УДК: 613.6
МРНТИ: 76.33.37
DOI: 10.64854/2790-1289-2026-52-2-11

СОВРМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ РАБОТНИКАМ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Ю. Вангай [1*], С. А. Абзалиева [2], А. Р. Рыскулова [1], К. Б. Абзалиев [2], А. О. Сарсенова [1], Б. Р. Аль-ясин [2]
[1]КМУ «Высшая школа общественного здравоохранения», Казахстан, Алматы
[2]НАО «Казахский национальный университет имени им. Аль-Фараби», Казахстан, Алматы
**Корреспондирующий автор*

Аннотация

Актуальность. Горнодобывающая промышленность относится к числу наиболее опасных отраслей и характеризуется высоким уровнем профессиональных рисков. На ее долю приходится до 8 % смертельных производственных травм. Распространенность пневмокониоза среди шахтеров достигает 3,7 %, силикоза – до 8 %, при этом в ряде регионов отмечается высокая коморбидность, включая «тройное бремя заболеваний». Данные факторы обуславливают необходимость дальнейшего изучения и совершенствования системы медицинского обеспечения работников.

Цель: анализ современных научных данных и мирового опыта организации медицинской помощи работникам горнодобывающей отрасли.

Материалы и методы. Проведен анализ научных публикаций за 2010-2025 гг., посвященных состоянию здоровья, профессиональным рискам и организации медицинской помощи работникам горнодобывающей промышленности. Поиск осуществлялся в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science и Google Scholar. В обзор включены исследования на русском и английском языках, соответствующие тематике работы. Полученные данные систематизированы по основным направлениям исследования.

Результаты. Установлено, что работники подвергаются воздействию комплекса вредных факторов (пыль, шум, вибрация, химические вещества), что приводит к развитию профессиональных заболеваний, в том числе пневмокониоза и силикоза. В ряде регионов наблюдается феномен «тройного бремени заболеваний» (силикоз, туберкулёз, инфекционные заболевания). Кроме того, выявлена высокая распространённость психоэмоциональных нарушений, а также влияние сменного режима работы на риск травматизма. Показано, что традиционная модель медицинской помощи недостаточно эффективна и требует перехода к профилактически ориентированным подходам.

Выводы. Совершенствование организации медицинской помощи работникам горнодобывающей промышленности требует перехода к профилактически ориентированным подходам с использованием цифровых технологий и искусственного интеллекта для прогнозирования рисков ранней диагностики заболеваний.

***Ключевые слова*:** *горнодобывающая промышленность, профессиональные заболевания, пневмокониоз, силикоз, медицина труда, профессиональные риски, охрана труда.*

Введение

Горнодобывающая промышленность относится к числу наиболее опасных отраслей, которые характеризуются высоким уровнем профессиональных рисков, заболеваемости и травматизма. По данным международных исследований, на данную отрасль приходится около 8 % всех смертельных производственных травм в

мире, что подчеркивает ее высокую социально-медицинскую значимость [1-3].

Несмотря на внедрение современных технологий и автоматизацию производственных процессов, условия труда в горнодобывающей отрасли остаются неблагоприятными [4]. В ряде стран сохраняется устойчивая тенденция к росту профессионально обусловленной патологии, что связано как с воздействием вредных факторов производственной среды, так и с недостаточной эффективностью профилактических мероприятий [5].

По данным исследований, распространенность профессиональных заболеваний среди работников горнодобывающей отрасли остается высокой: в отдельных регионах до 92 % всех профессиональных заболеваний приходится на угольную промышленность [6].

Условия труда работников горнодобывающей промышленности характеризуются воздействием комплекса факторов, включая пыль, шум [7], вибрацию, воздействие токсических веществ и неблагоприятных микроклиматических условий. Длительное воздействие этих факторов приводит к развитию широкого спектра профессиональных заболеваний [8].

Согласно данным метаанализов, распространенность пневмокониоза среди шахтеров составляет в среднем 3,7 %, при этом в отдельных регионах отмечается рост данного показателя [9]. Особую проблему представляет силикоз, который сохраняет устойчивую распространённость на уровне 8 % среди работников горнорудной промышленности [10; 11].

В некоторых странах выявлена высокая сочетанная заболеваемость среди шахтёров: распространенность силикоза достигает 19 %, туберкулеза – 6,8 %, инфекционных заболеваний – 18 %, что свидетельствует о формировании так называемого «тройного бремени заболеваний» [12; 13].

Кроме соматической патологии, значительное внимание уделяется психическому здоровью работников. Было выявлено, что условия труда в горнодобывающей промышленности способствуют развитию стресса, депрессии, нарушений сна, а также профессионального выгорания [14; 15].

Ещё одним фактором риска является сменный режим работы и хроническая усталость, которые увеличивают вероятность травматизма в производстве [16].

Таким образом, высокая распространенность профессиональных и производственно обусловленных заболеваний, а также высокий уровень травматизма свидетельствуют о необходимости совершенствования существующих подходов к медицинскому обеспечению работников горнодобывающей промышленности. В таких условиях особую актуальность приобретает разработка и внедрение современных моделей организации медицинской помощи, основанных на принципах профилактики, риск-ориентированного подхода и непрерывного мониторинга состояния здоровья работников.

Материалы и методы

Для подготовки данного литературного обзора были проанализированы современные научные публикации, посвященные организации медицинской помощи, состоянию здоровья и профессиональным рискам работников горнодобывающей промышленности, а также современным подходам к профилактике и лечению профессионально обусловленных заболеваний. В обзор были включены исследования, которые отражают влияние производственных факторов на здоровье работников, особенности существующей системы медицинского обеспечения, а также внедрение современных моделей организации медицинской помощи. Исключались публикации, не относящиеся к горнодобывающей промышленности, не содержащие данных о профессиональных рисках и состоянии здоровья работников, а также статьи с недостаточной методологией, материалы без полного текста, публикации до 2010 гола и на языках, отличных от русского и английского.

Поиск литературы производился за период с 2010 по 2025 год, что обусловлено активным развитием подходов к медицине труда и внедрением современных технологий в систему охраны здоровья работников. В рамках данного временного промежутка использовались международные и отечественные базы данных, включая PubMed, Scopus, Web of Science и Google Scholar.

Ключевые слова для поиска включали: «горнодобывающая промышленность», «профессиональные заболевания», «пневмокониоз», «силикоз», «медицина труда», «профессиональ-

ные риски», «охрана труда», «медицинское обеспечение работников», «occupational health», «mining industry», «occupational diseases», «pneumoconiosis», «silicosis».

Полученные в ходе анализа данные были систематизированы и распределены на 3 взаимосвязанных раздела, отражающих основные направления исследования: влияние производственных факторов на здоровье работников, существующий опыт организации медицинской помощи, а также современные подходы к ее совершенствованию в горнодобывающей промышленности.

Производственные факторы, влияющие на здоровье работника горнодобывающей промышленности

Одним из значимых производственных факторов в горнодобывающей промышленности является шум, который обусловлен использованием тяжелой техники и оборудования. По данным Cudjoe et al., около 68,9 % работников подвергаются воздействию недопустимых уровней шума, который сопровождается нарушением здоровья. Наиболее частыми последствиями являются ухудшение слуха, снижение слуха, а также нарушение сна. При этом у более половины работников 55,7 % отмечаются различные проблемы со здоровьем. Авторами было выявлено, что длительный стаж работы и высокий уровень шума значительно увеличивают риск развития данных нарушений. Кроме того, воздействие шума ухудшает коммуникацию между работниками, что повышает вероятность производственного травматизма [17].

Аналогичные результаты представлены в исследовании Gyamfi et al., где также показано, что воздействие шума, превышающего допустимые уровни, приводит к развитию шумовой тугоухости, причем выраженность нарушений возрастает с увеличением стажа работы. При этом отмечается недостаточное использование средств индивидуальной защиты органов слуха, что усиливает негативное влияние шума на здоровье работников [18].

Наряду с физическими факторами значительное влияние на здоровье работников оказывают аэрозольные и химические загрязнители производственной среды. По данным Peyre-Costa et al., работники горнодобывающей промышленности подвергаются воздействию минеральной пыли и дизельных выхлопов газов, которое сопровождается развитием респираторных симптомов, включая кашель, одышку и раздражение дыхательных путей. Установлено, что комбинированные воздействия данных факторов усиливает их негативные влияние на органы дыхания [19].

Следует отметить, что в условиях горнодобывающей промышленности работники часто подвергаются одновременному воздействию нескольких вредных факторов. По данным Myshchenko et al., совместное воздействие производственного шума и респирабельной пыли, содержащей кристаллический диоксид кремния, оказывают более выраженное негативное влияние на организм по сравнению с изолированным воздействием каждого из факторов. Такое комбинированное воздействие повышает риск развития как респираторных заболеваний, включая силикоз, так и нарушений слуха [20].

Особую опасность представляют тяжелые металлы и токсичные элементы, которые поступают в организм работников как через производственную среду, так и через загрязненные компоненты окружающей среды. В районах горнодобычи отмечается повышенное содержание свинца, кадмия, ртути и мышьяка, который способствует развитию хронической интоксикации и повышает риск развития системных заболеваний [21].

Важным производственным фактором в горнодобывающей промышленности является вибрация, которая возникает при эксплуатации тяжелой техники и оборудования. По данным Krajnak, воздействие локальной и общей вибрации оказывает неблагоприятное влияние на различные системы организма. Локальная вибрация приводит к развитию вибрационной болезни, сосудистых нарушений и снижению чувствительности в конечностях, тогда как общая вибрация ассоциируется с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, в частности болями в спине, а также неврологическими и сердечно-сосудистыми нарушениями [22].

В исследовании Zhang et al., подчеркивается значимость таких факторов, как производственная пыль, диоксид азота, тяжелые металлы, повышенные температурные условия, вибрация, неудобные рабочие позы и профессиональный стресс. Воздействие этих факторов

в течение длительного времени связано с повышением риска развития респираторной сердечно-сосудистой патологии, а также других хронических заболеваний. Таким образом, влияние производственной среды носит комплексный и многоуровневый характер [23].

Кроме того, в условиях горнодобывающей промышленности вредные производственные факторы, как правило, воздействуют не изолированно, а в совокупности, что усиливает их негативное влияние на организм работников. Так, в исследовании Strzałkowski et al., предложена классификация основных опасностей, включающая физические (шум, пыль, вибрация), технические (эксплуатация оборудования) и организационные факторы. Показано, что их комбинированное воздействие, наряду с влиянием человеческого фактора, включая ошибки персонала и недостатки организации труда, значительно повышает развития профессиональных заболеваний и производственного травматизма [24].

Основные производственные факторы, влияющие на здоровье работников горнодобывающей промышленности, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Производственные факторы и их влияние на здоровье

№	Фактор	Характеристика	Влияние на здоровье
1	Пыль (кварцевая, угольная)	Высокая концентрация в воздухе шахт	Поражение дыхательной системы
2	Шум	>80-100 дБ	Повреждение слуха
3	Вибрация	Работа с техникой	Нарушение сосудов и нервов
4	Химические вещества	Металлы, газы	Токсическое воздействие
5	Физические нагрузки	Тяжелый труд	Перегрузка опорно-двигательного аппарата

Источник: составлено авторами на основе [17-24]

Опыт организации медицинской помощи работникам горнодобывающей промышленности

В последние годы все большее внимание уделяется взаимосвязи между организацией медицинской помощи и системой управления охраны труда на предприятиях горнодобывающей промышленности. Отмечается, что эффективность медицинского обеспечения во многом определяется не только наличием медицинских служб, но и уровнем организационной культуры, вовлеченностью персонала и поддержкой со стороны руководства. В исследовании Milošević подчеркивается, что интеграция мероприятий по охране здоровья в общую систему управления профессиональными рисками способствует снижению уровня травматизма и повышению безопасности труда, а также оказывает положительное влияние на состояние здоровья работников [25].

Значимую роль в организации медицинской помощи работникам горнодобывающей промышленности играет уровень кадрового обеспечения системы охраны труда. Как отмечают Woźniak et al., результативность мероприятий по сохранению здоровья работников во многом зависит от профессиональной компетентности специалистов, которые участвуют в обеспечении безопасности труда. Особое внимание уделяется расширению их знаний в области медицины труда, оценки профессиональных и экологических рисков, а также управления безопасностью. Данный междисциплинарной подход способствует повышению эффективности медицинского обеспечения и его адаптации к современным условиям горнодобывающего производства [26].

В исследовании Cvetkovski и Weston, выполненном на примере Австралии, показано, что система охраны здоровья работников во многом зависит от действующего законодательства. Было выявлено, что различия в правовом регулировании между регионами приводят к отсутствию единого подхода к управлению профессиональными рисками и организации медицинского обеспечения. В результате предприятия вынуждены адаптировать меры профилактики медицинского сопровождения работников в зависимости от действующих нормативных требований [27].

Опыт Польши показывает, что организация медицинской помощи в горнодобывающей

промышленности тесно связана с системой обеспечения безопасности труда. В рамках данной модели основное внимание уделяется анализу аварий, учету травматизма и разработке профилактических мероприятий, при этом медицинское обеспечение рассматривается как часть общей системы управления рисками [28].

Опыт стран Африки и Латинской Америки показывает, что в условиях неформальной горнодобывающей деятельности система медицинской помощи остается недостаточно развитой. На предприятиях часто отсутствуют регулярные медицинские осмотры, программа мониторинга состояния здоровья работников и доступ к квалифицированной медицинской помощи. Отмечается низкий уровень использования средств индивидуальной защиты, а также неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия труда [29].

Значительное внимание в современной практике организации медицинской помощи работникам горнодобывающей промышленности уделяется программам медицинского наблюдения и ранней диагностики профессиональных заболеваний. Так, в исследовании Vangay et al. (2025) подчеркивается важность систематической оценки состояния здоровья работников и регулярного медицинского мониторинга [30]. В работе Howlett et al. (2023) показана эффективность программ скрининга силикоза и туберкулёза, направленных на раннее выявление заболеваний дыхательной системы [31]. В свою очередь, Mbuya et al. (2024) отмечают, что внедрение программ медицинского наблюдения позволяет своевременно выявлять патологические изменения и снижать риск развития хронических заболеваний [32].

Наряду с этим, современные подходы к организации медицинской помощи базируются на комплексном управлении профессиональными рисками. В систематическом обзоре Barozai et al. (2024) подчеркивается необходимость интеграции мероприятий по охране здоровья в общую систему безопасности труда [33]. Аналогичные выводы представлены в работах Gottesfeld et al., где акцентируются важность междисциплинарного подхода к обеспечению здоровья работников [34]. При этом ещё в более ранних исследованиях Elenge и De Brouwer (2011) была обозначена необходимо системной оценки профессиональных рисков и организации медицинского сопровождения работников как неотъемлемой части производственного процесса [35].

Сравнительная характеристика традиционной и современной модели организации медицинской помощи работникам горнодобывающей промышленности представлена в таблице 2.

Таблица 2. Традиционная и современная модель медицинской помощи

№	Критерий	Традиционная модель	Современная модель
1	Цель	Выявление заболеваний	Предотвращение заболеваний
2	Подход	Реактивный (лечение)	Профилактический
3	Основной инструмент	Медосмотры	Оценка рисков + мониторинг
4	Организация	Профпатология	Интегрированная система
5	Индивидуализация	Низкая	Высокая
6	Использование технологий	Минимальное	Предотвращение заболеваний

Источник: составлено авторами на основе [25-35]

Современные подходы к организации медицинской помощи работникам горнодобывающей промышленности.

Современные подходы к организации медицинской помощи работникам горнодобывающей промышленности включают использование цифровых технологий и методов прогнозной аналитики. В исследовании Zhang et al. предложена модель, основанная на применение искусственного интеллекта и объединении данных о состоянии здоровья, условиях труда и индивидуальных характеристиках работников. Это позволяет рассчитывать индивидуальные риски развития заболеваний и формировать персонализированные профили. Такой подход обеспечивает переход к профилактически ориентированный модели медицинского обеспечения [36].

Развитие данного направления также связано с внедрением прогнозирования производственного травматизма. В исследовании

Ajibose et al. показано, что применение технологий искусственного интеллекта позволяет анализировать совокупность производственных и индивидуальных факторов, которые позволяют выявлять потенциально опасные ситуации на ранних этапах. В отличие от традиционных методов, которые ориентированы на анализ уже произошедших инцидентов, такие системы обеспечивают возможность превентивного управления рисками и повышения эффективности профилактических мероприятий [37].

Дополнительное развитие получают цифровые инструменты скрининга и мониторинга состояния здоровья работников. Так, в исследовании Hore-Lacy et al. разработана электронная система сбора данных, позволяющая оценивать уровень воздействия респирабельной пыли и выявлять работников с повышенным риском развития профессиональных заболеваний [38].

Современные подходы к организации медицинской помощи учитывают высокую распространенность мультиморбидности среди работников горнодобывающей промышленности. Как показано в исследовании Sinha et al., наличие нескольких хронических заболеваний требует перехода к комплексному и персонализированному медицинскому наблюдению [39].

Важным направлением развития системы организации медицинской помощи становится учет психоэмоционального состояния работников. В исследовании Liu et al. выявлено, что профессиональный стресс широко распространен в горнодобывающей отрасли и оказывает неблагоприятное влияние как на психическое, так и на соматическое здоровье. Это обуславливает необходимость включения программ по снижению уровня стресса и поддержанию психического благополучия в систему медицинского сопровождения работников [40].

Современные модели организации медицинской помощи работникам горнодобывающей промышленности представлена в таблице 3.

Таблица 3. Современные модели организации медицинской помощи

№	Модель	Суть	Преимущества	Недостатки
1	Риск-ориентированная	Управление проф. рисками	Персонализация	Требует данных
2	Интегрированная	Объединение всех уровней помощи	Комплексность	Сложность внедрения
3	Комплексное здоровье работников	Здоровье + безопасность труда	Профилактика	Требует ресурсов
4	Цифровая медицина	Мониторинг, искусственный интеллект	Раннее выявление	Высокая стоимость
5	Корпоративная медицина	Медцентры на предприятии	Доступность	Ограниченность

Источник: составлено авторами на основе [36-40]

Обсуждение

Результаты проведенного исследования подтверждают, что воздействие вредных факторов в горнодобывающей промышленности носит комплексный характер, который сопровождается значительным ростом профессиональной патологии. По данным международных исследований, распространенность заболеваний лёгких у работников, которые подвергаются воздействию кремнезема, может достигать до 30 % отдельных группах, что свидетельствует о высокой сохраняющейся нагрузке пылевого фактора [41].

Сравнение с зарубежными данными показывает, что даже при наличии современных систем охраны труда уровень профессиональной заболеваемости остается значительным. По данным клинических исследований, доля хронических респираторных заболеваний среди работников добывающей отрасли превышает 25 %. Это связано с длительным стажем работы и воздействием вредных факторов [42].

Особое значение имеет проблема коморбидности. Было выявлено, что наличие силикоза увеличивает риск развития туберкулеза в 2-3 раза, а сочетание нескольких заболеваний значительно ухудшает прогноз, а также снижает трудоспособность работников [43]. Это подтверждает необходимость перехода к комплексной оцен-

ке состояния здоровья и персонализированным подходам к организации медицинской помощи.

Важную роль играют организационные и поведенческие факторы. По данным эпидемиологических исследований, сменная работа и высокая физическая нагрузка увеличивает риск производственного травматизма на более 20 %. Эти данные подтверждают значимость управления режимами труда и отдыха [44].

Современные исследования подчеркивают эффективность интеграции программ охраны здоровья и безопасности труда. Внедрение комплексных программ на предприятиях позволяет снизить уровень травматизма и улучшить показатели здоровья работников на более 10 % [45].

Перспективным направлением является внедрение цифровых технологий и методов искусственного интеллекта, которые позволяют анализировать большое количество данных, прогнозировать риски, а также выявлять ранние признаки заболеваний. Однако для дальнейшего и широкого внедрения данных технологий необходимы исследования, которые направлены на оценку их эффективности.

Выводы

Проведенный анализ показал, что работа в горнодобывающей промышленности попрежнему связана с серьезными рисками для здоровья. Воздействие вредных факторов, высокая нагрузка и особенности организации труда приводят к развитию профессиональных заболеваний, рост травматизма, а также негативно сказываются на психоэмоциональным состоянии работников. Было выявлено, что традиционных подходов к медицинскому обеспечению уже недостаточно. На сегодняшний день все больше значение приобретает профилактика и раннее выявление заболеваний. В этом контексте особый интерес представляет внедрение цифровых технологий и искусственного интеллекта, которые позволяют заранее оценивать риски, отслеживать состояние здоровья работников и принимать более точные решения. Таким образом развитие системы медицинской помощи должно идти в сторону более современного, комплексного подхода, ориентированного на профилактику.

Список источников

1. Cruz-Ausejo L., Cama-Ttito N. A., Solano P. F., Copez-Lonzoy A., Vera-Ponce V. J. Occupational accidents in mining workers: scoping review of studies published in the last 13 years // BMJ Open. – 2024. – Vol. 14(10). – Article No. 080572. – DOI: 10.1136/bmjopen-2023-080572.

2. Takala J., Hämäläinen P., Saarela K. L., Yun L. Y., Manickam K., Jin T. W., Heng P., Tjong C., Kheng L. G., Lim S., Lin G. S. Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012 // J Occup Environ Hyg. – 2014. – Vol. 11(5). – P. 326-337. – DOI: 10.1080/15459624.2013.863131.

3. Rushton L. The Global Burden of Occupational Disease // Curr Environ Health Rep. – 2017. – Vol. 4(3). – P. 340-348. – DOI: https://doi.org/10.1007/s40572-017-0151-2.

4. Yedla A., Kakhki F. D., Jannesari A. Predictive Modeling for Occupational Safety Outcomes and Days Away from Work Analysis in Mining Operations // Int J Environ Res Public Health. – 2020. – Vol. 17(19). – Article No. 7054. – DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17197054.

5. World Health Organization. Occupational health: protecting workers' health. – Geneva: WHO, 2022. – URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/occupational-health-protecting-workers-health (дата обращения: 04.04.2026).

6. Tsang N. V., Penina G. O., Abramova T. A. Study of Occupational Disease and Disability Among Workers of Mining Industry // Medical and Social Expert Evaluation and Rehabilitation. – 2013. – Vol. 16(4). – P. 35-38. – DOI: https://doi.org/10.17816/MSER35804.

7. Fuente A., Hickson L. Noise-Induced Hearing Loss in Asia // Int J Audiol. – 2011. – Vol. 50(Suppl. 1). – P. 3-10. – DOI: https://doi.org/10.3109/14992027.2010.540584.

8. Kramer D. M., Holness D. L., Haynes E., et al. From Awareness to Action: Sudbury, Mining and Occupational Disease in a Time of Change // Work. – 2017. – Vol. 58(2). – P. 149–162. – DOI: https://doi.org/10.3233/WOR-172610.

9. Blackley D. J., Halldin C. N., Laney A. S. Continued Increase in Prevalence of Coal Workers' Pneumoconiosis in the United States, 1970-2017 // Am J Public Health. – 2018. – Vol. 108(9). – P. 1220-1222. – DOI: https://doi.org/10.2105/AJPH.2018.304517.

10. Laney A. S., Weissman D. N. Respiratory Diseases Caused by Coal Mine Dust // J Occup Environ Med. – 2014. – Vol. 56(Suppl. 10). – P. 18-22. – DOI: https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000260.

11. Cohen R. A., Petsonk E. L., Rose C., et al. Lung Pathology in U.S. Coal Workers with Rapidly Progressive Pneumoconiosis Implicates Silica and Silicates // Am J Respir Crit Care Med. – 2016. – Vol. 193(6). – P. 673-680. – DOI: https://doi.org/10.1164/rccm.201505-1014OC.
12. Moyo D., Ncube R., Kavenga F., et al. The Triple Burden of Tuberculosis, Human Immunodeficiency Virus and Silicosis among Artisanal and Small-Scale Miners in Zimbabwe // Int J Environ Res Public Health. – 2022. – Vol. 19(21). – Article No. 13822. – DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph192113822.
13. Rupani M. P., Soundararajan S. Survival Analysis Shows Tuberculosis Patients with Silicosis Experience Earlier Mortality and Need Employer-Led Care Models in Occupational Settings in India // Sci Rep. – 2024. – Vol. 14(1). – Article No. 28891. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-80367-5.
14. King T., Maheen H., Taouk Y., LaMontagne A. D. Suicide in the Australian Mining Industry: Assessment of Rates among Male Workers Using 19 Years of Coronial Data // Saf Health Work. – 2023. – Vol. 14(2). – P. 193-200. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.03.003.
15. James C., Tynan R., Roach D., et al. Correlates of Psychological Distress among Workers in the Mining Industry in Remote Australia: Evidence from a Multi-Site Cross-Sectional Survey // PLoS One. – 2018. – Vol. 13(12). – Article No. 0209377. – DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209377.
16. Wagstaff A. S., Sigstad Lie J. A. Shift and Night Work and Long Working Hours – A Systematic Review of Safety Implications // Scand J Work Environ Health. – 2011. – Vol. 37(3). – P. 173-185. – DOI: https://doi.org/10.5271/sjweh.3146.
17. Cudjoe F. A., Opoku D. A., Ayisi-Boateng N. K., et al. Health Effects of Occupational Noise Exposure on Heavy-Duty Equipment Operators and Exposed Workers in a Mining Firm in Ghana // PLoS One. – 2025. – Vol. 20(9). – Article No. 0332600.– DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0332600.
18. Gyamfi C. K., Amankwaa I., Owusu Sekyere F., Boateng D. Noise Exposure and Hearing Capabilities of Quarry Workers in Ghana: A Cross-Sectional Study // J Environ Public Health. – 2016. – Vol. 2016. – Article No. 7054276. – DOI: https://doi.org/10.1155/2016/7054276.
19. Peyre-Costa D., Stjernbrandt A., Wahlström J., Ikäheimo T. M., Höper A. C. Self-Reported Exposure to Dust and Diesel Exhaust, Respiratory Symptoms, and Use of Respiratory Protective Equipment among Arctic Miners // Int J Circumpolar Health. – 2024. – Vol. 83(1). – DOI: https://doi.org/10.1080/22423982.2024.2343125.
20. Myshchenko I., Pawlaczyk-Luszczynska M., Dudarewicz A., Bortkiewicz A. Health Risks Due to Co-Exposure to Noise and Respirable Crystalline Silica Among Workers in the Open-Pit Mining Industry – Results of a Preliminary Study // Toxics. – 2024. – Vol. 12(11). – Article No. 781. – DOI: https://doi.org/10.3390/toxics12110781.
21. Fernández-Navarro P., García-Pérez J., Ramis R., Boldo E., López-Abente G. Proximity to Mining Industry and Cancer Mortality // Sci Total Environ. – 2012. – Vol. 435-436. – P. 66-73. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.07.019.
22. Krajnak K. Health Effects Associated with Occupational Exposure to Hand-Arm or Whole Body Vibration // J Toxicol Environ Health B Crit Rev. – 2018. – Vol. 21(5). – P. 320–334. – DOI: https://doi.org/10.1080/10937404.2018.1557576.
23. Zhang B., Yin X., Guo Y., Tong R. What Occupational Risk Factors Significantly Affect Miners' Health: Findings from Meta-Analysis and Association Rule Mining // J Safety Res. – 2024. – Vol. 89. – P. 197-209. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.jsr.2024.02.010.
24. Strzałkowski P., Woźniak J., Górniak-Zimroz J., et al. Identification and Systematics of Safety Hazards in Surface Rock Mining // Sci Rep. – 2025. – Vol. 15(1). – Article No. 30492. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-16437-z.
25. Milošević I., Stojanović A., Nikolić Đ., Mihajlović I., Brkić A., Perišić M., Spasojević-Brkić V. Occupational Health and Safety Performance in a Changing Mining Environment: Identification of Critical Factors // Safety Science. – 2024. – Vol. 170. – Article No. 106745. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106745.
26. Woźniak J., Strzałkowski P., Pactwa K., Bęś P., Szalek M. Occupational Health and Safety Employees and Emerging Competences in Environmental Field in Mining and Other Sectors in Poland // Sci Rep. – 2025. – Vol. 15(1). – Article No. 41724. – Published 2025 Nov 24. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-26141-7.
27. Cvetkovski T., Weston N. Mining Work Health, Safety Laws and Serious Industrial Crimes in Australia: Down the Shaft of Jurisdictional Inconsistency // Laws. – 2025. – Vol. 14(4). – Article No. 49. – DOI:

https://doi.org/10.3390/laws14040049.
28. Kapusta M., Bąk P., Sukiennik M. Mine Safety and Personal Health – in Terms of Mining Accidents and Disasters in the Polish Coal Mining Industry // Front Earth Sci. – 2025. – Vol. 13. – Article No. 1690436. – DOI: https://doi.org/10.3389/feart.2025.1690436.
29. Hilson G. Occupational Health and Safety Concerns in the Artisanal and Small-Scale Mining Sector: A Review // Resources Policy. – 2025. – Vol. 110. – Article No. 105733. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2025.105733.
30. Vangay A. Y., Abzaliyeva S. A., Sarsenova A. O., Abzaliyev K. B., Baurzhan M. B. Morbidity Among Mining Workers // Actual Problems of Theoretical and Clinical Medicine. – 2025. – Vol. 1. – P. 74-92. – DOI: https://doi.org/10.24412/2790-1289-2025-1-74-92.
31. Howlett P., Mousa H., Said B., et al. Silicosis, Tuberculosis and Silica Exposure among Artisanal and Small-Scale Miners: A Systematic Review and Modelling Paper // PLOS Glob Public Health. – 2023. – Vol. 3(9). – Article No. e0002085. – DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002085.
32. Mbuya A. W., Mboya I. B., Semvua H. H., Mamuya S. H., Howlett P. J., Msuya S. E. Prevalence and Determinants of Evidence of Silicosis and Impaired Lung Function among Small Scale Tanzanite Miners and the Peri-Mining Community in Northern Tanzania // PLOS Glob Public Health. – 2024. – Vol. 4(9). – Article No. 0002770. – DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002770.
33. Barozai M., Panezai S. A Systematic Review of Occupational Health and Safety in Mining Sector in Pakistan // Int J Econ Environ Geol. – 2024. – Vol. 15(1). – P. 7-16. – DOI: https://doi.org/10.46660/ijeeg.v15i1.229.
34. Gottesfeld P., Khoza N. N. Urgent Need for a Comprehensive Public Health Response to Artisanal Small-Scale Mining // Ann Work Expo Health. – 2022. – Vol. 66(1). – P. 1-4. – DOI: https://doi.org/10.1093/annweh/wxab058.
35. Elenge M. M., De Brouwer C. Identification of Hazards in the Workplaces of Artisanal Mining in Katanga // Int J Occup Med Environ Health. – 2011. – Vol. 24(1). – P. 57–66. – DOI: https://doi.org/10.2478/s13382-011-0012-4.
36. Zhang X., Yang W., Yang W., Huang B., Wang Z., Tian S. Occupational Risk Prediction for Miners Based on Stacking Health Data Fusion // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15(6). – Article No. 3129. – DOI: https://doi.org/10.3390/app15063129.
37. Ajibose K., Adukpo T., Adza S., Obeng J. AI-Powered Predictive Risk Assessment Models for Preventing Workplace Accidents in the U.S. Mining Industry: Strengthening Safety under MSHA Regulation // EPRA Int J Environ Econ Commer Educ Manag. – 2025. – Vol. 12. – DOI: https://doi.org/10.36713/epra24263.
38. Hore-Lacy F., Dimitriadis C., Hoy R. F., et al. Screening Workers for Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica: Development and Usability of an Electronic Data Capture Tool // JMIR Hum Factors. – 2025. – Vol. 12. – Article No. 64111. – DOI: https://doi.org/10.2196/64111.
39. Sinha A., Ali M. S., Funnell M. P., Chauhan A., Highton P. J., Kanungo S., Pati S. Prevalence and Patterns of Multimorbidity among Mining Workers of Odisha, India: A Cross-Sectional Study // Front Public Health. – 2025. – Vol. 13. – Article No. 1613856. – DOI: https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1613856.
40. Liu W., Lvqiu S., Wang D., et al. Occupational Stress and Its Adverse Health Effects among Metal Mining Workers: A Cross-Sectional Study in China // Sci Rep. – 2025. – Vol. 15. – Article No. 40785. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-24484-9.
41. Hoy R. F., Chambers D. C. Silica-Related Diseases in the Modern World // Allergy. – 2020. – Vol. 75(11). – P. 2805-2817. – DOI: https://doi.org/10.1111/all.14202.
42. Mazurek J. M., Dodd K. E., Syamlal G., Blackley D. J., Weissman D. N. Coal Workers' Pneumoconiosis-Associated Deaths – United States, 2020–2023 // MMWR Morb Mortal Wkly Rep. – 2025. – Vol. 74(41). – P. 627-633. – DOI: https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7441a1.
43. Poinen-Rughooputh S., Rughooputh M. S., Guo Y., Rong Y., Chen W. Occupational Exposure to Silica Dust and Risk of Lung Cancer: An Updated Meta-Analysis of Epidemiological Studies // BMC Public Health. – 2016. – Vol. 16(1). – Article No. 1137. – DOI: https://doi.org/10.1186/s12889-016-3791-5.
44. Alhainen M., Härmä M., Pentti J., et al. Physical Activity and Risk of Workplace and Commuting Injuries: A Cohort Study // Scand J Work Environ Health. – 2024. – Vol. 50(6). – P. 406-415. – DOI: https://doi.org/10.5271/sjweh.4163.
45. Sorensen G., McLellan D. L., Sabbath E. L., et al. Integrating Worksite Health Protection and Health Promotion: A Conceptual Model for Inter-

vention and Research // Prev Med. – 2016. – Vol. 91. – P. 188-196. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.08.005.

References

1. Cruz-Ausejo, L., Cama-Ttito, N. A., Solano, P. F., Copez-Lonzoy, A., & Vera-Ponce, V. J. (2024). Occupational accidents in mining workers: Scoping review of studies published in the last 13 years. BMJ Open, 14(10), Article No. 080572. DOI: https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-080572.

2. Takala, J., Hämäläinen, P., Saarela, K. L., Yun, L. Y., Manickam, K., Jin, T. W., Heng, P., Tjong, C., Kheng, L. G., Lim, S., & Lin, G. S. (2014). Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 11(5), 326-337. DOI: https://doi.org/10.1080/15459624.2013.863131.

3. Rushton, L. (2017). The global burden of occupational disease. Current Environmental Health Reports, 4(3), 340-348. DOI: https://doi.org/10.1007/s40572-017-0151-2.

4. Yedla, A., Kakhki, F. D., & Jannesari, A. (2020). Predictive modeling for occupational safety outcomes and days away from work analysis in mining operations. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(19), Article No. 7054. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17197054.

5. World Health Organization. (2022). Occupational health: Protecting workers' health. Retrieved April 4, 2026, from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/occupational-health-protecting-workers-health.

6. Tsang, N. V., Penina, G. O., & Abramova, T. A. (2013). Study of occupational disease and disability among workers of mining industry. Medical and Social Expert Evaluation and Rehabilitation, 16(4), 35-38. DOI: https://doi.org/10.17816/MSER35804.

7. Fuente, A., & Hickson, L. (2011). Noise-induced hearing loss in Asia. International Journal of Audiology, 50(Suppl. 1), 3-10. DOI: https://doi.org/10.3109/14992027.2010.540584.

8. Kramer, D. M., Holness, D. L., Haynes, E., et al. (2017). From awareness to action: Sudbury, mining and occupational disease in a time of change. Work, 58(2), 149-162. DOI: https://doi.org/10.3233/WOR-172610.

9. Blackley, D. J., Halldin, C. N., & Laney, A. S. (2018). Continued increase in prevalence of coal workers' pneumoconiosis in the United States, 1970–2017. American Journal of Public Health, 108(9), 1220-1222. DOI: https://doi.org/10.2105/AJPH.2018.304517.

10. Laney, A. S., & Weissman, D. N. (2014). Respiratory diseases caused by coal mine dust. Journal of Occupational and Environmental Medicine, 56(Suppl. 10), 18-22. DOI: https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000260.

11. Cohen, R. A., Petsonk, E. L., Rose, C., et al. (2016). Lung pathology in U.S. coal workers with rapidly progressive pneumoconiosis implicates silica and silicates. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 193(6), 673-680. DOI: https://doi.org/10.1164/rccm.201505-1014OC.

12. Moyo, D., Ncube, R., Kavenga, F., et al. (2022). The triple burden of tuberculosis, human immunodeficiency virus and silicosis among artisanal and small-scale miners in Zimbabwe. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(21), Article 13822. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph192113822.

13. Rupani, M. P., & Soundararajan, S. (2024). Survival analysis shows tuberculosis patients with silicosis experience earlier mortality and need employer-led care models in occupational settings in India. Scientific Reports, 14(1), Article No. 28891. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-80367-5.

14. King, T., Maheen, H., Taouk, Y., & LaMontagne, A. D. (2023). Suicide in the Australian mining industry: Assessment of rates among male workers using 19 years of coronial data. Safety and Health at Work, 14(2), 193-200. DOI: https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.03.003.

15. James, C., Tynan, R., Roach, D., et al. (2018). Correlates of psychological distress among workers in the mining industry in remote Australia: Evidence from a multi-site cross-sectional survey. PLOS ONE, 13(12), Article No. 0209377. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209377.

16. Wagstaff, A. S., & Sigstad Lie, J. A. (2011). Shift and night work and long working hours: A systematic review of safety implications. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 37(3), 173-185. DOI: https://doi.org/10.5271/sjweh.3146.

17. Cudjoe, F. A., Opoku, D. A., Ayisi-Boateng, N. K., et al. (2025). Health effects of occupational noise exposure on heavy-duty equipment operators and exposed workers in a mining firm in Ghana. PLOS ONE, 20(9), Article No. 0332600. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0332600.

18. Gyamfi, C. K., Amankwaa, I., Owusu Sekyere, F., & Boateng, D. (2016). Noise exposure and hearing capabilities of quarry workers in Ghana: A cross-sectional study. Journal of Environmental and Public Health, 2016, Article No. 7054276. DOI: https://doi.org/10.1155/2016/7054276.
19. Peyre-Costa, D., Stjernbrandt, A., Wahlström, J., Ikäheimo, T. M., & Höper, A. C. (2024). Self-reported exposure to dust and diesel exhaust, respiratory symptoms, and use of respiratory protective equipment among Arctic miners. International Journal of Circumpolar Health, 83(1). DOI: https://doi.org/10.1080/22423982.2024.2343125.
20. Myshchenko, I., Pawlaczyk-Luszczynska, M., Dudarewicz, A., & Bortkiewicz, A. (2024). Health risks due to co-exposure to noise and respirable crystalline silica among workers in the open-pit mining industry: Results of a preliminary study. Toxics, 12(11), Article No. 781. DOI: https://doi.org/10.3390/toxics12110781.
21. Fernández-Navarro, P., García-Pérez, J., Ramis, R., Boldo, E., & López-Abente, G. (2012). Proximity to mining industry and cancer mortality. Science of the Total Environment, 435-436, 66-73. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.07.019.
22. Krajnak, K. (2018). Health effects associated with occupational exposure to hand-arm or whole body vibration. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 21(5), 320-334. DOI: https://doi.org/10.1080/10937404.2018.1557576.
23. Zhang, B., Yin, X., Guo, Y., & Tong, R. (2024). What occupational risk factors significantly affect miners' health: Findings from meta-analysis and association rule mining. Journal of Safety Research, 89, 197-209. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jsr.2024.02.010.
24. Strzałkowski, P., Woźniak, J., Górniak-Zimroz, J., et al. (2025). Identification and systematics of safety hazards in surface rock mining. Scientific Reports, 15(1), Article No. 30492. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-16437-z.
25. Milošević, I., Stojanović, A., Nikolić, Đ., Mihajlović, I., Brkić, A., Perišić, M., & Spasojević-Brkić, V. (2024). Occupational health and safety performance in a changing mining environment: Identification of critical factors. Safety Science, 170, Article No. 106745. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106745.
26. Woźniak, J., Strzałkowski, P., Pactwa, K., Bęś, P., & Szalek, M. (2025). Occupational health and safety employees and emerging competences in environmental field in mining and other sectors in Poland. Scientific Reports, 15(1), Article No. 41724. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-26141-7.
27. Cvetkovski, T., & Weston, N. (2025). Mining work health, safety laws and serious industrial crimes in Australia: Down the shaft of jurisdictional inconsistency. Laws, 14(4), Article No. 49. DOI: https://doi.org/10.3390/laws14040049.
28. Kapusta, M., Bąk, P., & Sukiennik, M. (2025). Mine safety and personal health – In terms of mining accidents and disasters in the Polish coal mining industry. Frontiers in Earth Science, 13, Article 1690436. DOI: https://doi.org/10.3389/feart.2025.1690436.
29. Hilson, G. (2025). Occupational health and safety concerns in the artisanal and small-scale mining sector: A review. Resources Policy, 110, Article No. 105733. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2025.105733.
30. Vangay, A. Y., Abzaliyeva, S. A., Sarsenova, A. O., Abzaliyev, K. B., & Baurzhan, M. B. (2025). Morbidity among mining workers. Actual Problems of Theoretical and Clinical Medicine, 1, 74-92. DOI: https://doi.org/10.24412/2790-1289-2025-1-74-92.
31. Howlett, P., Mousa, H., Said, B., et al. (2023). Silicosis, tuberculosis and silica exposure among artisanal and small-scale miners: A systematic review and modelling paper. PLOS Global Public Health, 3(9), Article No. 0002085. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002085.
32. Mbuya, A. W., Mboya, I. B., Semvua, H. H., Mamuya, S. H., Howlett, P. J., & Msuya, S. E. (2024). Prevalence and determinants of evidence of silicosis and impaired lung function among small scale tanzanite miners and the peri-mining community in northern Tanzania. PLOS Global Public Health, 4(9), Article No. 0002770. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002770.
33. Barozai, M., & Panezai, S. (2024). A systematic review of occupational health and safety in mining sector in Pakistan. International Journal of Economic and Environmental Geology, 15(1), 7-16. DOI: https://doi.org/10.46660/ijeeg.v15i1.229.
34. Gottesfeld, P., & Khoza, N. N. (2022). Urgent need for a comprehensive public health response to artisanal small-scale mining. Annals of Work Exposures and Health, 66(1), 1-4. DOI: https://doi.org/10.1093/annweh/wxab058.
35. Elenge, M. M., & De Brouwer, C. (2011). Iden-

tification of hazards in the workplaces of artisanal mining in Katanga. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 24(1), 57-66. DOI: https://doi.org/10.2478/s13382-011-0012-4.
36. Zhang, X., Yang, W., Yang, W., Huang, B., Wang, Z., & Tian, S. (2025). Occupational risk prediction for miners based on stacking health data fusion. Applied Sciences, 15(6), Article No. 3129. DOI: https://doi.org/10.3390/app15063129.
37. Ajibose, K., Adukpo, T., Adza, S., & Obeng, J. (2025). AI-powered predictive risk assessment models for preventing workplace accidents in the U.S. mining industry: Strengthening safety under MSHA regulation. EPRA International Journal of Environmental Economics, Commerce and Educational Management, 12. DOI: https://doi.org/10.36713/epra24263.
38. Hore-Lacy, F., Dimitriadis, C., Hoy, R. F., et al. (2025). Screening workers for occupational exposure to respirable crystalline silica: Development and usability of an electronic data capture tool. JMIR Human Factors, 12, Article No. 64111. DOI: https://doi.org/10.2196/64111.
39. Sinha, A., Ali, M. S., Funnell, M. P., Chauhan, A., Highton, P. J., Kanungo, S., & Pati, S. (2025). Prevalence and patterns of multimorbidity among mining workers of Odisha, India: A cross-sectional study. Frontiers in Public Health, 13, Article No. 1613856. DOI: https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1613856.
40. Liu, W., Lvqiu, S., Wang, D., et al. (2025). Occupational stress and its adverse health effects among metal mining workers: A cross-sectional study in China. Scientific Reports, 15, Article No. 40785. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-24484-9.
41. Hoy, R. F., & Chambers, D. C. (2020). Silica-related diseases in the modern world. Allergy, 75(11), 2805-2817. DOI: https://doi.org/10.1111/all.14202.
42. Mazurek, J. M., Dodd, K. E., Syamlal, G., Blackley, D. J., & Weissman, D. N. (2025). Coal workers' pneumoconiosis-associated deaths–United States, 2020-2023. Morbidity and Mortality Weekly Report, 74(41), 627-633. DOI: https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7441a1.
43. Poinen-Rughooputh, S., Rughooputh, M. S., Guo, Y., Rong, Y., & Chen, W. (2016). Occupational exposure to silica dust and risk of lung cancer: An updated meta-analysis of epidemiological studies. BMC Public Health, 16(1), Article No. 1137. DOI: https://doi.org/10.1186/s12889-016-3791-5.
44. Alhainen, M., Härmä, M., Pentti, J., et al. (2024). Physical activity and risk of workplace and commuting injuries: A cohort study. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 50(6), 406-415. DOI: https://doi.org/10.5271/sjweh.4163.
45. Sorensen, G., McLellan, D. L., Sabbath, E. L., et al. (2016). Integrating worksite health protection and health promotion: A conceptual model for intervention and research. Preventive Medicine, 91, 188-196. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.08.005.

ТАУ-КЕН ӨНЕРКӘСІБІ КӘСІПОРЫНДАРЫ ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРІНЕ МЕДИЦИНАЛЫҚ КӨМЕКТІ ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕРІ

А. Ю. Вангай [1*], С. А. Абзалиева [2], А. Р. Рысқұлова [1], К. Б. Абзалиев [2], А. О. Сарсенова [1], Б. Р. Аль-ясин [2]

[1]«Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» ҚМУ, Қазақстан, Алматы
[2] «Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» КЕАҚ, Қазақстан, Алматы
**Корреспондент автор*

Аңдатпа

Кіріспе. Тау-кен өнеркәсібі ең қауіпті салалардың бірі болып табылады және кәсіби тәуекелдердің жоғары деңгейімен сипатталады. Бұл салаға өндірістік өлім-жітімнің шамамен 8 %-ы тиесілі. Жұмысшылар арасында пневмокониоздың таралуы 3,7 %-ға дейін, ал силикоз – 8 %-ға дейін жетеді. Кейбір өңірлерде «аурулардың үштік жүктемесі» деп аталатын құбылысты қоса алғанда, жоғары коморбидтілік байқалады. Бұл факторлар жұмысшыларға медициналық көмекті ұйымдастыру жүйесін одан әрі зерттеу мен жетілдіру қажеттілігін айқындайды.

Мақсаты: тау-кен саласының қызметкерлеріне медициналық көмекті ұйымдастырудың заманауи ғылыми деректері мен әлемдік тәжірибесін талдау

Материалдар мен әдістер. 2010-2025 жылдар аралығындағы ғылыми жарияланымдарға талдау жүргізілді, олар тау-кен өнеркәсібі қызметкерлерінің денсаулық жағдайы, кәсіптік қауіптер және медициналық көмекті ұйымдастыру мәселелеріне арналған. Әдебиеттерді іздеу PubMed, Scopus, Web of Science және Google Scholar дерекқорларында жүргізілді. Шолуға зерттеу тақырыбына сәйкес келетін орыс және ағылшын тілдеріндегі жарияланымдар енгізілді. Алынған деректер зерттеудің негізгі бағыттары бойынша жүйелендірілді.

Нәтижелер. Жұмысшылар зиянды факторлардың (шаң, шу, діріл, химиялық заттар) кешенді әсеріне ұшырайды, бұл пневмокониоз және силикоз сияқты кәсіби аурулардың дамуына әкеледі. Кейбір өңірлерде «аурулардың үштік жүктемесі» (силикоз, туберкулез, инфекциялық аурулар) байқалады. Сонымен қатар психоэмоционалдық бұзылыстардың жоғары таралуы және ауысымдық жұмыс режимінің жарақаттану қаупіне әсері анықталды. Медициналық көмектің дәстүрлі моделі жеткіліксіз екені көрсетілді және профилактикаға бағытталған тәсілдерге көшу қажеттілігі негізделді.

Қорытынды. Тау-кен өнеркәсібі қызметкерлеріне медициналық көмекті ұйымдастыруды жетілдіру профилактикаға бағытталған тәсілдерге көшуді, сондай-ақ тәуекелдерді болжау және ауруларды ерте анықтау үшін цифрлық технологиялар мен жасанды интеллектіні қолдануды талап етеді.

***Түйін сөздер**: тау-кен өнеркәсібі, кәсіптік аурулар, пневмокониоз, силикоз, еңбек медицинасы, кәсіптік қауіптер, еңбекті қорғау.*

MODERN APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF MEDICAL CARE FOR EMPLOYEES OF MINING INDUSTRY ENTERPRISES

A. Y. Vangay [1*], S. A. Abzaliyeva [2], A. R. Ryskulova [1], K. B. Abzaliyev [2], A. O. Sarsenova[1], B. R. Ayaseen [2]

[1]«Kazakhstan School of Public Health» KMU, Kazakhstan, Almaty

[2] «Al-Farabi Kazakh National University» NPJSC, Kazakhstan, Almaty

**Corresponding author*

Abstract

Relevance. The mining industry is one of the most hazardous sectors and is characterized by high occupational risks. It accounts for up to 8 % of fatal occupational injuries. The prevalence of pneumoconiosis among miners is 3.7 %, while that of silicosis is up to 8 %. In some regions, a high level of comorbidity is observed, including the «triple burden of disease». These factors indicate the need for further research and improvements in workers' medical care systems.

Objective: to analyze modern scientific data and international experience in the organization of medical care for workers in the mining industry

Materials and methods. An analysis of scientific publications from 2010 to 2025 was conducted, focusing on workers' health status, occupational risks, and the organization of medical care in the mining industry. The literature search was performed using the PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases. The review included studies published in Russian and English that were relevant to the research topic. The obtained data were systematized according to the main areas of the study.

Results. Workers are exposed to a complex of harmful factors (dust, noise, vibration, and chemical agents), which can lead to occupational diseases, including pneumoconiosis and silicosis. In some regions, a «triple burden of disease» (silicosis, tuberculosis, infectious diseases) is observed. A high prevalence of mental health disorders and the impact of shift work on injury risk were also identified. Traditional models of medical care were found to be insufficient and require a transition to preventive approaches.

Conclusions. Improving the organization of medical care for mining workers requires a shift toward preventive approaches, using digital technologies and artificial intelligence to predict risks and detect disease early.

***Keywords**: mining industry, occupational diseases, pneumoconiosis, silicosis, occupational health, occupational risks, labor protection.*

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ

Вангай Александра Юрьевна – «қоғамдық денсаулық сақтау» білім беру бағдарламасының докторанты, «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстандық медицина университеті; e-mail: alexandra.vangay@gmail.com ; телефон: 87772945599; ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9613-0471

Абзалиева Сымбат Абулхаировна – медицина ғылымдарының кандидаты, PhD, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ақпараттық технологиялар факультеті «Жасанды интеллект және Big Data» кафедрасының міндетін атқарушы доценті, Қазақстан, Алматы; e-mail: abzaliyeva.symbat@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9802-0129.

Рысқұлова Алмагүл Рахимқызы – медицина ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қоғамдық денсаулық сақтау және әлеуметтік ғылымдар кафедрасының меңгерушісі, «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстандық медицина университеті; e-mail: r.alma@bk.ru; телефон: 87015262869; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4768-4799.

Абзалиев Куат Баяндыевич – медицина ғылымдарының докторы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті ақпараттық технологиялар факультеті «Жасанды интеллект және Big Data» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақстан, Алматы; e-mail: abzaliev_kuat@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2452-854X.

Сарсенова Айман Онласбековна – қоғамдық денсаулық сақтау магистрі, докторант, «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстандық медицина университі; e-mail: sarsenova.a@mediker.kz; телефон: 87017011177; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8432-6184.

Аль-Ясин Бакр Рабах – жалпы дәрігерлік практика кафедрасының интерні, Медицина және денсаулық сақтау факультеті, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті; e-mail: bakerrabah12@gmail.com; телефон: 87471122690; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-5282-5094.

ОБ АВТОРАХ

Вангай Александра Юрьевна – докторант по образовательной программе «Общественное здравоохранение», Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения»; e-mail: alexandra.vangay@gmail.com; телефон: 87772945599; ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9613-0471.

Абзалиева Сымбат Абулхаировна – кандидат медицинских наук, PhD, исполняющий обязанности доцента кафедры «Искусственный интеллект и Big Data» Факультета информационных технологий НАО «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби» Казахстан, Алматы; e-mail: abzaliyeva.symbat@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9802-0129.

Рыскулова Алмагуль Рахимовна –кандидат медицинских наук, ассоциированный профессор, заведущая кафедрой Общественного здоровья и социальный наук, Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения»; e-mail: r.alma@bk.ru; телефон: 87015262869; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4768-4799.

Абзалиев Куат Баяндыевич– д.м.н. ассоциированный профессор кафедры «Искусственный интеллект и Big Data» Факультета информационных технологий НАО «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби» Казахстан, Алматы; e-mail: abzaliev_kuat@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2452-854X.

Сарсенова Айман Онласбековна – магистр общественного здравоохранения, докторант, Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения»; e-mail: sarsenova.a@mediker.kz; телефон: 87017011177; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8432-6184.

Аль-Ясин Бакр Рабах – интерн кафедры общей врачебной практики, Факультета Медицины и здравоохранения НАО «КазНУ им Аль-Фараби»; e-mail: bakerrabah12@gmail.com; телефон: 87471122690; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-5282-5094.

ABOUT AUTHORS

Vangay Alexandra – PhD Student in the Public Health Educational Program, Kazakhstan Medical University «KSPH»; e-mail: alexandra.vangay@gmail.com; phone: +7 777 294 5599; ORCID: https://

orcid.org/0009-0004-9613-0471.
Abzalieva Symbat – PhD in Medicine, Acting Associate Professor, Department of Artificial Intelligence and Big Data, Faculty of Information Technologies Al-Farabi Kazakh National University; e-mail: abzaliyeva.symbat@gmail.com; telephone: +7 777 232 2978 ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9802-0129.
Ryskulova Almagul – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Public Health and Social Sciences, Kazakhstan Medical University «KSPH»; e-mail: r.alma@bk.ru ; phone: +7 701 526 2869; **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-4768-4799.
Abzaliyev Kuat – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Artificial Intelligence and Big Data, Faculty of Information Technology Al-Farabi Kazakh National University; e-mail: abzaliev_kuat@mail.ru; telephone: +7 701 221 2211; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2452-854X.
Sarsenova Aiman – Master of Public Health, PhD Student, Kazakhstan Medical University «KSPH»; e-mail: sarsenova.a@mediker.kz; telephone: +7 701 701 1177; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8432-6184.
Alyaseen Bakr Rabah – Medical Intern, Department of General Practice, Faculty of Medicine and Healthcare, Al-Farabi Kazakh National University; e-mail: bakerrabah12@gmail.com; phone: +7 747 112 2690; **ORCID:** https://orcid.org/0009-0008-5282-5094.

Вклад авторов. *Концептуализация: А. Ю. Вангай; Поиск и анализ литературных источников: А. Ю. Вангай, С. А. Абзалиева; Методология обзора: А. Р. Рыскулова; Критический анализ и интерпретация научных данных: К. Б. Абзалиев; Научное руководство: Б. Р. Аль-ясин; Написание текста – первоначальный вариант: А. Ю. Вангай; Написание текста – редактирование и доработка: С. А. Абзалиева, А. Р. Рыскулова, К. Б. Абзалиев, Б. Р. Аль-ясин; Утверждение окончательной версии рукописи: А. Ю. Вангай, С. А. Абзалиева, А. Р. Рыскулова, К. Б. Абзалиев, А. О. Сарсенова, Б. Р. Аль-ясин.*
Конфликт интересов. *Все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в рамках данной статьи.*
Финансирование. *Отсутствует.*
Все авторы одобрили окончательную версию статьи и несут ответственность за её содержание.

Статья поступила в редакцию: 3.03.2026 год.
Принята к публикации: 17.03.2026 год.