

МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ НАКОПЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЭКОСИСТЕМАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А.Н. Прошляков,

*Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук,
г. Москва, Россия*

Аннотация: Недропользование предполагает не только использование отходов добычи полезных ископаемых, но и охрану недр. Также основной задачей является снижение влияния процесса недропользования на природную среду. На природную среду более масштабное воздействие оказывает развитие минерально-сырьевого комплекса по сравнению с хозяйственной деятельностью человека. Последствия ущерба от масштабного техногенного поражения естественной биоты становятся зачастую необратимыми. В работе описаны различные методы исследований загрязнения природной среды. Показана значимость воздействия складирования отходов горного производства на различные экосистемы. На основе изученных методов в работе предложен новый методологический подход к оценке техногенного поражения биоты нарушаемых экосистем. Проблемы экологической сбалансированности в каждой экосистеме, воспринимающей техногенное воздействие, дают принципиальную возможность для каждой из них представить индивидуальные системы оценок экологических последствий в параметрах состояния нарушаемой экосистемы. В статье предложен универсальный критерий, который может применяться в качестве измеряемой величины для определения степени ухудшения экологии при определенной форме техногенного воздействия на природно-территориальный комплекс. Предложены оценки степени техногенного поражения каждой из экосистем. Оценки экологических последствий загрязнения горным производством природной среды рассмотрены с учетом изменения состояния реагирования экосистемы, воспринимающей техногенные воздействия.

Ключевые слова: освоение недр, биота, отходы горного производства, оценка, экосистема, универсальный критерий, природно-территориальный комплекс, экологическая сбалансированность.

METHODOLOGY OF ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CONSEQUENCES OF ACCUMULATION OF SOLID MINING WASTES IN THE ECOSYSTEMS OF THE ENVIRONMENT

A.N. Proshlyakov,

Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract: Subsoil use involves not only the use of mining waste, but also the protection of subsoil. Also the main task is to reduce the impact of the subsoil use process on the natural environment. The natural environment is affected on a larger scale by the development of mineral and raw materials complex in comparison with human economic activity. The consequences of damage from large-scale anthropogenic damage to natural biota are often irreversible. The paper describes various methods of research on pollution of the natural environment. The significance of the impact of mining waste storage on various ecosystems is shown. On the basis of the studied methods, a new methodological approach to the assessment of technogenic damage to the biota of disturbed ecosystems is proposed. The problems of ecological balance in each ecosystem perceiving technogenic impact provide a fundamental possibility for each of them to present individual systems of ecological consequences assessment in the parameters of the disturbed ecosystem state. The article proposes a universal criterion that can be used as a measurable value to determine the degree of ecological deterioration under a certain form of technogenic impact on the natural-territorial complex.

Assessments of the degree of technogenic damage to each of the ecosystems are proposed. Estimates of ecological consequences of pollution of natural environment by mining production are considered taking into account changes in the response state of the ecosystem perceiving technogenic impacts.

Keywords: subsoil development, biota, mining waste, assessment, ecosystem, universal criterion, natural-territorial complex, ecological balance.

Пользование недрами и их изучением человек занимается уже многие века. Начиная с 19 века интенсивность использования природных ресурсов возрастает по мере развития технического прогресса. Обеспечение биоразнообразия на территориях горного производства является важнейшей составляющей биологической устойчивости и равновесия в природе.

Природа уже не могла сопротивляться тем негативным изменениям, которые стали возникать при экстенсивном характере добычи и переработки месторождений полезных ископаемых. Освоение недр, извлечение минеральных ресурсов из литосферы, а также их использование в народном хозяйстве стали необходимыми условиями развития и жизнедеятельности человека.

Увеличение народонаселения привело к постоянному росту добычи полезных ископаемых. Вследствие возросшего объема добычи минерального сырья накопление отходов горного производства в природной среде стало неизбежным явлением. Масштабы накопленных отходов изначально не слишком интересовали человечество. Когда негативные изменения в природной среде коснулись непосредственно человека, он стал описывать эти воздействия.

Впоследствии стали даваться оценки нарушениям, происходящим в природе. Оценки экологических последствий загрязнения природы были построены на основе одного критерия – степени безопасности для человека. Использование человеком различных технологий привело к различным экологическим проблемам. В основном количественные оценки строились на определении и анализе величины влияния техногенных факторов на природные объекты [1, 2].

Накопление отходов горного производства в экосистемах окружающей среды приводит к изменению состояния биологических объектов. Всесторонний подход к существующим методам оценки техногенных воздействий, как на человека, так и на биологическую сферу не позволяет улучшить полномасштабную защиту окружающей среды [1,2]. Подход технократов к решению проблемы защиты окружающей среды носит все более формальный характер. Исполнение различных норм и правил по отношению к окружающей среде не дает возможности восстановить нарушенное биологическое разнообразие. Подобный технократический взгляд не оставляет природе другого выбора для поиска путей к ее самовосстановлению. Необходимы определенные условия для самовосстановления процесса циклической сукцессии. Хозяйственная деятельность человека не всегда равномерно распределена в различных природных экосистемах. Последствия данной деятельности зависят от тяжести характера того или иного воздействия. Производственная деятельность человека вызывает необратимые разрушения естественной биоты Земли [3].

В рассмотренном комплексе проблем, затрагивающих взаимоотношения природы и общества, заложено регулирование техногенных нагрузок на естественную биоту Земли. Для устойчивости экосистемы прежде всего необходима возможность реагирования на величину силы воздействия [4]. Так же, как и способность экосистемы возвращаться в равновесное состояние. При определении влияния на экосистему важно количественно оценить экологические последствия.

Человечество, с одной стороны понимает, что разрушение природной среды неизбежно, а с другой – не спешит что-либо делать для ее восстановления. Перед человечеством в полном объеме возникла уже совсем другая проблема – как определить степень своего воздействия на природу. За рубежом, в 1970 г., для определения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) был создан инструмент, используемый для определения экологических, социальных и экономических последствий проекта до принятия решения [5]. Сегодня основными оценками качества воздуха, воды и почвы являются величины предельно допустимых концентраций (ПДК).

Выполненные исследования в работе [6] показали, что в качестве комплексного показателя оценки воздействия горного производства на окружающую природную среду можно рассматривать совокупное изъятие части какого-либо ресурса – непосредственное (земля под горный отвод, подземные воды и т.д.) и опосредованное (изменение качества этого ресурса в результате внесения в него инородных тел). Оценивать экологические последствия загрязнения горным производством природной среды необходимо с учетом изменения состояния реагирования экосистемы, воспринимающей техногенные воздействия.

Целью работы является обоснование методологии экологической оценки последствий накопления твердых отходов горного производства в экосистемах окружающей природной среды.

Методологический подход

При оценке экологических последствий накопления твердых отходов учитывалось техногенное воздействие на природно-территориальный комплекс и функциональная структура природных объектов, воспринимающих это воздействие. Изучение воздействия формировалось как поэтапное определение взаимодействия с одной стороны, изменения условий статута хранилища (хранение или захоронение), а с другой – разные типы воспринимающих эти воздействия экосистем. Статут хранилища рассматривался отдельно как два самостоятельных типа техногенных воздействий, а разное функциональное назначение воспринимающих систем, определял выбор критериев, по которым производилась оценка.

Результаты исследований

Рассмотрен комплексный показатель, оценивающий экосистему, в котором сумма массы выбросов загрязняющих веществ, отходов, объемов сброса сточных вод соотносится с площадью территории области и числу жителей проживающей на ней [7].

Уменьшение площади сельхозугодий происходит за счет смены засеянных культур, а также воздействия на почву биологических факторов. Это изменение стало носить масштабный характер, особенно в районах угледобычи. Изменение площадей земельного фонда происходит за счет активных горных работ и увеличения площади горного отвода [8].

Изучение зарубежной литературы показало, что в различных странах применяется мониторинг в местах сбора отходов для определения загрязнения окружающей среды. Авторами [9-10] рассматриваются визуальное наблюдение и оценка, автоматические компьютерные методы для определения типов и уровней элементов в отвале с целью демон-

страции эффективности восстановительных работ. Также оценивается возможный экологический риск, прогнозирование загрязнения тяжелыми металлами почвы и воды на большой площади, поступающими в отвалы шахт и хвостохранилища, с целью осуществления конкретного контроля принятия превентивных мер.

Предложены модель горных работ [11], темпы добычи и переработки, а также график выемки руды и ее захоронения, включая пространственное позиционирование для всех этих видов деятельности. Предлагается подход к оценке и контролю воздействия пыли и шума при добыче полезных ископаемых и уменьшения влияния на окружающую среду.

Для оценки загрязнения почв тяжелыми металлами авторы предлагают ввести различные выведенные коэффициенты, а также индексы. Они отражают степень экологического воздействия тяжелых металлов на почву [12].

В статье [13] дан обзор влияния добычи полезных ископаемых на природную среду и какие будут последствия. Автор предлагает разработать новую технологию, которая при добыче и переработке использует меньше химикатов, и при которой шахтные отходы должны регулироваться и превращаться в безвредную форму.

В приведенных примерах даны различные подходы к оценке нарушения природной среды. В данном подходе предлагается обратить внимание на интегральную оценку техногенного поражения биоты. Эта оценка дается для различных природно-территориальных комплексов.

Первый, природно-территориальный комплекс, представляет собой естественную биоту Земли.

Второй, искусственно-равновесный комплекс, связан с хозяйственной деятельностью человека.

Третий комплекс, урбанистический, охватывает искусственную среду обитания человека и промышленное производство [14]. Данные территориальные комплексы имеют свое предназначение и законы развития.

Поскольку в конце XX - начале XXI века широко стала рассматриваться концепция устойчивого развития для сохранения природы и направления развития общества, то при нарастающем объеме производства и потреблении человеком продукции, природа не успевает восстанавливаться. Поэтому понятие «экологическая безопасность» отчасти потеряло свою объективность по причине увеличения антагонистического противоречия между человеком и природой, в пользу человека.

Здесь стоит больше обратить внимание на понятие «экологическая сбалансированность» — как равновесного состояния экологической системы, подвергшейся изменению в процессе производственной деятельности горных предприятий, и восстановления ее естественного функционирования с учетом экологических факторов [15].

При накоплении отходов горного производства в экосистемах окружающей среды происходит не только изменение ландшафта местности. Изменяются условия существования и взаимодействия различных видов, среды их обитания, и происходит уменьшение биологического разнообразия. В этом случае существенно изменяется направление естественного развития самой экосистемы. Проблема негативного накопления отходов горного производства в природной среде в ближайшем будущем будет только возрастать [16].

Поскольку на природно-равновесную экосистему естественной биоты отходы горного производства оказывают воздействие в течение длительного времени, то происходит нарушение естественных сукцессионных процессов развития биоты. Поэтому *проблема экологической сбалансированности природно-равновесной экосистемы* заключается в сохранении допустимого восстановления сукцессионных процессов развития биоты при необратимых процессах воздействия техносферы на абиотические компоненты экосистем.

Искусственно-равновесная экосистема хозяйственного назначения — это биологическая система, тесно связанная с объектами техносферы. Чтобы биологическая система могла существовать, необходим постоянный труд человека. Отходы горного производства оказывают негативное воздействие на плодородие почвы, как основного средства существования человека, и уменьшают площадь пахотной земли. Поэтому *проблема экологической сбалансированности искусственно-равновесной экосистемы* заключается в необходимости постоянного восстановления почвенного покрова, используемого в целях хозяйственного назначения, для повышения продуктивности при воздействии на нее техносферы.

Урбанистическая экосистема относится к среде обитания человека. Уничтоженная биота — не самое главное в данной экосистеме. Техногенное воздействие хранилищ твердых отходов, промышленных предприятий при большой плотности населения становится источником различных заболеваний. Данные нарушения сказываются на благосостоянии человека и наводят на мысль о том, что основным объектом, который надо охранять, является сам человек. Отсюда следует, что *проблема экологической сбалансированности урбанистической системы* заключается в уменьшении техногенных воздействий на человека и совершенствовании возможностей, способных видоизменить эту среду в желательном для человека направлении.

Проблемы экологической сбалансированности в каждой экосистеме, воспринимающей техногенное воздействие, дают принципиальную возможность создания индивидуальной для каждой из этих экосистем системы оценок экологических последствий в параметрах состояния нарушаемой экосистемы.

Возобновление ресурсов биоты может выходить за границу техногенного поражения. Размеры отвала, а также условия климата в определенном регионе сказываются на процессе ревитализации [17]. Если большая часть площади занята отвалами, биота полностью уничтожена, то она уже восстановлению не подлежит. Распределение твердых отходов по поверхности земли после их выдачи из подземного пространства возможно в двух режимах: хранения и захоронения [3].

Складирование породной массы различных фракций происходит практически по всей ширине образующегося динамического экотона. Для экологической оценки принятых технических решений при захоронении крупнодисперсных отходов горного производства в биотопах естественной биоты Земли предложен коэффициент вторичного воздействия — $k_{\text{вм}}$. Это динамический показатель, который отражает изменение размера породного отвала за счет отношения площади формируемой зоны перехода на границе техногенной системы породного отвала и естественной биоты Земли к площади основания отвала [18]

$$k_{em} = 1 + \frac{S_{em}}{S_o}, \quad (1)$$

где S_o — площадь отвала с продуктивностью биоты, равной 0, м²; S_{em} — площадь частичного поражения, приведенная к площади полного поражения, м².

Типовая для горнодобывающих предприятий структура с учетом техногенных воздействий предусматривает создание хранилищ пустых пород и хвостов обогащения. В качестве универсального критерия интегральной оценки можно выбрать величину площади техногенного поражения биоты. Этот критерий может применяться в качестве измеряемой величины для определения степени ухудшения экологии при определенной форме техногенного воздействия на природно-территориальный комплекс.

Методику расчета значения измеряемой величины универсального критерия необходимо сформировать с учетом изменения состояния реагирования экосистемы, воспринимающей техногенные воздействия.

С учетом коэффициента вторичного воздействия (k_{em}) величина площади полного поражения биоты природно-равновесных экосистем ($P_{эн}$) составит:

$$P_{эн} = \frac{Q_{зод} \times \Delta V_n \times T_{om}}{\Delta W_{om}} \times k_{em}. \quad (2)$$

В режиме хранения площадь поражения биоты за счет уменьшения объемов твердых отходов может изменяться и быть скорректированной на величину ΔP_{om} . Данная величина отражает относительное снижение площади отвалов горного производства:

$$\Delta P_{om} = \frac{V_u}{V_{об}} \times P_{om} (\text{м}^2). \quad (3)$$

В условиях режима хранения площадь полного поражения биоты природно-равновесных экосистем ($P_{эн}$) может уменьшиться, и формула будет выглядеть следующим образом:

$$P_{эн} = \frac{Q_{зод} \times \Delta V_n \times T_{om}}{\Delta W_{om}} \times k_{em} - \frac{V_u}{V_{об}} \times P_{om} (\text{м}^2), \quad (4)$$

где $Q_{зод}$ — количество породы, извлеченной горнодобывающим предприятием за год, т/год; ΔV_n — коэффициент вскрыши, м³/т; T_{om} — время отработки месторождения, год; ΔW_{om} — удельная емкость отвала принятой конструкции, м³/м²; P_{om} — площадь поверхности, на которой размещены твердые отходы, м²; V_u — объем использованных отходов, м³; $V_{об}$ — общий объем отходов, м³.

Для искусственно-равновесных экосистем, где частично утрачено плодородие почв в результате негативных последствий деятельности горного предприятия, универсальным критерием будет размер площади сельскохозяйственных угодий ($P_{сх}$).

Поскольку основной целью является сохранение сельскохозяйственных угодий, которое зависит от плодородия почв, в ЦИНАО и другими учеными были разработаны методы [19]. Эти методы применяются исходя из установления базового оценочного балла плодородия почв. Этот балл рассчитывается в ре-

зультате сравнения реального количества основных элементов питания растений к образцовому [20].

Потеря плодородия почв ($P_{сн}$) определяется методом приведения измерения общей площади неполного поражения к площади полного поражения плодородия (k_{np}). Соотношение реального количества (B_i) элементов питания при поражении растений к основным (B_o):

$$k_{np} = 1 - \frac{B_i}{B_o}, \quad (5)$$

$$P_{сх} = \frac{Q_{зод} \times \Delta V_n \times T_{om}}{\Delta W_{om}} \times k_{em} + \left(1 - \frac{B_i}{B_o}\right) \times P_{сн} (\text{м}^2).$$

Как и при оценке природно-равновесной экосистемы, в итоговой оценке необходимо учитывать относительное снижение площади отвалов горного производства за счет хранения отходов горного производства:

$$\Delta P_{om} = \frac{V_u}{V_{об}} \times P_{om} (\text{м}^2).$$

С учетом режима хранения твердых отходов горного производства величина площади техногенного воздействия на искусственно-равновесные экосистемы составит:

$$P_{сх} = \frac{Q_{зод} \times \Delta V_n \times T_{om}}{\Delta W_{om}} \times k_{em} + \times P_{сн} - \frac{V_u}{V_{об}} \times P_{om} (\text{м}^2), \quad (6)$$

где $P_{сн}$ — площадь сельскохозяйственных угодий, на которой плодородие почв уменьшилось в результате воздействия техногенных факторов горного производства, м²; P_{om} — площадь поверхности, занятая хранилищами твердых отходов, м²; V_u — объем использованных отходов, м³; $V_{об}$ — общий объем отходов, м³; B_i — реальное количество элементов питания при поражении растений; B_o — основное количество элементов питания растений.

Человек занимает все большие площади для собственного проживания. В урбанистической экосистеме человек заполняет свободные территории не только построенными зданиями. Для организации культурного отдыха в городской среде особое внимание уделяется рекреационным объектам. Промышленные объекты в городской черте занимают достаточно много места и оказывают негативное влияние на здоровье человека. Влияние отходов горного производства, расположенных рядом с урбанистической экосистемой, загрязняет городскую среду еще больше. Сразу становится понятно, что помощь, прежде всего, в отличие от природно-равновесной и искусственно-равновесной экосистем, необходимо оказывать самому человеку.

Человек становится объектом защиты, учитывая загрязнение окружающей среды горными и промышленными предприятиями, а также учитывая всевозможные заболевания. Чтобы дать полную оценку воздействию вредного производства на здоровье человека, надо учитывать множество факторов. Как было сказано выше, различных методов оценки загрязнений окружающей среды, которые влияют на здоровье и проживание человека, достаточно много. Одним

из основных критериев оценки загрязнения природной среды на сегодняшний день является предельно-допустимая концентрация различных вредных веществ. С одной стороны, понять, какой из этих факторов будет оказывать большее или меньшее влияние, достаточно просто, зная характер воздействия. С другой стороны, это сделать, наоборот, сложно, особенно если проявление этого воздействия сказывается через годы или поколения.

В этом случае для оценки реакции человека на различные рода воздействия за основу взята сумма площадей пораженных территорий различными техногенными факторами.

Для урбанистических экосистем в результате ухудшения экологической обстановки на селитебной территории и влияния горного предприятия оценка техногенного нарушения экосистем (P_{Σ}) должна определяться суммой площадей, на которых находятся промышленные объекты (P_i), где N — количество техногенных факторов, влияющих на здоровье человека:

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{i=N} P_i \times k_{\text{вм}} (\text{м}^2). \quad (7)$$

Для человека основополагающими являются факторы, влияющие на него. Причем эти факторы будут разными в зависимости от места проживания человека. Чем меньше по своим размерам селитебная территория, тем действие факторов, оказывающих влияние на здоровье человека, будет менее значительным, и наоборот.

В отличие от ранее предложенных количественных оценок загрязнения природы, при данном подходе определяется не только степень нарушения объектов экосистемы, но и реакция природы на такое воздействие.

Заключение

В работе предложен новый методологический подход к оценке техногенного поражения биоты нарушаемых экосистем на основе полученных методов исследования загрязнения природной среды. Введено понятие «экологическая сбалансированность» как определение равновесного состояния экологической системы, подвергшейся изменению в процессе производственной деятельности горных предприятий, и восстановлению ее естественного функционирования с учетом экологических факторов. Для каждой из экосистем, разделенных на различные территориальные комплексы, рассмотрены проблемы сохранения экологического равновесного состояния при воздействии техногенного образования.

Для природно-равновесной экосистемы «экологическая сбалансированность» достигается путем сохранения допустимого восстановления сукцессионных процессов развития биоты при необратимых процессах воздействия техносферы на абиотические компоненты экосистем. В случае искус-

ственно-равновесной экосистемы экологическая сбалансированность заключается в необходимости постоянного восстановления почвенного покрова, используемого в целях хозяйственного назначения, для повышения продуктивности при воздействии на нее техносферы. Экологическая сбалансированность урбанистической системы достигается путем уменьшения техногенных воздействий на человека и совершенствования возможностей, способных видоизменить эту среду в желательном для человека направлении.

Методику определения значения измеряемой величины универсального критерия необходимо сформировать с учетом изменения состояния реагирования экосистемы, воспринимающей техногенные воздействия.

Для природно-равновесных систем универсальным критерием является величина площади полного поражения биоты. Для искусственно-равновесных экосистем универсальным критерием является величина площади сельскохозяйственных угодий. Для урбанистических экосистем универсальным критерием будет величина суммы площадей, на которых находятся промышленные объекты, и количественное значение числа техногенных факторов, влияющих на здоровье человека.

В отличие от ранее предложенных оценок по загрязнению природы, в данном подходе определяется не только степень нарушения объектов экосистемы, но и реакция природы на такое воздействие.

Выводы

В статье приведены результаты исследований по обоснованию методологии экологической оценки последствий накопления твердых отходов горного производства в экосистемах окружающей среды.

Установлено, что характер оценки зависит от типа нарушаемой экосистемы. Показано, что характер, методы и критерии экологической оценки зависят от статуса хранилища и от типов нарушаемых экосистем. Определено, что для природно-равновесных систем универсальным критерием является величина площади Земной поверхности, на которой в результате хранения отходов нарушены количественные соотношения показателей, характеризующих состояние биоты депонирующей системы. Для искусственно-равновесных экосистем универсальный критерий строится на основе принципа сохранения хозяйственной ценности. Для урбанистических экосистем универсальным критерием будет величина суммы площадей, на которых находятся промышленные объекты, и количественное значение числа техногенных факторов, влияющих на здоровье человека.

Результаты исследований могут быть полезны при определении технологических путей обеспечения коэволюционной формы взаимодействия природных и технических систем при освоении недр. ■

Благодарности / признательность / Acknowledgments: Выражаю благодарность своему научному руководителю доктору технических наук Галченко Юрию Павловичу за рекомендации при оформлении статьи / I would like to express my gratitude to my supervisor Dr. Galchenko Yuri Pavlovich for recommendations in the design of the article.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметова Г.Е. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие. Павлодар, 2005. 188 с.
2. Сытник Н.А. Оценка воздействия на окружающую среду // Экология и природопользование очной и заочной форм обучения (учебник для студентов направления подготовки 05.03.06), ФГБОУ ВО «КГМУ», 2021. - 138 с.
3. Галченко Ю.П., Калабин Г.В., Прошляков А.Н. Экологические последствия от поступления твердых отходов горного производства в основные геосферы при разработке рудных месторождений // Экологические системы и приборы. 2019. № 9. С. 45-58.
4. Реймерс И.Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990. 638 с.
5. Майорова Л.П. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза. Курс лекций // Хабаровск 2018 г., 183 с.
6. Папичев В.И. Оценка воздействия горного предприятия на природные ресурсы регионов / Горный журнал № 4, 2005, 94-96 С.
7. Мыларшиков А.М. Систематизация методов оценки антропогенного воздействия на окружающую среду // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №3, 2012 г., 1-18 С.
8. Зеньков И.В. Рекультивация нарушенных земель в угледобывающих регионах с развитым земледелием: монография // - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 314 с. // Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. - 652 с. ISBN 978-5-7638-4351-4
9. Oluranti Agboola, Damilola E. Babatunde, Ojo Sunday Isaac Fayomi, Emmanuel Rotimi Sadiku, Patricia Popoola, Lucey Moropeng, Abdulrazaq Yahaya, Onose Angela Mamudu A review on the impact of mining operation: Monitoring, assessment and management //Results in Engineering, Volume 8, 2020, p 1-23
10. A.Y. Ugya, F.O. Ajibade, Ajibade, Water pollution resulting from mining activity:an overview. // Proceedings of the 2018 Annual Conference of the School of Engineering & Engineering Technology (SEET), The Federal University of Technology, Akure, Nigeria, 2018, 17-19 July, p. 703-718
11. Lilic, N. Dust and noise environmental impact assessment and control in Serbian mining practice / N. Lilic, A. Cvjetic, D. Knezevic, V. Milisavljevic, U. Pantelic // Minerals. - 2018.- Vol. 8. - P. 34.
12. Zhong, X. Factors Influencing Heavy Metal Availability and Risk Assessment of Soils at Typical Metal Mines in Eastern China / X. Zhong, Z. Chen, Y. Li, K. Ding, W. Li, Y. Li, Y. Yuan, M Zhang, A. Baker, W. Yang, Y. Fei, Y. Wang, Y. Chao, R. Qiu // Journal of Hazardous Materials. - 2020. - Vol. 400. - P. 123289.
13. Khobragade K Impact of Mining Activity on environment: An Overview // International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 10, Issue 5, May 2020, p 784 -791
14. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Геоэкология освоения недр Земли и экогeотехнологии разработки месторождений. М: ООО «Научтехлитиздат», 2015. 360 с.
15. Ильичева Е.В. Теоретические положения категории «экологическая сбалансированность» // Фундаментальные исследования. - 2009. - № 1. - С. 95-96;
16. Комаров Н.Г. Геоэкология и природопользование: 2-е изд. М.: Изд. центр «Академия», 2007. 192 с.
17. Галченко Ю.П. Исследование условий ревитализации ландшафтов при захоронении твёрдых отходов горного производства в экосистемах естественной биоты земли // Известия тульского государственного университета. Науки о земле. 2020. № 2. С. 24-32.
18. Прошляков А.Н. Методика количественной оценки размеров зоны техногенного поражения биоты при формировании хранилищ крупнодисперсных твердых отходов горного производства // Экологические системы и приборы. 2020. № 4. С. 24-29.
19. Ганжара Н.Ф. Почвоведение. М.: Агроконсалт, 2001. 392 с.
20. Вашенко Т.А., Миронычев К.А., Коничев В.С. Основы почвоведения, земледелия и агрохимии. М.: Прометей, 2013. 176 с.

REFERENCES

1. Akhmetova G.E. Ecological expertise and environmental impact assessment: textbook. Pavlodar, 2005. 188 p.
2. Sytnik N.A. Environmental impact assessment // Ecology and nature management of full-time and part-time education (textbook for students of training direction 05.03.06), FGBOU VO «KSMU», 2021. - 138 p.
3. Galchenko Y.P., Kalabin G.V., Proshlyakov A.N. Ecological consequences from the entry of solid mining waste into the main geospheres during the development of ore deposits // Ecological systems and devices. 2019. № 9. pp. 45-58.
4. Reimers I.F. Nature Management. Moscow: Mysl, 1990. 638 p.
5. Mayorova L.P. Environmental impact assessment and environmental expertise. Course of lectures // Khabarovsk 2018, 183 p.
6. Papichev V.I. Assessment of the impact of a mining enterprise on the natural resources of the regions / Mining Journal № 4, 2005, pp.94-96
7. Mylarshchikov A.M. Systematization of methods for assessing the anthropogenic impact on the environment // Internet journal «Naukovedenie» No. 3, 2012, pp. 1-18 .
8. Zenkov I.V. Recultivation of disturbed lands in coal-mining regions with developed agriculture: a monograph // - Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2010. - 314 с. // Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2020. - 652 p. ISBN 978-5-7638-4351-4
9. Oluranti Agboola, Damilola E. Babatunde, Ojo Sunday Isaac Fayomi, Emmanuel Rotimi Sadiku, Patricia Popoola, Lucey Moropeng, Abdulrazaq Yahaya, Onose Angela Mamudu A review on the impact of mining operation: Monitoring, assessment and management //Results in Engineering, Volume 8, 2020, pp 1-23
10. A.Y. Ugya, F.O. Ajibade, Ajibade, Water pollution resulting from mining activity:an overview. // Proceedings of the 2018 Annual Conference of the School of Engineering & Engineering Technology (SEET), The Federal University of Technology, Akure, Nigeria, 2018, 17-19 July, pp. 703-718
11. Lilic, N. Dust and noise environmental impact assessment and control in Serbian mining practice / N. Lilic, A. Cvjetic, D. Knezevic, V. Milisavljevic, U. Pantelic // Minerals. - 2018.- Vol. 8. - P. 34.
12. Zhong, X. Factors Influencing Heavy Metal Availability and Risk Assessment of Soils at Typical Metal Mines in Eastern China / X. Zhong, Z. Chen, Y. Li, K. Ding, W. Li, Y. Li, Y. Yuan, M Zhang, A. Baker, W. Yang, Y. Fei, Y. Wang, Y. Chao, R. Qiu // Journal of Hazardous Materials. - 2020. - Vol. 400. - P. 123289.

13. Khobragade K Impact of Mining Activity on environment: An Overview // International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 10, Issue 5, May 2020, pp 784 -791
14. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Геоэкология освоения недр Земли и экогеотехнологии разработки месторождений. М.: ООО «Научтехлитиздат», 2015. 360 p.
15. Ilyicheva E.V. Theoretical provisions of the category «ecological balance» // Fundamental Research. - 2009. - № 1. - pp. 95-96;
16. Komarov N.G. Geoecology and nature management: 2nd ed. М.: Izd. center «Academy», 2007. 192 p.
17. Galchenko Yu.P. Research of the conditions of landscape revitalization at burial of solid wastes of mining production in ecosystems of natural biota of the earth // Izvestiya Tula State University. Earth Sciences. 2020. № 2. pp. 24-32.
18. Proshlyakov, A.N. Methodology of the quantitative assessment of the technogenic biota damage zone size at the formation of large-dispersed solid waste storage facilities of the mining production // Ecological systems and devices. 2020. № 4. pp. 24-29.
19. Ganzhara N.F. Soil Science. М.: Agroconsult, 2001. 392 p.
20. Vashchenko T.A., Mironichev K.A., Konichev V.S. Fundamentals of soil science, farming and agrochemistry. Moscow: Prometey, 2013. 176 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Прошляков Алексей Николаевич:
научный сотрудник отдела горной экологии,
ИПКОН РАН,
г. Москва,
e-mail: prosh2000@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Proshlyakov Aleksey Nikolaevich:
researcher of the department of mining ecology,
Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral
Resources RAS,
Moscow,
e-mail: prosh2000@mail.ru



ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР
ИМ. АКАДЕМИКА Н.В. МЕЛЬНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Аккредитованная Лаборатория ЭКОН в составе Отдела теории проектирования освоения недр ИПКОН РАН проводит НИР с подготовкой Заключений для предприятий России об опасности взрыва (воспламенения) серной или сульфидной пыли при отработке месторождений колчеданных, антимонитовых и полиметаллических руд.

Направления деятельности:

- ✦ анализ исходных данных и горно-технических условий разработки месторождений;
- ✦ анализ химического состав руд и пород;
- ✦ исследование текстурно-структурного строения керна (или крупнообломочного материала);
- ✦ изучение процессов выделения/поглощения тепла при взаимодействии пыли с нагретыми поверхностями и контакте с ВВ;
- ✦ оценка риска опасности взрыва сульфидной пыли в горных выработках рудника при ведении подземных горных работ
- ✦ разработка технологических мероприятий и рекомендаций для предотвращения взрывов сульфидной пыли и возгорания колчеданных руд и пород.



Подготовленные ранее аналогичные Заключение в составе Отчетов о НИР успешно принимаются в составе проектной документации Главгосэкспертизой.

Контакты:

Адрес: 111020, г. Москва,
Крюковский туп., д.4.
E-mail: geo-science@mail.ru
Тел: +7 (916)087-54-44
Сайт: <https://ипконран.рф/>
<http://labecomine.com/>

