УДК 331.45: 613.6

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ ПРИ ДОБЫЧЕ РУДНОГО ЗОЛОТА В РОССИИ И УЗБЕКИСТАНЕ

Тимофеева С.С. заведующая кафедрой промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, доктор технических наук, профессор, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Россия sstimofeeva@mail.ru, **Дроздова И.В.** аспирант, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Россия, **Бобоев А.А**. ассистент кафедры Автоматизация и управления Навоийский государственный горный институт, Узбекистан azizjon.boboyev@bk.ru

Аннотация. *Горнорудная промышленность, является одной из ведущих сырьевых отраслей экономик России и Узбекистана. К сожалению, она характеризуется одним из самых высоких показателей смертельного травматизма - ежегодно более 100 человек погибают на предприятиях и объектах данного вида производства. Причиной этому является сложное по своим параметрам и характеристикам горное оборудование, требующее правильную эксплуатацию и обслуживание квалифицированным персоналом.*

В соответствии с международным стандартом ISO45001:2018 «Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечение безопасности труда. Требования и руководство по использованию» на предприятиях должны быть созданы интегрированные системы менеджмента и проведена идентификация опасностей, угрожающих здоровью работающих.

Ключевые слова: Оценка риска, горнорудная промышленность опасность, руда, травматизм, опасные факторы.

Abstract. *The mining industry is one of the leading raw material sectors of the economies of Russia and Uzbekistan. Unfortunately, it is characterized by one of the highest rates of fatal injuries - more than 100 people die annually at enterprises and facilities of this type of production. The reason for this is mining equipment that is complex in its parameters and characteristics, which requires proper operation and maintenance by qualified personnel.*

In accordance with the international standard ISO45001: 2018 "Health protection management systems and labor safety. Requirements and guidance for use ", enterprises must create integrated management systems and identify hazards threatening the health of workers.

Keywords*: Risk assessment, mining hazard, ore, injuries, hazardous factors.*

Annotatsiya*. Tog'-kon sanoati Rossiya va O'zbekiston iqtisodiyotidagi yetakchi xom ashyo tarmoqlaridan biridir. Afsuski, bu halokatli jarohatlarning eng yuqori ko'rsatkichi bilan ajralib turadi - har yili ushbu turdagi ishlab chiqarish korxonalarida va muassasalarida 100 dan ortiq odamlar hayotdan ko'z yumishadi. Buning sababi - parametrlari va xarakteristikalari jihatidan murakkab bo'lgan, malakali mutaxassislar tomonidan to'g'ri ishlash va texnik xizmat ko'rsatishni talab qiladigan tog'-kon uskunalari.*

ISO45001:2018 «Sog'liqni saqlashni boshqarish tizimlari va mehnat xavfsizligi. Foydalanish bo'yicha talablar va ko'rsatmalar", korxonalar boshqarishning integrallashgan tizimini yaratishi va ishchilar sog'lig'iga tahdid soladigan xavflarni aniqlashi kerak.

Kalit so'zlar: Xavflarni baholash, qazib olish, ma'dan, shikastlanishlar, xavfli omillar.

В современных условиях проблема безопасности жизнедеятельности является одной из самых острых социальных проблем. Связано это с травматизмом и профессиональными заболеваниями, приводящими в ряде случаев к серьёзным проблемам со здоровьем, и в худшем случаи к летальным исходам. Горнорудная промышленность, является одной из ведущих сырьевых отраслей экономик России и Узбекистана. К сожалению, она характеризуется одним из самых высоких показателей смертельного травматизма - ежегодно более 100 человек погибают на предприятиях и объектах данного вида производства. Причиной этому является сложное по своим параметрам и характеристикам горное оборудование, требующее правильную эксплуатацию и обслуживание квалифицированным персоналом. С каждым годом при проведении горных работ увеличивается глубина разработок, усложняются в целом горно-геологические и горно-технические условия добычи полезных ископаемых, что в свою очередь ведет к повышению отраслевых рисков горнорудной промышленности в области безопасного ведения работ.

Золотодобыча сегодня представляет собой глобальный бизнес процесс на всех континентах, кроме Антарктиды. По добыче золота Россия занимает третье место в мире, а Узбекистан находится на 12 месте [1,2]. Добыча золота является одним из наиболее перспективных секторов промышленности, России и Узбекистана, поскольку имеет значительный потенциал роста. Однако обеспечение охраны здоровья и безопасности труда остается при золотодобыче остаются до сих пор нерешенным вопросом.

В 2018 году опубликован международный стандарт ISO45001:2018 «Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечение безопасности труда. Требования и руководство по использованию» [3,4]. Этот стандарт структурирован аналогично стандартам по системе менеджмента качества ISO 9001:2015 и

экологического менеджмента ISO 14001:2015. Это позволяет на промышленных предприятиях создать интегрированную систему менеджмента, основанную на концепции PDCA (планируйте-делайте-проверяйте-действуйте) и процессном подходе. Согласно стандарта на каждом предприятии должны реализовываться следующие основные положения: идентификация (выявление) опасностей, оценка риска и разработка плана по снижению рисков и реализации возможностей; понимание и учет потребностей и ожиданий работников и других сторон; постоянный контроль эффективности и результативности работы системы; разработка корректирующих мер и совершенствование процессов.

Организации сертифицированные по стандарту OHSAS 18001 могут перейти на сертификацию по новому стандарту в течение 3 лет.

В настоящее время в России, процедура оценки профессиональных рисков является неотъемлемой частью системы управления охраной труда в для организаций, независимо от форм собственности и организационно правовых форм. Данное требование прописано в 212 статье трудового кодекса РФ [5]. В законодательстве Узбекистана также предусмотрена оценка рисков в соответствии с нормативными требованиями [6].

Оценка риска является частью процесса менеджмента риска и представляет собой структурированный процесс, в рамках которого идентифицируют способы достижения поставленных целей, проводят анализ последствий и вероятности возникновения опасных событий для принятия решения о необходимости обработки риска [7].

Оценка риска позволяет ответить на следующие основные вопросы:

– какие события могут произойти и их причина (идентификация опасных событий);
– каковы последствия этих событий;
– какова вероятность их возникновения;
– какие факторы могут сократить неблагоприятные последствия или уменьшить вероятность возникновения опасных ситуаций.

Ранее при сравнительной оценки рисков на горных предприятиях Иркутской области нами установлено, что золотодобывающие предприятия характеризуются на средним риском[7-9]. Однако достаточно высокие риски фиксировали на отдельных стадиях технологических процессов, особенно по пылевому фактору. Результаты наших исследований совпали с данными зарубежных авторов, детально исследовавших золотодобычи на других континентах. Среди физических неблагоприятных факторов производственной среды преобладает повышенный уровень шума (максимальный уровень шума 112 дБА на руднике Сукари (Египет)), среди химических – высокие уровни концентрации цианистого водорода HCN (в частности на участке выщелачивания) [10].

Статистические данные о несчастных случаях на производстве в горнодобывающей промышленности Ганы показывают, что горнодобывающее оборудование было причиной примерно 85% всех травм и 90% всех смертельных случаев, причем преобладает в этом списке мобильное оборудование, его компоненты/детали и ручные инструменты [11].

Наиболее часто травмам встречались при добыче полезных ископаемых на карьерах (участках) и участках дробления [12]. Четверть пострадавших работников Ганы считают, что тяжелые условия труда были причиной травм, и почти две пятых считают, что их травмы можно было предотвратить, и многие ссылались на средства индивидуальной защиты в качестве решения. Около четверти работников золотодобывающих рудников Ганы сообщили, что их работодатели никогда не были заинтересованы в благополучии или безопасности своих работников [13].

Золотодобытчики, занимающиеся добычей золота районе на Филиппинах имеют серьезные проблемы со здоровьем, в частности 21% страдают от ухудшения зрения, а 18% - от боли в глазах и покраснений глаз. Они испытывают боли в ушах (12%), боли в груди (23%), одышку при физической нагрузке (23%), боли в пояснице (23%), боли в суставах костей и покраснение/отек сустава (32%). В общей сложности у 41% стадия «предгипертонии», тогда как 29% имеют гипертонию 1 стадии [14]. У работников золотоносного рудника Obuasi в Южной Африке, принадлежащего глобальной компании AngloGold Ashanti (AGA) широко распространены профессиональные заболевания таких, как болезни костно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата. В результате исследования и опроса 205 работников установлено, что распространенность данных заболеваний составила 85,5%, среди наиболее пораженного сегмента тела выделяют нижнюю часть спины (30% работников). Наблюдается Подобная ситуация наблюдается и в Перу и других странах, где много участков золотодобычи [15-18].

Целью настоящей работы явилась идентификация опасностей при ведении технологических процессов добычи золотосодержащей руды на месторождениях рудного золота в Иркутской области и республики Узбекистан.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись технологические процессы на карьерах «Вернинский», ГОК «Невский», участках раздельной добычи «Большой Догалдын», «Чаянгро» и «Нижний Аканак (Бодайбинский район Иркутской области), карьере Мурунтау (Узбекистан).

С точки зрения природных условий и климата условия труда на каждом участке Бодайбинского района одинаковые. Климат района резко континентальный с коротким жарким, часто весьма дождливым летом и долгой суровой зимой. Колебания температур составляют от -50°С в январе до +38°С в июле при среднегодовой – 6°С. Безморозный период составляет в среднем 69 дней при максимальном – 103 дня. Общая сумма годовых осадков составляет 325-500 мм, из них до 30% выпадает в твердом виде. Наибольшее количество осадков приходится на июль-август. Мощность снежного покрова в среднем колеблется в пределах 50-60 см, достигая в благоприятных для накопления местах более 1 м, он держится в гольцах с конца сентября до середины мая. В районе распространена многолетняя мерзлота островного типа. На заболоченных, торфяно-моховых участках по долинам ручьев мерзлота даже в июле залегает на глубине 15-20 см.

Карьер Мурунтау расположен в горах на юго-западе пустыни Кызылкум, на территории Тамдынскохго района Навоийской области Узбекистана. Добыча ведется с1969 года. Навоийский горно-металлургический комбинат (НГМК) разработал и реализует в 2018-2027 годах проект по отработке пятой очереди карьера до глубины 900-950 метров. Климат типично полупустынный, сухой резко континентальный с чётко выраженной сезонностью. Летом температура может достигать +54°С, зимой опускаться до -18°С. Более низкие температуры бывают редко. Из-за низкой влажности высокие и низкие температуры переносятся легко.

Зима (период со среднесуточной температурой ниже 0°С) в среднем длится с 3-й декады ноября до 2-й декады марта. В период календарной зимы могут отмечаться непродолжительные (3-8 дней) морозы (с ночной температурой до -12°С, редко — до -18°С). При этом всю зиму часты оттепели, когда температура с -5°С поднимается до +6°С и выше, иногда достигая значений +10...+12°С. Переходные сезоны достаточно коротки.

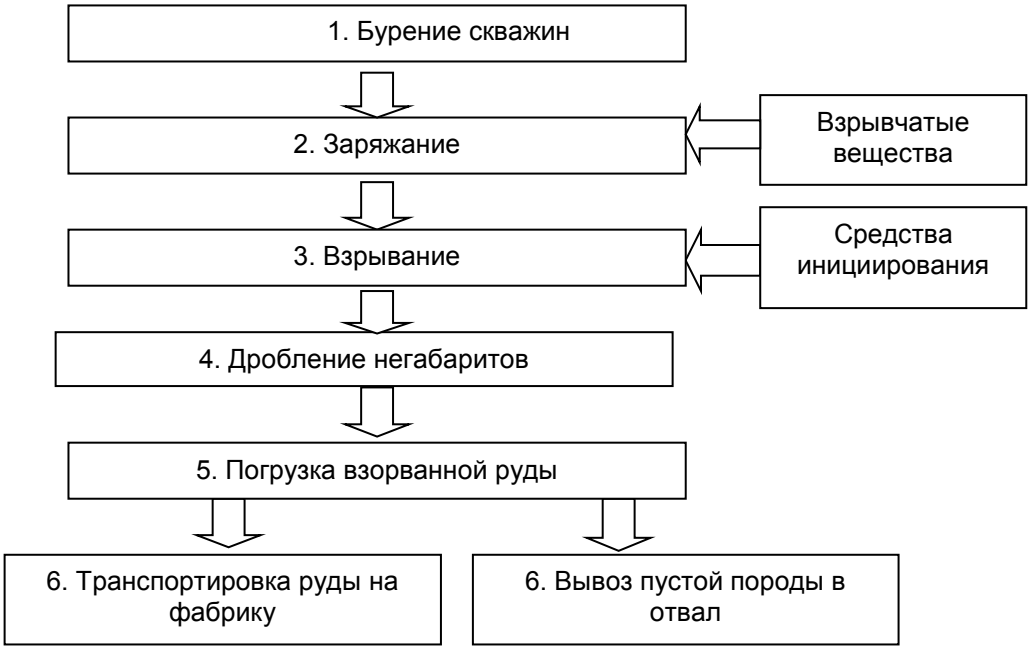

Рисунок 1 – Схема технологического процесса на карьерах по добыче рудного золота

На открытых горных работах по добыче рудного золота работы ведутся уступами. Поэтому буровзрывные работы ведутся путём поэтапного взрыва уступов карьера. На подготавливаемом к взрыву части уступа (блоке) вначале бурятся скважины в соответствии с паспортом ведения буровзрывных работ, затем заряжаются и готовятся к взрыву.

На время взрыва все работы в карьере прекращаются. После массового взрыва производится погрузка отбитой горной массы в транспортные средства и затем вывозится либо на обогатительную фабрику (полезное ископаемое), либо в отвал (пустая порода).

Исходная руда автотранспортом поступает в приемный бункер дробильно-сортировочного комплекса. Из бункера руда подается в щековую дробилку.

Дробленная руда подается на штабелеукладчик, который формирует склад дробленной руды. Под складом дробленной руды находятся два бункера с пластинчатыми питателями для организации равномерной подачи дробленной руды на конвейер и далее в главный корпус на измельчение в мельницу и дальнейшую обработку.

Идентификацию опасностей проводили в соответствии с приказом Минтруда РФ и методиками оценки рисков [19].

Результаты и их обсуждение

При рассмотрении этапов технологического процесса по добыче золотосодержащей руды можно выявить следующие опасности (рис.2):

1. Механические опасности (источники – движущиеся части оборудования, транспорт);
2. Опасности, связанные с воздействием микроклимата и климатические опасности (повышенные температуры в летнее время и пониженные – в зимнее);
3. Барометрические опасности (карьеры находятся на большой высоте над уровнем моря, следовательно, здесь достаточно пониженное давление);
4. Опасности, связанные с воздействием шума (источник – работающее оборудование, транспорт, процесс взрыва);
5. Опасности, связанные с воздействием АПФД (источник – процессы бурения, взрывания, погрузки и транспортировки руды);
6. Опасности, связанные с воздействием вибрации (источник – работающее оборудование, транспорт);
7. Опасности, связанные с воздействием световой среды (погрузочные и транспортировочные работы ведутся круглосуточно);
8. Опасности транспорта (возможность быть незамеченным водителем большегрузных автомобилей);
9. Электрические опасности (на карьере своя собственная станция);
10. Термические опасности (карьер является открытой производственной площадкой, поэтому имеется возможность получить тепловой удар рабочим, находящимся длительное время на солнце);
11. Опасности взрыва (работа со взрывчаткой и средствами инициирования);
12. Опасности пожара (работа со взрывчаткой и средствами инициирования);
13. Опасности, связанные с воздействием химического фактора (опасность распространения паров вредных и опасных веществ при взрыве и/ или пожаре);
14. Опасности, связанные с воздействием тяжести и напряженности трудового процесса (машинисты и водители находятся длительное время в вынужденной рабочей позе).

Рисунок 2 – Схема распределения видов опасностей на основных этапах технологического процесса по добыче золотосодержащей руды на карьере

В табл.1 приведена идентификация вредных и опасных производственных факторов с описанием источников возникновения и характером воздействия на работающих.

Таблица 1

Идентификация вредных и опасных факторов, воздействующих на работников при золотодобыче в карьерах

Наименование вредного производственного фактора	Источник/причина возникновения	Воздействие на человека	Меры по предотвращения
ОВПФ обладающие свойствами физического воздействия на организм человека			
вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей, зон горения, фронта пламени, солнечной инсоляции:			
Пониженная температуры окружающей среды	Низкие температуры окружающей среды. Горное и вспомогательное оборудование, работающее в условиях отрицательных температур	Переохлаждения. Нарушения в работе нервной и сосудистой системы организма человека	Использование СИЗ (утепленные костюмы, сапоги, перчатки) ограничить время пребывания работников в условиях низких температур.
Повышенная температура окружающей среды	Высокие температуры окружающей среды Горное и вспомогательное оборудование, работающее в условиях повышенных температур	Гипертермия. Нарушение теплообмена. Нарушения в работе нервной и сосудистой системы организма человека.	Использование СИЗ, ограничить теплоотдачу используемого оборудования в производственном процессе, ограничить время пребывания работников в условиях высоких температур
Повышенная влажность окружающей среды	Высокая влажность окружающей среды Скопления грунтовых вод, нарушение теплообмена в помещении, обильные осадки	Понижение иммунитета, увеличение отдачи тепла, нарушение теплообмена	Организация проветривания помещений, установка вентиляции, установка осушителя
вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха:			
Загазованность окружающей среды	Работа двигателей внутреннего сгорания на горной и вспомогательной технике	Головокружения, рвота, затруднения работы дыхательных путей человека	Использование СИЗ органов дыхания (респираторы с системой фильтрации), установка системы вентиляции, проветривание помещений
Запыленность окружающей среды	Эксплуатация горного и вспомогательное оборудования по технологическим дорогам и дорогам общего пользования. Погрузка горной массы, буровзрывные работы	Аллергия органов дыхания и зрения, пневмосклероз	Использование СИЗ (респираторы с системой фильтрации), использование систем пылеподавления на буровом оборудовании, орошение технологических дорог в карьере
Вредные вещества в окружающей среде при плавке и резке метала	Электрогазосварочные работы (резка и наплавка метала)	Поражение центральной нервной системы, нарушение работы лёгких, печени и кровеносной системы	Использование СИЗ (респираторы с системой фильтрации), использование систем вентиляции
вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей:			
Повышенный уровень общей вибрации	Работа горного и вспомогательного оборудования	Утомление, заболевания опорно-двигательного аппарата, сосудистые и другие заболевания.	Уменьшение времени источника вибрации на человека, использование систем виброгашения
Повышенным уровнем локальной вибрации	Электроинструмент, слесарный инструмент, пульты управления горным оборудованием	Утомление, заболевания опорно-двигательного аппарата, сосудистые и другие заболевания кистей рук, пальцев, предплечий, проблемы подвижности суставов	Использование СИЗ (вибрационные перчатки), устранение непосредственного контакта с вибрирующим обо-рудованием путем применения дистанционного управления
вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде:			

Повышенный уровень шума	Работа горного и вспомогательного оборудования, буровзрывные работы, погрузка горной массы, промывка песков, слесарные работы	Заболевания слухового аппарата, заболевания нервной системы, сосудистые и другие заболевания	Использование СИЗ органов слуха, устранение источника шума (при возможности), применение систем звукоизоляции, звукопоглощения, установка регламентируемых перерывов
вредные производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека:			
Наличие электромагнитных полей промышленных частот (порядка 50-60 Гц)	Высоковольтные электроустановки	Заболевания нервной системы, сосудистые и другие заболевания, заболевания слухового аппарата	Использование СИЗ (индивидуальные экранирующие комплекты), установка санитарно-защитной зоны, экранирование источника излучения, заземление электроустановок,
вредные производственные факторы, связанные со световой средой			
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	Ремонтные мастерские, забои экскаваторов, буровые блоки	Возникает зрительное утомление боль в глазах, общая вялость, снижение внимания	Организация местного освещения в соответствии с требованиями в мастерских, установка дополнительного осветительного оборудования

По этим факторам на каждом из этапов технологического процесса по добыче золотосодержащей руды на карьере были рассчитаны профессиональные риски для работающих по методике Фаини Кини и представлены на рис. 3.

Как видно из приведенных данных наиболее опасным этапом при добыче рудного золота открытым способом является транспортировка руды, наименее – заряжание и взрывание скважин. На данных двух этапах показатели риска меньше среднего уровня.

Средний уровень риска при добыче руды – 7,17, что является приемлемым уровнем по всем вредным и опасным факторам, за исключением пылевого фактора. Вопросам пылеподавления следует уделить особое внимание, особенно в условиях карьера Мурунтау.

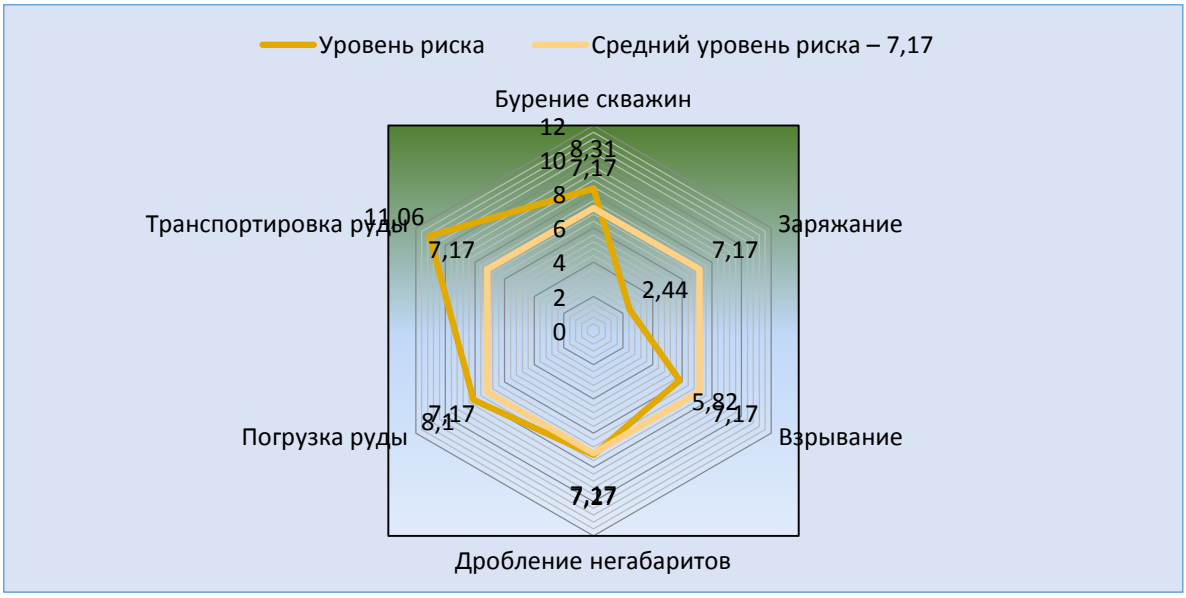

Рисунок 3– Ранжирование по уровням риска этапов технологического процесса по добыче золотосодержащей руды открытым способом

Заключение

Таким образом на основании проведенных исследований по идентификации опасностей на основных технологических этапах золотодобычи можно сделать вывод, что суммарный риск для персонала является приемлемым, однако следует обратить внимание на пылевой фактор и разработать мероприятия по его нейтрализации, чтобы иметь возможность сертифицировать производство в соответствии с новым международным стандартом ISO 45001:2018. В перспективе необходимо на предприятиях создать систему менеджмента охраны здоровья

и обеспечения безопасности труда, предназначенную для достижения постоянного улучшения условий труда в золотодобыче.

Литература

1. Динамика золотодобычи в страна мира в 2008-2018 годы // Золотодобыча. [Электронный ресурс]. URL: https://zolotodb.ru/article/12088 (дата обращения 06.07.2020 г.).
2. 20 ведущих золотодобывающих компаний мира по итогам 2018 года // Золотодобыча. [Электронный ресурс]. URL: https://zolotodb.ru/article/12058 (дата обращения 06.07.2020 г.).
3. ISO 45001:2018 «Occupational health and safety management systems. Requirement with guidance for use»[Электронный ресурс]. https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/NQA-ISO-45001-Implementation-Guide.pdf (дата обращения 04.08.2020)
4. Филимонов В.А. Разработка и внедрение системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда на основе международного стандарта ISO 45001:2018// Безопасность труда в промышленности 2020, №4, с. 58-67
5. Трудовой кодекс РФ [Электронный ресурс]. http://base.garant.ru/12125268 /(дата обращения 04.08.2020)
6. Тимофеева С.С., Тимофеев С.С. Бобоев А.А. Оценка профессиональных рисков при добыче и извлечении золота из руд месторождения Мурунтау //Горный вестник Узбекистана, 2020, №2 (81), с. 107-111
7. Тимофеева С.С., Мурзин М.А. Профессиональные риски горнодобывающих предприятий// Байкальского региона Безопасность в техносфере №3 (48) 2014 с.37-42
8. Timofeeva S.S., Musin M.A. Assessing the environmental risk of mining enterprises by the integral indicator of dust emission//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 408 (2020) 012067 Doi:10.1088/1755-1315/408/1/012067
9. Timofeeva S.S., Musin M.A., Gorlenko N.V. Comparative assessment of emergency risks of mining enterprises in the Baikal region IOP Conf. Ser.: Earth and Enviromental Sceince vol.229, 2019, 012030 Doi:10.1088/1755-1315/224/1/012030
10. Rabeiy, Ragab ElSayed. Occupational health hazards in the Sukari Gold Mine / Ragab ElSayed Rabeiy, Mohammed Ragaiei ElTahlawi, Gamal Yehia Boghdady // Egypt Journal of African Earth Sciences. – Амстердам : Изд-во «Elsevier», 2018. – №146. – С. 209-216. [Электронный ресурс]. – URL: http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.04.023 (дата обращения 23.05.2020 г.).
11. Stemn, Eric. Analysis of Injuries in the Ghanaian Mining Industry and Priority Areas for Research / Eric Stemn // Safety and Health at Work. - Амстердам : Изд-во «Elsevier», 2018. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2093791118301616 (дата обращения 27.05.2020 г.).
12. Calys-Tagoe, Benedict N. L. Injury profiles associated with artisanal and small-scale gold mining in Tarkwa, Ghana / Benedict N. L. Calys-Tagoe , Lauretta Ovadje , Edith Clarke , Niladri Basu, Thomas Robins // International Journal of Environmental Research and Public Health. – Базель : Изд-во «MPDI», 2015. – С. 7922-7937. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mdpi.com/1660-4601/12/7/7922 (дата обращения 24.05.2020 г.).
13. Leung, Ana Marie R. Environmental health and safety hazards of indigenous small-scale gold mining using cyanidation in the Philippines / Ana Marie R. Leung, Jinky Leilanie DP. Lu // Environmental Health Insights. – Ньюбери Парк : Изд-во «SAGE Publishing», 2016. – С. 125-131. [Электронный ресурс]. – URL: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.4137/EHI.S38459#articleCitationDownloadContainer (дата обращения 24.05.2020 г.).
14. Tawiah, Andrews Kwabena. Work-related musculoskeletal disorders among workers at gold mine industry in Ghana: prevalence and patterns of occurrence / Andrews Kwabena Tawiah, Bertha Oppong-Yeboah, Ajediran Idowu Bello // British Journal of Medicine & Medical Research. – Гургаон : Изд-во «SCIENCEDOMAIN international», 2015. – С. 1-9. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.journaljammr.com/index.php/JAMMR/article/view/15440 (дата обращения 24.05.2019 г.).
15. Dupraz-Dobias, Paula. Устойчивое развитие и добыча золота в Перу / Paula Dupraz-Dobias // Портал «Швейцария на русском swissinfo.ch [Электронный ресурс]. – URL: https://www.swissinfo.ch/rus/швейцарский-стандарт_устойчивое-развитие-и-добыча-золота-в-перу/42428560 (дата обращения 20.02.2020 г.).
16. Leung, A. M., & Lu, J. L. Environmental Health and Safety Hazards of Indigenous Small-Scale Gold Mining Using Cyanidation in the Philippines.// Environmental health insights, 2016. 10, 125–131. https://doi.org/10.4137/EHI.S38459
17. Simonsen and J. Perr. Risk identification, assessment and management in the mining and metallurgical industries. https://www.saimm.co.za/Journal/v099n06p321.pdf
18. Hollis, T. Cox H.The impact of physical and psychosocial risks on employee well-being and quality of life: The case of the mining industry in Ghana// Safety Science,2014, 65 , pp. 28-35 https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.12.002
19. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки производственных рисков : практикум. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2014. – 178 с.