени охрана и безопасность рассматривались и обеспечивались в основном по видам и направлениям: военная, промышленная, информационная, природная и др.

Однако в настоящее время концептуальное обновление во многом так и остаётся незавершенным. Недостаточно проработанные концептуальные основания приводят к непоследовательности в постановке проблем, условий и объектов безопасности. Отсюда следствие, «техносферная безопасность» сосуществует с «безопасностью в техносфере» и «безопасностью техносферы». И соответственно, не определено, что имеется в виду в действительности: обеспечение безопасности в современном техногенном мире, безопасность человека от техногенных опасностей и угроз или безопасность технических и технологических систем.

Категория «техносфера», получившая широкое распространение только в постсоветской России и имеющая очень много определений, поддерживала проблематику безопасности в соответствии с существующими вариантами понимания техногенной природы современного общества. В настоящее время для исследовательского направления «техносферная безопасность» принципиально важным является обновление и адаптация концептуальных оснований в соответствии с актуальными моделями обобщенных картин социотехнической реальности.

Обсуждение

Современные исследования по техносферной безопасности в горнодобывающей промышленности позволяют выделить в качестве основных следующие виды опасностей и рисков: физические, химические, биологические, эргономические и психосоциальные.

Физические опасные факторы

Травматические повреждения представляли и остаются в настоящее время серьезной проблемой и варьируются от незначительных до смертельных [10], [11]. К распространенным причинам смертельных травм относятся камнепады, пожары, взрывы, аварии с подвижным оборудованием, падения с высоты и поражение электрическим током. Менее распространенные, но признанные причины смертельного травматизма включают затопление подземных выработок, выброс влажного заполнителя из обрушившихся переборок и взрывы взрывоопасных воздушно-газовых смесей [12], [13]. По этой тематике полезен обзор [14], посвященный системной безопасности и управлению рисками в горной промышленности.

Шум практически повсеместно распространен в горнодобывающей промышленности. Шум возникает при бурении, взрывных работах, резке, обработке материалов, дроблении, транспортировке и переработке руды, от вентиляции [15]. Борьба с шумом в горнодобывающей промышленности является сложной задачей, а вызванная шумом потеря слуха остается распространенным явлением [16]. Отечественная работа [20] раскрывает проблемы со слухом у шахтеров, отечественный [21] и зарубежный [22] обзоры подробно описывают шум и вызванную шумом потерю слуха в угольной и горнодобывающей промышленности.

В глубоких шахтах встречаются высокая температура и влажность, где температура как воздуха, так и девственной породы увеличивается с глубиной, в основном из-за геотермического градиента [20]. Тепловой удар со смертельным исходом является серьезной проблемой в глубоких подземных шахтах, а тепловое истощение остается современной проблемой [21]. Причем, следует отметить, что успешное решение этой проблемы, поддержание температуры на глубине около 25 градусов Цельсия в соответствии с рекомендованными нормами, остается трудной задачей при соблюдении баланса сложности соответствующих технических решений и экономически оправданных затрат. Этому вопросу внимание уделялось и почти сто лет назад и, например, ещё в 1956 году эти вопросы рассматривались на научной основе с подкреплением расчетами в критической работе [22] и в работе [23] того же автора.

Вибрация, оказывающая серьезное влияние на всё тело человека, обычно возникает при работе с подвижным оборудованием, таким как самосвалы, грузовики, скреперы и экскаваторы. Этот фактор риска может вызвать или усугубить уже существующие заболевания позвоночника. Проблема усугубляется плохим состоянием дорог и транспортных средств. Синдром вибрации рук возникает при использовании вибрирующих инструментов, таких как пневматические ножные скальные буры [24]. В работе [25] рассмотрены особенности изолированного и комплексного воздействия вибрации на нейроэндокринную систему у шахтеров.

Химические опасные факторы

Кристаллический кремнезем ещё с девятнадцатого века представляет серьезную опасность в горнодобывающей промышленности, в ту эпоху риск силикоза был наивысшим во время сухого бурения [26]. Силикоз был предметом обширных исследований, можно отметить до семи крупных зарубежных источников по этой теме в период 1995 – 2003, например, из более современных зарубежных, работу [27] и работу отечественных авторов [28]. В развитых странах в значительной степени справились с силикозом. Однако силикоз остается проблемой в развивающихся странах. Длительное воздействие кристаллического кремнезема также может вызвать хроническую обструктивную болезнь легких [29], [30]. Имеются некоторые доказательства ускоренного развития силикоза при ревматоидном артрите и заболеваниях почек после длительного воздействия кремнезема. В настоящее время также имеются убедительные доказательства того, что длительное воздействие кристаллического кремнезема повышает риск развития рака легких [31].

Серьезную опасность в горнодобывающей промышленности представляет угольная пыль, вызывая пневмокониоз у шахтеров в угледобывающих шахтах, или «черные легкие», и хроническую обструктивную болезнь легких, об этом можно найти информацию в более десятке работ, опубликованных в период с 1969 по 1998 годы, например, [29]. В настоящее время в развитых странах эти риски в значительной степени контролируются путем пылеподавления, вентиляции и защиты органов дыхания. Однако для поддержания эффективного контроля требуется как бдительность, так и большие усилия. По-прежнему остаются серьезным риском взрывы угольной пыли и метана в угольных шахтах, что требует комплексного мониторинга и управления [32]. В некоторых угольных шахтах также существуют проблемы с углекислым газом и сероводородом. И наконец, в горнодобывающей промышленности распространено раздражающее кожное воздействие, что часто приводит к дерматиту [10].

Ещё одна значительная проблема в шахтах, это воздействие дизельных частиц, остающихся от дизельного подвижного оборудования, используемого в основном для бурения и транспортировки. Дизельные частицы являются канцерогеном для человека по группе 2А МАИР и более десятка работ в период 1988 – 2003 годы свидетельствуют о наличии избыточного риска развития рака легких от этого вредного фактора.

Эргономические опасные факторы

Горнодобывающая промышленность становится более и более механизированной, однако все еще существует значительное количество ручного труда. По-прежнему кумулятивные травмы составляют самую большую категорию профессиональных заболеваний в горнодобывающей промышленности и часто приводят к длительной

нетрудоспособности [10]. Подземные работы при креплении грунта и во время подвески труб и электрических кабелей могут вызвать или усугубить расстройства в плечевой зоне шахтера. Часто встречается колотый грунт в виде крупных кусков, что может стать причиной травм голеностопа и колена.

Большинство шахт работает 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, поэтому очень распространена сменная работа. Усталость в связи со сменной работой стала предметом серьезных исследований [35]. Было показано, что дефицит сна вызывает ухудшение когнитивных и двигательных функций, например, у водителей. Поэтому в подземной добыче полезных ископаемых вводится дистанционное управление подвижным оборудованием для снижения риска смертельных травм при обрушении горных пород [36]. Это требует внимания к когнитивным эргономическим вопросам, в обзоре [36] дается подробное описание эргономических вопросов, влияющих на здоровье шахтеров.

Психосоциальные опасности

В свое время злоупотребление алкоголем было сложной для решения проблемой в горнодобывающей промышленности, однако в настоящее время на большинстве крупных горнодобывающих предприятий действуют соответствующие политики и процедуры. В настоящее время продолжают споры о том, как измерять психофизические нарушения. Тем не менее на горнодобывающих предприятиях обычно требуется измерение алкоголя в дыхании или крови при выходе на работу и после несчастных случаев.

Удаленные от поселений шахты и горнорудные места являются обычным явлением в горнодобывающей промышленности. Если это большое месторождение, то это экономически оправдывает создание города. Однако современные разведанные горнорудные открытия и находки, как правило, меньше и не оправдывают создание постоянных поселков. В результате появилась тенденция к вахтовому методу, когда работники шахт на время работы отделяются от своих семей.

Следует отметить, что в шахтной добыче угля также распространены случаи привлечения мигрантов и связанные с этим психосоциальные риски, которые изучались в работах [37], [38].

К сожалению, смертельные и тяжелые травмы продолжают происходить в горнодобывающей промышленности и часто оказывают глубокое влияние на моральный дух. Посттравматические стрессовые расстройства иногда развиваются у свидетелей чрезвычайных ситуаций, коллег и руководителей. Руководители часто чувствуют личную ответственность за такие производственные травмы, даже при отсутствии халатности, и сталкиваются со стрессовыми испытаниями в виде правительственных расследований и судебных разбирательств.

Меры противодействия опасным факторам

Выше мы отмечали незаконченность в концептуальном оформлении выбранной научной сферы исследований и если выбирать среди понятий «техносферная безопасность», «безопасность в техносфере» и «безопасность техносферы», то на сегодняшний день мы склонны считать более адекватным понятие «техносферная безопасность». Исходя из этого, будем рассматривать меры противодействия опасным факторам. Детальное описание и анализ этих мер требуют отдельного исследования, поэтому рассмотрим кратко основные из них.

Противодействие факторам опасности в развитых странах заключается в систематическом и системном применении методов управления рисками, что значительно снижает частоту травматизма [39]. Однако является очевидным, что для достижения приемлемых показателей необходимо дальнейшее совершенствование всех систем управления рисками. Противодействие кремнезему и риску силикоза возможно применением соответствующих технических решений. Осевые буры с водяным питанием, «влажные» методы, использующие воду, вентиляция, закрытые кабины и защита органов дыхания в значительной степени помогли справиться с силикозом.

Для профилактики пылевых заболеваний органов дыхания необходимо применять в совокупности комплекс инженерно-технических, лечебно-профилактических и социальных мероприятий. Основное место занимают технические и санитарно-гигиенические мероприятия по снижению запыленности воздуха. Для этого необходимо применение комплекса противопылевых мероприятий именно на всех этапах добычи полезных ископаемых.

В угледобывающей отрасли виброшумовые нарушения здоровья шахтеров лидируют среди всех профессиональных заболеваний. Об этом и о важных понятиях этой сферы и о всех мерах борьбы с виброшумовыми факторами и о профилактике связанных заболеваний в ёмкой форме изложено в отраслевых разработках, например, в работе [40]. Большое внимание этим вопросам уделяется в научной литературе, например, [41]. Приводится целый ряд организационных и технических мероприятий противодействия шуму и вибрации. Указание в техдокументации виброшумовых характеристик и проверка их после ремонта; внедрение прерывистого характера работы, например, почасового; переход на автоматические установки с дистанционным управлением; внедрение для машинистов подвесных посадочных мест; внедрение резиновых глушителей и резиновых втулок для амортизации вибрирующих частей механизмов; обязательность применения индивидуальных средств защиты, берушей и наушников и другие меры.

Относительно еще одной важной проблемы – воздействия дизельных частиц от работающих дизельных двигателей машин и механизмов в шахтах возможно применение следующих мер. Это использование дизельного топлива с низким содержанием серы, своевременное техническое обслуживание дизельных двигателей и устройство эффективной вентиляции шахт. Но наиболее эффективным, конечно, будет переход на соответствующий задачам электрический транспорт [33], [34]. Причем этот электрический транспорт вполне может быть автономным, не привязанным к линиям электропередач. Успехи современных технологий в этом направлении вполне очевидны – имеется современное эффективное техническое решение в виде аккумуляторной системы накопления энергии большой мощности Eperainer производства компании Ampd Energy [43]. Устройство представляет собой металлический корпус, начиненный литий-ионными аккумуляторами и управляющей электроникой. Падение цен на литий-ионные аккумуляторы делают это решение доступным и обеспечить замену дизельного двигателя на электромотор.

Заключение

В заключение хотелось бы отметить большой вклад в изучение вопросов техносферной безопасности и противодействия профзаболеваниям коллектива сотрудников ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова» (Москва) под руководством Чеботарёва А.Г., например, [15], [41], [42] и многие другие работы. Эти труды и их результаты успешно коррелируют с многочисленными результатами зарубежных исследователей в сфере техносферной безопасности в шахтах.

Основные факторы опасности классифицированы как физические, химические, эргономические и психосоциальные. Результаты позволяют принимать эффективные меры к лечению профессиональных заболеваний шахтеров и разрабатывать современные эффективные инновационные методы противодействия этим рискам. Например, комплекс мер медико-биологического воздействия на организм работников в период послесменной реабилитации в целях восстановления физических и психофизиологических нарушений, вызванных вредными условиями труда. Работники профессий, связанных с угольной отраслью, остро нуждаются в дополнительных антиоксидантных напитках, их применение позволит сбалансировать специализированное питание. Инновационное применение для этого эмульсий на основе природных компонентов зеленой массы облепихи, как антиоксиданта, представляется нам весьма эффективным. Содержащиеся в ее зеленой массе вещества представлены набором полезных веществ, таких как полифенолы, каротиноиды, аскорбиновая кислота, минералы, жирные кислоты, токоферолы. Целесообразно, на наш взгляд, использование козьей сыворотки, что обусловлено не только ее химическим составом, но и проведенными исследованиями, где сырье показало высокие вкусовые и органолептические показатели, а также стабильность эмульсии к порче. По-видимому, эти вопросы, представляющие несомненный научный и практический интерес, представляют темы наших будущих исследований.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Кузбасские шахты: 11 крупнейших аварий за последние 16 лет. — URL: <http://ursa-tm.ru/forum/index.php?topic/404228-kuzbasskie-shahty-11-krupneyshih-avariy-za-poslednie-16-let/> (дата обращения: 04.02.2023).
2. Самые значительные аварии на шахтах Кузбасса с 2000 года. — URL: https://kemerovo.tsargrad.tv/articles/samyeznachitelnye-avarii-na-shahtah-kuzbassa-s-2000-goda_453112 (дата обращения: 04.02.2023).
3. Девисилов В.А. Институционализация и генезис ноксологического образования / В.А. Девисилов, В.С. Ванаев // Безопасность в техносфере. — 2012. — № 4. — С. 59-67.
4. Баландин Р.К. Планета обретает разум. Биосфера — техносфера / Р.К. Баландин. — Минск: Наука и техника, 1969. — 166 с.
5. Симоненко О.Д. Сотворение техносферы: проблемное осмысление истории техники / О.Д. Симоненко. — Москва: SvR-Аргус, 1994. — 111 с.
6. Розин В.М. Философия техники и культурно-исторические реконструкции развития техники / В.М. Розин // Вопросы философии. — 1996. — № 3. — С. 19-28.
7. Иванов Б.И. Философские проблемы технознания / Б.И.Иванов. — Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2009. — 154 с.
8. Попкова Н.В. Философия техносферы / Н.В. Попкова. — Москва: URSS, 2009. — 343 с.
9. Козьяков А.Ф. История становления дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» / А.Ф. Козьяков, В.С. Ванаев // Безопасность в техносфере. — 2009. — № 4. — С. 60-68.
10. The Minerals Council of Australia. Safety and Health Performance Report of the Australian Minerals Industry 2001-2002. — Dickson: The Minerals Council of Australia, 2002. — URL: <https://www.ga.gov.au/pdf/RR0112.pdf> (accessed: 05.02.2023).
11. Мороз В.В. Особенности течения критических состояний у шахтеров / В.В. Мороз, Ю.А. Чурляев, С.Л. Кан // Общая реаниматология. — 2012. — № 8(4). — С. 88. — DOI: 10.15360/1813-9779-2012-4-88
12. Марков О.В. Шахтная травма как особый вид производственного травматизма / О.В. Марков // Проблемы экспертизы в медицине. — Ижевск, 2003. — № 4. — С. 35-37.
13. Марков О.В. Возможность воспроизведения обстоятельств травмы в случае обрушения угольной породы в шахте / О.В. Марков // Проблемы экспертизы в медицине. — Ижевск, 2003. — № 4. — С. 38.
14. Joy J. Occupational Safety Risk Management in Australian Mining / J. Joy // Occupational Medicine — 2004. — № 54. — P. 311-315.
15. Чеботарёв А.Г. Гигиеническая оценка шума и вибрации, воздействующих на работников горных предприятий / А.Г. Чеботарёв, Н.Н. Курьеров // Горная промышленность. — 2020. — № 1. — С. 148-153.
16. Frank T. A Hearing Conservation Program for Coal Miners / T. Frank, C.J. Bise, K. Michael // Occup Health Safety. — 2003. — № 72. — P. 106-110. — URL: https://www.researchgate.net/publication/10701804_A_hearing_conservation_program_for_coal_miners (accessed: 05.02.2023).

17. Бухтияров И.В. Условия труда как фактор риска повышения смертности в трудоспособном возрасте / И.В. Бухтияров, Н.Ф. Измеров, Г.И. Тихонова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. — 2017. — № 8. — С. 43-49.
18. Спирин В.Ф. К некоторым проблемам хронического воздействия производственного шума на организм работающих (обзор литературы) / В.Ф. Спирин, А.М. Старшов // Анализ риска здоровью. — 2021. — № 1. — С. 186-196.
19. McBride D.I. Noise-induced Hearing Loss and Hearing Conservation in Mining / D.I. McBride // Occupational Medicine. — 2004. — № 54. — P. 290-296. — URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/pdf/d098b228f8ced742b4900504e2ac130313a7aa5a> (accessed: 05.02.2023).
20. Профессиональные вредности в угольной промышленности. Температура, влажность воздуха в шахтах // MedUniver. — URL: https://meduniver.com/Medical/gigiena_truda/211.html?ysclid=ldzpkngicd385414357 (дата обращения 05.02.2023).
21. Donoghue A.M. Heat Exhaustion in a Deep Underground Metalliferous Mine / A.M. Donoghue, M.J. Sinclair, G.P. Bates // Occup Environ Med. — 2000. — № 57. — P. 165-174. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10810098/> (accessed: 05.02.2023).
22. Титов Б.М. К вопросу о борьбе с высокими температурами в глубоких шахтах / Б.М. Титов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 1956. — Т. 88. — С. 3-6.
23. Титов Б.М. К методике испытания пневматических вентиляторов местного проветривания / Б.М. Титов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 1956. — Т. 88. — С. 7-21.
24. Dasgupta A.K. Effects of Vibration on the Hand—arm System of Miners in India / A.K. Dasgupta, J. Harrison // Occup Med. — 1996. — № 46. — P. 71-78. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8672800/> (accessed: 05.02.2023).
25. Винарик Э.М. Влияние вибрации и нагревающего микроклимата на некоторые показатели нейроэндокринной регуляции функций у шахтеров / Э.М. Винарик, М.В. Ратнер // Гигиена и санитария. — 1976. — С. 42-45.
26. Holman T. Historical Relationship of Mining, Silicosis, and Rock Removal / Holman T. // Br J Ind Med. — 1947. — № 4. — P. 1-29. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20240807/> (accessed: 05.02.2023).
27. Buchanan D. Quantitative Relations between Exposure to Respirable Quartz and Risk of Silicosis / D. Buchanan, B. Miller, C.A. Soutar // Occup Environ Med. — 2003. — № 60. — P. 159-164.
28. Бабанов С.А. Пылевые заболевания легких: особенности диагностики и лечения. Раздел «Актуальные обзоры» / С.А. Бабанов, О.М. Аверина // Фарматека. — 2011. — № 18. — С. 21-27.
29. Goodwin S. Temporal Trends in Coal Workers Pneumoconiosis Prevalence / S. Goodwin, M. Attfield // J Occup Environ Med. — 1998. — № 40. — P. 1065-1071. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9871883/> (accessed: 07.02.2023).
30. Рогалис В.С. Сочетание воздействия угольной пыли и радиации на здоровье шахтеров / В.С. Рогалис, М.В. Павленко, А.А. Шилов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2016. — № 3. — С. 109-120.
31. Бабанов С.А. Профессиональные злокачественные новообразования легких и других локализаций и потенциально опасные производственные канцерогены / С.А. Бабанов, Д.С. Будащ, А.Г. Байкова [и др.] // Consilium Medicum. — 2017. — № 19(11). — С. 39-46.
32. Костеренко В.Н. Факторы, оказывающие влияние на возникновение взрывов газа метана и угольной пыли в шахтах / В.Н. Костеренко, А.Н. Тимченко // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2011. — № 7. — С. 368-377.
33. Коршунов Г.И. Снижение вредных выбросов при работе дизельного двигателя в угольных шахтах / Г.И. Коршунов, А.М. Еремеева, Н.К. Кондрашева // ГИАБ: горный информационно-аналитический бюллетень. — 2019. — С. 112-119.
34. «Электрички» готовы заменить дизельные ПДМ // Горная промышленность. — 2020. — № 1. — С. 51-52.
35. Разумов Е.А. Оценка факторов сложности условий ведения горных работ на современных угольных шахтах / Е.А. Разумов // Уголь. — 2019. — № 10(1123). — С. 16-21. — DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-16-21.
36. McPhee V. Ergonomics in Mining / V. McPhee // Occupational Medicine. — 2004. — № 54(5). — P. 297-303. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15289585/> (accessed: 07.02.2023).
37. Спецпрокуратура нашла нарушения прав мигрантов, работающих в шахтах «Воркутауголь» // Север-Медиа. — URL: <https://www.bnkomi.ru/data/news/125917?ysclid=le11ywtapi924838483/> (дата обращения: 12.02.2023).
38. Социально-психологическая адаптация мигрантов в современном мире: материалы 5-й Международной научно-практической конференции / Отв. ред. В.В. Константинов. — Москва: Перо, 2020.
39. Коршунов Г.И. Разработка методики оценки рисков аварий на угольных шахтах с учетом конкретных горно-геологических условий / Г.И. Коршунов, О.И. Казанин, М.Л. Рудаков [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2017. — № 4. — С. 374-383.
40. Обеспечение шумовой и вибрационной безопасности на предприятиях угольной отрасли. РД 153-12.2-003-99. — Москва, 1999. — 208 с.
41. Чеботарев А.Г. Виброакустические факторы рабочей среды при подземной и открытой добыче твердых полезных ископаемых / А.Г. Чеботарев, Ю.П. Пальцев // Горная промышленность. — 2012. — № 5(105). — С. 50-54.
42. Чеботарев А.Г. Пылевой фактор и патология органов дыхания работников горнодобывающих предприятий / А.Г. Чеботарев // Горная промышленность. — 2012. — № 3. — С. 24-27.
43. Entainer Ampd Energy. A Smart Battery For Smarter Construction. — URL: <https://www.ampd.energy/product> (accessed: 12.02.2023).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kuzbasskie shahty: 11 krupnejshih avariij za poslednie 16 let [Kuzbass Mines: 11 Largest Accidents for the Last 16 Years]. — URL: <http://ursa-tm.ru/forum/index.php?/topic/404228-kuzbasskie-shahty-11-krupnejshih-avarij-za-poslednie-16-let/> (accessed: 04.02.2023). [in Russian]
2. Samye znachitel'nye avarii na shahtah Kuzbassa s 2000 goda [The Most Significant Accidents at Kuzbass Mines Since 2000]. — URL: https://kemerovo.tsargrad.tv/articles/samye-znachitelnye-avarii-na-shahtah-kuzbassa-s-2000-goda_453112 (accessed: 04.02.2023). [in Russian]
3. Devisilov V.A. Institucionalizacija i genezis noxologicheskogo obrazovanija [Institutionalization and Genesis of Noxology Education] / V.A. Devisilov, B.C. Vanaev // Bezopasnost' v tehnosfere [Safety in the Technosphere]. — 2012. — № 4. — P. 59-67. [in Russian]
4. Balandin R.K. Planeta obretaet razum. Biosfera — tehnosfera [The Planet Gains Mind. Biosphere — Technosphere] / R.K. Balandin. — Minsk: Nauka i tehnika, 1969. — 166 p. [in Russian]
5. Simonenko O.D. Sotvorenije tehnosfery: problemnoe osmyslenie istorii tehniki [Creation of the Technosphere: Problem Understanding of the History of Technology] / O.D. Simonenko. — Moscow: SvR-Argus, 1994. — 111 p. [in Russian]
6. Rozin V.M. Filosofija tehniki i kul'turno-istoricheskie rekonstrukcii razvitija tehniki [Philosophy of Technology and Cultural and Historical Reconstructions of Technology Development] / V.M. Rozin // Voprosy filosofii [Philosophy Issues]. — 1996. — № 3. — P. 19-28. [in Russian]
7. Ivanov B.I. Filosofskie problemy tehnoznaniija [Philosophical Problems of Techno-knowledge] / B.I. Ivanov. — Petrozavodsk: Petrozavodsk State University Publishing House, 2009. — 154 p. [in Russian]
8. Popkova N.V. Filosofija tehnosfery [Philosophy of Technosphere] / N.V. Popkova. — Moscow: URSS, 2009. — 343 p. [in Russian]
9. Koz'jakov A.F. Istorija stanovlenija discipliny «Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti» [History of the Formation of the Discipline "Safety of Life"] / A.F. Koz'jakov, V.S. Vanaev // Bezopasnost' v tehnosfere [Safety in the Technosphere]. — 2009. — № 4. — P. 60-68. [in Russian]
10. The Minerals Council of Australia. Safety and Health Performance Report of the Australian Minerals Industry 2001-2002. — Dickson: The Minerals Council of Australia, 2002. — URL: <https://www.ga.gov.au/pdf/RR0112.pdf> (accessed: 05.02.2023).
11. Moroz V.V. Osobennosti techenija kriticheskikh sostojanij u shahterov [Features of the Course of Critical States in Miners] / V.V. Moroz, Ju.A. Churljaev, S.L. Kan // Obshhaja reanimatologija [General Resuscitation]. — 2012. — № 8(4). — P. 88. — DOI: 10.15360/1813-9779-2012-4-88 [in Russian]
12. Markov O.V. Shahtnaja travma kak osobyj vid proizvodstvennogo travmatizma [Mine Trauma as a Special Type of Industrial Traumatism] / O.V. Markov // Problemy jekspertizy v medicine [Problems of Expertise in Medicine]. — Izhevsk, 2003. — № 4. — P. 35-37. [in Russian]
13. Markov O.V. Vozmozhnost' vosproizvedenija obstojatel'stv travmy v sluchae obrushenija ugol'noj porody v shahte [Possibility of Playback of Trauma Circumstances in Case of Coal-rock Collapse in a Mine] / O.V. Markov // Problemy jekspertizy v medicine [Problems of Expertise in Medicine]. — Izhevsk, 2003. — № 4. — 38 p. [in Russian]
14. Joy J. Occupational Safety Risk Management in Australian Mining / J. Joy // Occupational Medicine — 2004. — № 54. — P. 311-315.
15. Chebotar'jov A.G. Gigienicheskaja ocenka shuma i vibracii, vozdeystvujushhij na rabotnikov gornyh predpriyatij [Hygienic Assessment of Noise and Vibration Affecting Workers of Mining Enterprises] / A.G. Chebotar'jov, N.N. Kur'ev // Gornaja promyshlennost' [Mining]. — 2020. — № 1. — P. 148-153. [in Russian]
16. Frank T. A Hearing Conservation Program for Coal Miners / T. Frank, C.J. Bise, K. Michael // Occup Health Safety. — 2003. — № 72. — P. 106-110. — URL: https://www.researchgate.net/publication/10701804_A_hearing_conservation_program_for_coal_miners (accessed: 05.02.2023).
17. Buhtijarov I.V. Usloviya truda kak faktor riska povyshenija smertnosti v trudospobnom vozraste [Labor Conditions as a Risk Factor for Increased Mortality at Working Age] / I.V. Buhtijarov, N.F. Izmerov, G.I. Tihonova [et al.] // Medicina truda i promyshlennaja jekologija [Labor Medicine and Industrial Ecology]. — 2017. — № 8. — P. 43-49. [in Russian]
18. Spirin V.F. K nekotorym problemam hronicheskogo vozdeystvija proizvodstvennogo shuma na organizm rabotajushhij (obzor literatury) [To Some Problems of Chronic Impact of Industrial Noise on the Body of Workers (review of literature)] / V.F. Spirin, A.M. Starshov // Analiz riska zdorov'ju [Health Risk Analysis]. — 2021. — № 1. — P. 186-196. [in Russian]
19. McBride D.I. Noise-induced Hearing Loss and Hearing Conservation in Mining / D.I. McBride // Occupational Medicine. — 2004. — № 54. — P. 290-296. — URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/pdf/d098b228f8ced742b4900504e2ac130313a7aa5a> (accessed: 05.02.2023).
20. Professional'nye vrednosti v ugol'noj promyshlennosti. Temperatura, vlazhnost' vozduha v shahtah [Occupational Hazards in the Coal Industry. Temperature, Air Humidity in Mines] // MedUniver. — URL: https://meduniver.com/Medical/gigiena_truda/211.html?ysclid=ldzpknigcd385414357 (accessed: 05.02.2023). [in Russian]
21. Donoghue A.M. Heat Exhaustion in a Deep Underground Metalliferous Mine / A.M. Donoghue, M.J. Sinclair, G.P. Bates // Occup Environ Med. — 2000. — № 57. — P. 165-174. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10810098/> (accessed: 05.02.2023).
22. Titov B.M. K voprosu o bor'be s vysokimi temperaturami v glubokih shahtah [To a Question about Control of High Temperatures in Deep Mines] / B.M. Titov // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesurov [Proceedings of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of Georesources]. — 1956. — Vol. 88. — P. 3-6. [in Russian]

23. Titov B.M. K metodike ispytaniya pnevmaticheskikh ventiljatorov mestnogo provetrivaniya [To the Method of Testing Pneumatic Fans for Local Ventilation] / B.M. Titov // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov [Proceedings of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of Georesources]. — 1956. — Vol. 88. — P. 7-21. [in Russian]
24. Dasgupta A.K. Effects of Vibration on the Hand—arm System of Miners in India / A.K. Dasgupta, J. Harrison // *Occup Med.* — 1996. — № 46. — P. 71-78. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8672800/> (accessed: 05.02.2023).
25. Vinarik Je.M. Vlijanie vibracii i nagrevajushhego mikroklimata na nekotorye pokazateli nejroendokrinoj reguljacii funkcij u shahterov [Influence of Vibration and Heating Microclimate on Some Indicators of Neuroendocrine Regulation of Functions in Miners] / Je.M. Vinarik, M.V. Ratner // *Gigiena i sanitarija [Hygiene and Sanitation]*. — 1976. — P. 42-45. [in Russian]
26. Holman T. Historical Relationship of Mining, Silicosis, and Rock Removal / Holman T. // *Br J Ind Med.* — 1947. — № 4. — P. 1-29. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20240807/> (accessed: 05.02.2023).
27. Buchanan D. Quantitative Relations between Exposure to Respirable Quartz and Risk of Silicosis / D. Buchanan, B. Miller, C.A. Soutar // *Occup Environ Med.* — 2003. — № 60. — P. 159-164.
28. Babanov S.A. Pylevye zabojevanija legkih: osobennosti diagnostiki i lechenija. Razdel «Aktual'nye obzory» [Dust Lung Diseases: Peculiarities of Diagnosis and Treatment. Section "Topical Reviews"] / S.A. Babanov, O.M. Averina // *Farmateka [Pharmateca]*. — 2011. — № 18. — P. 21-27. [in Russian]
29. Goodwin S. Temporal Trends in Coal Workers Pneumoconiosis Prevalence / S. Goodwin, M. Atfield // *J Occup Environ Med.* — 1998. — № 40. — P. 1065-1071. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9871883/> (accessed: 07.02.2023).
30. Rogalis V.S. Sochetanie vozdeystviya ugol'noj pyli i radiacii na zdorov'e shahterov [Combination of Exposure to Coal Dust and Radiation on the Health of Miners] / V.S. Rogalis, M.V. Pavlenko, A.A. Shilov // *Gornyj informacionnoanaliticheskij bjulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal) [Mountain Information and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)]*. — 2016. — № 3. — P. 109-120. [in Russian]
31. Babanov S.A. Professional'nye zlokachestvennyye novoobrazovaniya legkih i drugih lokalizacij i potencial'no opasnye proizvodstvennyye kancerogeny [Occupational Malignancies of the Lungs and Other Localizations and Potentially Dangerous Occupational Carcinogens] / S.A. Babanov, D.S. Budash, A.G. Bajkova [et al.] // *Consilium Medicum.* — 2017. — № 19(11). — P. 39-46. [in Russian]
32. Kosterenko V.N. Faktory, okazывajushhie vlijanie na vozniknovenie vzryvov gaza metana i ugol'noj pyli v shahtah [Factors Influencing the Occurrence of Methane Gas and Coal Dust Explosions in Mines] / V.N. Kosterenko, A.N. Timchenko // *Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' [Mining Information and Analytical Bulletin]*. — 2011. — № 7. — P. 368-377. [in Russian]
33. Korshunov G.I. Snizhenie vrednyh vybrosov pri rabote dizel'nogo dvigatelja v ugol'nyh shahtah [Reduction of Harmful Emissions during Diesel Engine Operation in Coal Mines] / G.I. Korshunov, A.M. Eremeeva, N.K. Kondrasheva // *GIAB: gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' [GIAB: Mining Information and Analytical Bulletin]*. — 2019. — P. 112-119. [in Russian]
34. «Jelektrichki» gotovy zamenit' dizel'nye PDM ["Electric Cars" Are Ready to Replace Diesel PMs] // *Gornaja promyshlennost' [Mining]*. — 2020. — № 1. — P. 51-52. [in Russian]
35. Razumov E.A. Ocenka faktorov slozhnosti uslovij vedenija gornyh rabot na sovremennyh ugol'nyh shahtah [Evaluation of Complexity Factors of Mining Conditions at Modern Coal Mines] / E.A. Razumov // *Ugol' [Coal]*. — 2019. — № 10(1123). — P. 16-21. — DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-16-21. [in Russian]
36. McPhee B. Ergonomics in Mining / B. McPhee // *Occupational Medicine.* — 2004. — № 54(5). — P. 297-303. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15289585/> (accessed: 07.02.2023).
37. Specprokuratura nashla narushenija prav migrantov, rabotajushhijh v shahtah «Vorkutaugol» [The Special Prosecutor's Office Found Violations of the Rights of Migrants Working in the Mines of Vorkutaugol] // *Sever-Media.* — URL: <https://www.bnkomi.ru/data/news/125917/?ysclid=le11ywtapi924838483/> (accessed: 12.02.2023). [in Russian]
38. Social'no-psihologicheskaja adaptacija migrantov v sovremennom mire: materialy 5-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskij konferencii [Socio-psychological Adaptation of Migrants in the Modern World: materials of the 5th International Scientific-Practical Conference] / Ed. by V.V. Konstantinov. — Moscow: Pero, 2020. [in Russian]
39. Korshunov G.I. Razrabotka metodiki ocenki riskov avarij na ugol'nyh shahtah s uchetom konkretnyh gorno-geologicheskij uslovij [Development of Methodology for Assessing the Risks of Accidents in Coal Mines, Taking into Account Specific Mining and Geological Conditions] / G.I. Korshunov, O.I. Kazanin, M.L. Rudakov [et al.] // *Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' [Mining Information and Analytical Bulletin]*. — 2017. — № 4. — P. 374-383. [in Russian]
40. Obespechenie shumovoj i vibracionnoj bezopasnosti na predpriyatijah ugol'noj otrasli. RD 153-12.2-003-99 [Ensuring Noise and Vibration Safety at Coal Enterprises. RD 153-12.2-003-99]. — Moscow, 1999. — 208 p. [in Russian]
41. Chebotarev A.G. Vibroakusticheskie faktory rabochej sredy pri podzemnoj i otkrytoj dobyche tvjordyh poleznyh iskopaemyh [Vibroacoustic Factors of the Working Environment in Underground and Open Pit Mining of Solid Minerals] / A.G. Chebotarev, Ju.P. Pal'cev // *Gornaja promyshlennost' [Mining Industry]*. — 2012. — № 5(105). — P. 50-54. [in Russian]
42. Chebotarev A.G. Pylevoj faktor i patologija organov dyhanija rabotnikov gornodobyvajushhijh predpriyatij [Dust Factor and Respiratory Pathology of Workers of Mining Enterprises] / A.G. Chebotarev // *Gornaja promyshlennost' [Mining Industry]*. — 2012. — № 3. — P. 24-27. [in Russian]
43. Enertainer Ampd Energy. A Smart Battery For Smarter Construction. — URL: <https://www.ampd.energy/product> (accessed: 12.02.2023).