

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2020.34.75.022

Эколого-экономические аспекты природопользования при добыче руд в техногенных экосистемах высокогорья

Кокоев Вадим Генгизович

Кандидат технических наук,
доцент кафедры высшей математики и естественно-научных дисциплин,
Московский финансово-промышленный университет «Синергия»,
129090, Российская Федерация, Москва, ул. Мещанская, 9/14;
e-mail: vad978@yandex.ru

Аннотация

Горное производство вышло в «признанные лидеры» по воздействию на окружающую природную среду, в том числе при разрушении горными работами земной поверхности с катастрофическими последствиями. Минимизация вредного воздействия горных технологий становится актуальным направлением исследований в глобальном масштабе, но практических решений по выходу из сложившегося положения мало. Человеческое сообщество, опираясь на возможности разума, радикально изменяет природное равновесие на планете Земля. Современный арсенал воздействия на природу включает в себя химическое, радиационное, тепловое, шумовое и другие виды загрязнения окружающей среды. Особенно активно воздействует горное производство. Деятельность добывающих предприятий изменяет химический состав подземных вод, понижает уровень грунтовых вод, создает условия для деформирования земной поверхности и т.д. Добыча минералов вышла в лидеры среди разрушающих природу технологий по многоплановости и необратимости воздействий на экосистемы Земли. Если техногенное воздействие на экосистемы превышает уровень, при котором биота еще сохраняет способность к самовосстановлению после снятия нагрузки, воздействие горного производства на экосистемы по своим последствиям можно квалифицировать как прогрессирующую техногенную катастрофу. Горное производство давно вышло в «лидеры» по воздействию на окружающую среду, поэтому исследования эколого-экономических аспектов ресурсосбережения при разработке месторождений полезных ископаемых приобретают особую актуальность.

Для цитирования в научных исследованиях

Кокоев В.Т. Эколого-экономические аспекты природопользования при добыче руд в техногенных экосистемах высокогорья // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 11А. С. 220-229. DOI: 10.34670/AR.2020.34.75.022

Ключевые слова

Экология, экономика, горное производство, эколого-экономический эффект, экосистемы, биосфера, природные ресурсы, охрана окружающей среды, природоохранная технология.

Введение

Процессы добычи полезных ископаемых (извлечение минералов, вскрытие, подготовка, дробление, выдача на поверхность, измельчение, обогатительный и металлургический переделы) в любом случае нарушают равновесие экосистемы. Наибольшую опасность представляет та часть отходов, которая не утилизируется, а остается в окрестностях горного предприятия на хранении.

Воздействие процесса человеческой деятельности, а в особенности технологических процессов промышленного производства, в том числе горно-обогатительного, на окружающую среду весьма значительно и в большинстве случаев отрицательно как в плане использования ресурсов, так и в плане воздействия на них. В настоящее время сложилась парадоксальная ситуация, когда уровень развития техники, технологии и промышленного производства в целом и отдельных технологий очень низок [Кокоев, 2005, 339-341].

Подавляющее большинство технологических процессов и даже комплексных технологических схем рассчитано на использование одного, двух видов природных ресурсов и не рассматривает технологию в рамках системного, целостного подхода к проблеме рационального освоения, сохранения и воспроизводства природных ресурсов региона, где это производство располагается и ресурсы которого использует.

Ущерб, наносимый природе при производстве и потреблении продукции – результат нерационального природопользования. Возникла объективная необходимость установления взаимосвязей между результатами хозяйственной деятельности, экологическими характеристиками выпускаемой продукции и технологией ее производства.

Одной из причин, по которой трудно выявить эти взаимосвязи, является отсутствие разграничения затрат, связанных, с одной стороны, с реализацией технологических процессов и, с другой стороны, с затратами, направленными на повышение комплексности и полноты использования природного сырья из недр; минимизацию отходов; доведение продукции до определенного уровня экологического качества; замену технологии или продукта другим, более экологичным.

То есть учет экологического фактора при анализе «затрат и выгод» при реализации технологий в повседневной практике остается в большинстве случаев на уровне пожеланий. Пример: процедура экспертизы проектов в части экологических вопросов.

В России эколого-экономическая оценка проектов производится крайне примитивно, лишь на уровне определения затрат природоохранных мероприятий и определения величины прямого ущерба и прямой стоимости природных ресурсов. Ни косвенная стоимость природных ресурсов, ни стоимость существования их не учитываются. Не делается анализ экстерналий эффектов от технологии (как положительных, так и отрицательных), и они не включаются в расчет определения эффективности технологий и проектов в целом. Учет этих факторов позволяет увидеть истинную ценность технологии или ее реальный ущерб окружающей среде и обществу в целом.

Основное содержание

В настоящее время нет хороших методик, по которым можно было бы оценивать экологическое совершенство технологий с учетом количества всех отходов, комплексности использования ресурсов и т.д.

Представляется, что основным критерием анализа технологий должен все-таки быть эколого-экономический эффект с учетом всех затрат, выгод, положительных и отрицательных экстерналильных эффектов: $V - C \pm E > 0$ или с поправкой на эколого-экономическую составляющую: $(V + V_e) - (C + C_e) > 0$, где V_e – эколого-экономический эффект технологии; C_e – эколого-экономический ущерб технологии [Щербакова, Федотова, Зелинская, 2009, 76].

Известен ряд принципов внедрения экологически ориентированных технологий:

- 1) Принцип системности, в соответствии с которым каждый отдельный процесс или производство рассматривается как элемент эколого-экономической системы в целом, включающей сферу материального производства и природную среду, а также человека и среду его обитания. Этот принцип весьма важен для горно-обогатительной отрасли, где природные минеральные ресурсы являются предметом труда.
- 2) Принцип комплексности использования ресурсов, подразумевающий требование максимального использования всех компонентов сырья и материала энергоресурсов. Хотя принцип возведен в ранг государственной задачи, выполняется он весьма редко. Конкретные условия его реализации будут зависеть от уровня технологий, уровня организации производства на стадии процесса, отдельного производства, производственного комплекса и в целом эколого-экономической системы.
- 3) Принцип ограничения воздействия производства на окружающую природную и социальную среду с учетом роста его объемов и экологического совершенства, связанный в первую очередь с сохранением компонентов природных ресурсов.
- 4) Принцип рациональности организации экологически ориентированных технологий и производства в целом. Определяющим здесь является требование разумного использования всех компонентов сырья, максимального уменьшения природоемкости и трудоемкости. Конечной целью следует считать оптимизацию производства одновременно по технологическим, экологическим и экономическим параметрам.

В результате горных работ из сельскохозяйственного производства изымаются земли под отвалы, выемки, карьеры и другие объекты. При добыче 1 млн тонн угля нарушается 3–43 га земли, железной руды – 14–600 га, известняка – 60–120 га, фосфоритов – 22–77 га.

Взрывы на карьерах образуют облака объемом в десятки млн м³ с высотой до 1500 м. Концентрация пыли в воздухе на расстоянии до 1,5 км достигает 10 мг/м³ в течение часа [Архивные материалы Квайсинского рудоуправления, 24].

Техногенное влияние на экосистемы проявляется в формах преобразования поверхности; подтопления и осушения территорий, загрязнения подземных вод и горизонтов; рассеяния химических элементов, веществ и соединений с нарушением баланса; изменения структуры и режима водно-теплового баланса; развития оползневых явлений, карстов, просадок, селей и т.п.; истощения земных недр; перераспределения напряжений и деформаций в массиве.

Для удовлетворения своих нужд человечество использует слои биосферы, опускаясь на глубину 4 км и поднимаясь на высоту более 4 км. Элементы техногенной катастрофы типизированы в таблице 1 [Голик, Разоренов, Лукьянов, 2017, 19].

Таблица 1 – Типизация техногенных катастроф

Сферы	Факторы воздействия	Причины
Атмосфера	Выбросы пылегазовых частиц; нарушение баланса газов; радиоактивное загрязнение; изменения флоры и фауны; разрушение озонового слоя; температурная инверсия	Некорректность процессов, климатические условия

Сферы	Факторы воздействия	Причины
Гидросфера	Миграция загрязнителей в флору; радиоактивное загрязнение; деградация флоры и фауны	Некорректность процессов, климатические условия, наличие гидравлических связей
Литосфера	Разрушение литосферы; изъятие, заболачивание, обезвоживание почв; радиоактивное загрязнение	Некорректность процессов добычи и переработки сырья
Живое вещество	Уничтожение, деградация и перерождение флоры и фауны; мутационные изменения, ослабление иммунной способности	Некорректность процессов, климатические условия, длительность воздействия

Природные и техногенные факторы поражения экосистем взаимодействуют, создавая синергетический эффект.

Опасность горных технологий определяется возможностями применяемых орудий производства, размерами выработок и глубиной разработок. Орудия производства прошли путь эволюции от примитивных приспособлений до обладающей большими возможностями техники. В ходе экономических реформ многие эксплуатируемые месторождения превратились в техногенные и доступны для повторной разработки.

Одним из направлений совершенствования горных работ является подготовка объектов к выщелачиванию уже в ходе первичной разработки.

Геотехнологические методы добычи металлов из техногенных месторождений потерянных руд химическим растворением получают развитие в технологически развитых странах. Чаще всего так добывают легкорастворимый уран, медь, цинк и свинец. Для повышения экономической эффективности геотехнологии и традиционные технологии отработки балансовых и забалансовых запасов комбинируют.

Важнейшими полезными ископаемыми на территории Северного Кавказа являются цветные, благородные, редкие металлы и рассеянные элементы, в истории добычи которых выделяют этапы:

1. Эксплуатация приповерхностных участков в начальной фазе существования с наращиванием производственной мощности при высоком содержании металлов.
2. Выборочная разработка обедненных руд с деконцентрацией работ и увеличением количества поддерживаемых выработок.
3. Отработка низов и флангов месторождений с пониженным содержанием металлов со снижением количества товара при увеличении объема производства [Кокоев, Бочаров. Зависимость стабильности..., 2005, 17-19].

Запасы месторождений Северного Кавказа обрабатывали выборочно, с переводом части их в категорию неактивных, которая в настоящее время достигает 50% от исходных запасов. В аналогичных условиях в мировой практике уже с середины прошлого века применяют ресурсосберегающие технологии добычи руд: с твердеющей закладкой и с выщелачиванием металлов, а пирометаллургия при переработке руд уступила место гидromеталлургии.

Жизнедеятельность горнопромышленных регионов, расположенных в гористой местности, в большей, по сравнению с расположенными на равнине регионами, степени зависит от механизма и условий взаимодействия человека и геологической среды.

Один из аспектов проблемы обеспечения жизнедеятельности горнодобывающего района состоит в установлении корреляции между параметрами техногенного загрязнения геологической среды и состоянием здоровья людей [Кокоев, Бочаров, 2004, 16-17].

Природная составляющая процесса сводится к повышенной проницаемости аллювия,

слагающего равнины, на которой расположены населенные пункты, и сложности удаления любого загрязнителя путем его перемещения по латерали и его быстрого вертикального проникновения с загрязнением более глубоких горизонтов геологической среды. В таком положении находятся горнодобывающие регионы Северного Кавказа, располагающие запасами техногенных месторождений.

Вероятность катастроф в регионах Кавказа определяется количеством и качеством поражающих факторов, а также временем. Выветривание и выщелачивание минералов и отходов их переработки формирует потоки загрязненных вод, вследствие чего в почвах, подземных и поверхностных водах формируются ореолы загрязнения.

Математическая модель техногенного катастрофического поражения окружающей среды продуктами деятельности промышленных предприятий увязывает процессы деградации окружающей среды:

$$Y_T = f(O_n, \sum, \alpha, T) = \sum_{n=1}^n \sum_{p=1}^P \sum_{o=1}^O \sum_{t=1}^T [(Q_a + Q_r + Q_l)(\alpha_1 - \alpha_2)] \times (K_c K_y K_d K_b K_v K_n),$$

где Y – потенциал техногенного катастрофического поражения;

O_n – количество промышленных отходов, вес. ед.;

\sum – количество загрязнителей, мигрирующих из отходов в окружающую среду;

α – концентрация загрязнителей, вес. ед. / ед. объема;

T – время, ед. времени;

n – количество предприятий по переработке отходов;

P – количество загрязняющих компонентов в отходах;

O – количество операций технологической переработки;

Q_a, Q_r, Q_l – количество загрязнителей в атмосфере, гидросфере и литосфере;

α_1, α_2 – исходная и конечная концентрация загрязнителей в отходах;

K_c – коэффициент самоорганизации загрязнителей в местах скопления;

K_y – коэффициент утечки загрязнителей в окружающую среду;

K_d – коэффициент дальности миграции загрязнителей;

K_b – коэффициент влияния загрязнителей на биосферу;

K_v – коэффициент вероятности наступления катастрофы со временем;

K_n – коэффициент риска наступления катастрофы от неучтенных факторов.

Эффективность охраны окружающей среды определяется соотношением последствий катастроф в денежном выражении с затратами по профилактике и предупреждению их возникновения и развития:

$$P_3 = \sum_{n=1}^n \sum_{p=1}^P \sum_{c=1}^C \sum_{t=1}^T [(Q_a + Q_r + Q_l) \times (P_z C_k - P_o C_o)] K_y K_n K_t K_n,$$

где P_3 – прибыль от использования технологий защиты окружающей среды;

\sum – количество агентов воздействия на окружающую среду;

T – время, ед. времени;

n – количество факторов поражения среды;

p – количество работ по ликвидации последствий катастроф;

Q_a, Q_g, Q_l – количество загрязнителей в атмосфере, гидросфере и литосфере;

P_z – количество работ по компенсации ущерба окружающей среде;

C_k – стоимость работ по компенсации ущерба окружающей среде;

P_o – количество работ по охране окружающей среды;

K_y – коэффициент усиления воздействия на среду;

K_n – коэффициент влияния загрязнителей на биосферу;

K_t – коэффициент точности прогнозирования наступления катастрофы;

K_n – коэффициент риска наступления катастрофы от неучтенных факторов [Кокоев, Яковлев, 2005, 318-319].

Комбинированное выщелачивание балансовых руд впервые в мировой практике осуществлено на урановом месторождении «Восток» (Северный Казахстан). Отрабатывали рудное тело линзовидной формы в интенсивно трещиноватых породах крепостью 4–6 по Протодьяконову. Коэффициент извлечения металлов в раствор – 72%.

Проблемные вопросы природосберегающей эксплуатации горнопромышленных регионов рассмотрены в трудах Д.М. Бронникова, Е.И. Шемякина, Г.М. Малахова и др.

Повышению полноты использования недр с максимальным извлечением из них полезных компонентов посвятили труды М.И. Агошков, К.Н. Трубецкой, Д.Р. Каплунов, Е.А. Котенко, В.К. Бубнов, В.А. Шестаков и др.

Система государственного регулирования недропользованием решает задачу управления запасами полезных ископаемых с учетом интересов регионального развития страны. Основная научная задача состоит в том, чтобы оградить недра от бесхозяйственности недропользователей и обеспечить поступательное и продолжительное развитие человеческого общества.

Природоохранные технологии конструируются с максимальным учетом экологических последствий горного производства для экосистем окружающей среды. Их целью является сохранность природных экосистем от влияния горных работ.

Стратегия таких технологий основана на следующих положениях:

1. Некорректность технологий проявляется в потере природных ресурсов.
2. Деграция экосистем является следствием некорректности технологий, поэтому стоимость прибыли должна уменьшаться на величину компенсации ущерба среде.

Реализация стратегии включает направления:

1. Геохимическая подготовка месторождений к освоению технологиями нового поколения, начиная с разведки;
2. Воспроизводство минеральных ресурсов за счет искусственного рудообразования;
3. Контролируемое изменение состояния отходов с учетом особенностей ландшафта.

Особенностью месторождений полезных ископаемых является перераспределение полезных компонентов в запасах. В богатых месторождениях содержится 5% от общего количества полезных компонентов, в рядовых – 30%, а в бедных и убогих – 65%. Наибольшее количество полезных компонентов находится не в самих месторождениях, а во вмещающих породах [Шоджааталхоссейни, Кокоев, 2009, 60-62].

Угроза биосфере со стороны горных технологий связана не столько с загрязнением окружающей среды, сколько с разрушением естественной биоты Земли. Горное производство безопасно, если техногенное возмущение экосистемы не превышает уровня, при котором его биота сохраняет свою способность к самовосстановлению после снятия техногенной нагрузки в

связи с исчерпанием запасов полезных ископаемых.

Наиболее опасны технологии с обрушением, когда поверхность земли разрушается вместе с ее экосистемами. Еще более опасны технологии, при которых сохранность литосферы декларируется, но не обеспечивается (с магазинированием, креплением и др.). В этом случае разрушение массива возможно в форме катастрофы.

Направлениями снижения опасности являются закладка пустот твердеющими смесями; подземное выщелачивание бедных и потерянных руд; кучное выщелачивание бедных руд; выщелачивание хвостов обогащения и металлургии с активацией процессов; совершенствование подготовки руд к выщелачиванию, в том числе проходка горных выработок.

Рудовмещающие массивы разделяют на геомеханически сбалансированные участки путем заполнения технологических пустот разнопрочными твердеющими смесями и породами, или хвостами подземного выщелачивания. Технология решает и основную проблему горного дела – обеспечение сохранности экосистем.

Обеспечение экологического благополучия в регионе горных работ достигается комплексом профилактических мероприятий.

Альтернативой технологий добычи металлов с пирометаллургическим переделом является технология с выщелачиванием металлов из руд в активаторах. Вскрытие минералов анолитом разложения шахтных стоков и обессоливание растворов в электродиализаторах позволяет извлечь до 50-70% металлов. Конечной целью развития природоохранной концепции является безотходное горное производство с полной утилизацией компонентов добываемого сырья.

Концепция технологической конверсии горного производства включает в себя снижение разубоживания руд породами при закладке пустот твердеющими смесями; полное использование запасов при выщелачивании металлов из убогих и бедных руд; гидromеталлургическую переработку руд с извлечением всех ценных компонентов [Кокоев, Бочаров. Загрязнение лесных массивов..., 2005, 340-341].

Состояние природной среды горнодобывающих регионов определяется количеством и качеством хранящихся отходов, поэтому радикальным решением экологической проблемы может быть утилизация запасов хвостов, которая возможна после извлечения из них металлов до уровня санитарных требований. Таким требованиям отвечает технология с комбинированным воздействием на минеральное сырье одновременно механической и химической энергией в активаторах типа дезинтегратор, которая является составной частью получающего развитие направления выщелачивания металлов из руд.

Перспективным направлением извлечения металлов из хвостов обогащения является комбинированная технология, сочетающая возможности одновременно химического обогащения и активации в дезинтеграторе.

Заключение

Реализация программ радикального оздоровления экосистем окружающей среды путем утилизации хвостов обогащения на сегодняшний день является единственным направлением выживания технологически насыщенного региона добычи и переработки минерального сырья в условиях неуправляемого развития технического прогресса. Вовлечение в переработку источников химизации экосистем окружающей среды решает одновременно две проблемы глобального значения: упрочнение минерально-сырьевой базы горных предприятий и сохранение от деградации региона.

Увеличение объемов извлекаемой на поверхность горнорудной массы обусловлено вовлечением в эксплуатацию бедных месторождений со сложными горнотехническими условиями эксплуатации со значительными потерями и разубоживанием.

Горное предприятие является потенциальной угрозой окружающей среде. Безвозвратные потери полезных компонентов достигают 50%. Потерянные компоненты становятся мобильными, поступают в зону обитания человека и оказывают на нее отрицательное воздействие. Действенное обеспечение экологической безопасности освоения недр возможно только на базе комплексного решения аспектов рассматриваемой проблемы на всех этапах процесса использования георесурсной базы.

Оценивать перспективы совместного развития минеральной базы горной промышленности и тенденций природосбережения следует из того, что спрос на продукцию горного производства удовлетворять будет еще труднее, несмотря на вовлечение в эксплуатацию новых месторождений. Будут осваиваться глубокие горизонты действующих рудников, месторождения со сложными горно-геологическими условиями, бедные руды, что сопряжено со снижением содержания металла в добываемых рудах, увеличением объема отходов и усилением нагрузки на окружающую среду [Шоджааталхоссейни, Кокоев, 2009, 58-60].

Библиография

1. Архивные материалы Квайсинского рудоуправления // Центральный государственный архив Республики Северная Осетия-Алания. Владикавказ. С. 24.
2. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Лукьянов В.Г. Эколого-экономические аспекты ресурсосбережения при разработке месторождений полезных ископаемых // Известия Томского политехнического университета. 2017. № 6. С. 18-27.
3. Кокоев В.Т., Бочаров В.А. Зависимость стабильности окружающей среды от взаимодействия техногенных и природных факторов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2005. № 1. С. 17-19.
4. Кокоев В.Т., Бочаров В.А. Экологический мониторинг и прогноз // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2004. № 12. С. 16-17.
5. Кокоев В.Т., Бочаров С.Н. Загрязнение лесных массивов Кударского ущелья и их значение в обеспечении экологической безопасности // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2005. № 6. С. 340-341.
6. Кокоев В.Т. Закономерности основных факторов влияния на экосистемы Кударского ущелья // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2005. № 7. С. 339-341.
7. Кокоев В.Т., Яковлев С.Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами в районе горнодобывающих объектов (на примере квайсинского рудника) // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2005. № 5. С. 318-319.
8. Шоджааталхоссейни С., Кокоев В.Т. Выбор природосберегающей технологии в зависимости от горно-геологических условий // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 2. С. 60-62.
9. Шоджааталхоссейни С., Кокоев В.Т. Экологическое состояние природных ландшафтов вблизи объектов горного производства // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 2. С. 58-60.
10. Щербаква Л.М., Федотова Н.В., Зелинская Е.В. Эколого-экономические аспекты освоения техногенных минеральных ресурсов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 7. С. 76-78.

Ecological and economic aspects of nature management during ore mining in technogenic ecosystems of high mountains

Vadim T. Kokoev

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Natural Sciences,
Moscow University for Industry and Finance "Synergy",
129090, 9/14 Meshchanskaya st., Moscow, Russian Federation;
e-mail: vad978@yandex.ru

Abstract

Mining has become a "recognized leader" in terms of its impact on the environment, including the destruction of the earth's surface by mining operations with catastrophic consequences. Minimizing the harmful effects of mining technologies is becoming an important area of research on a global scale, but there are few practical solutions to overcome this situation. The human community, relying on the capabilities of reason, radically changes the natural balance on planet Earth. The modern arsenal of impact on nature includes chemical, radiation, thermal, noise and other types of environmental pollution. Mining is especially active. The activities of mining enterprises change the chemical composition of groundwater, lower the level of groundwater, create conditions for deformation of the Earth's surface, etc. The extraction of minerals has become a leader among nature-destroying technologies in terms of the versatility and irreversibility of impacts on the Earth's ecosystems. If the technogenic disturbance of the ecosystem exceeds the level at which the biota still retains the ability to heal itself after the removal of the load, the impact of mining on ecosystems in its consequences can be qualified as a progressive technogenic catastrophe. Mining production has long become a "leader" in terms of environmental impact, therefore, studies of the ecological and economic aspects of resource conservation in the development of mineral deposits are of particular relevance.

For citation

Kokoev V.T. (2020) Ekologo-ekonomicheskie aspekty prirodopol'zovaniya pri dobyche rud v tekhnogennykh ekosistemakh vysokogor'ya [Ecological and economic aspects of nature management during ore mining in technogenic ecosystems of high mountains]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (11A), pp. 220-229. DOI: 10.34670/AR.2020.34.75.022

Keywords

Ecology, economics, mining, ecological and economic effect, ecosystems, biosphere, natural resources, environmental protection, environmental technology.

References

1. Arkhivnye materialy Kvaisinskogo rudoupravleniya [Archival materials of the Kvaysinsky mining administration]. *Tsentrал'nyi gosudarstvennyi arkhiv Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya* [Central State Archives of the Republic of North Ossetia-Alania]. Vladikavkaz, p. 24.
2. Golik V.I., Razorenov Yu.I., Luk'yanov V.G. (2017) Ekologo-ekonomicheskie aspekty resursoberezheniya pri

- razrabotke mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh [Ecological and economic aspects of resource saving in the development of mineral deposits]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Tomsk Polytechnic University], 6, pp. 18-27.
3. Kokoev V.T. (2005) Zakonomernosti osnovnykh faktorov vliyaniya na ekosistemy Kudarskogo ushchel'ya [Regularities of the main factors of influence on the ecosystems of the Kudar gorge]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining information and analytical bulletin], 7, pp. 339-341.
 4. Kokoev V.T., Bocharov S.N. (2005) Zagryaznenie lesnykh massivov Kudarskogo ushchel'ya i ikh znachenie v obespechenii ekologicheskoi bezopasnosti [Pollution of forests in the Kudar gorge and their importance in ensuring environmental safety]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining information and analytical bulletin], 6, pp. 340-341.
 5. Kokoev V.T., Bocharov V.A. (2004) Ekologicheskii monitoring i prognoz [Environmental monitoring and forecast]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining information and analytical bulletin], 12, pp. 16-17.
 6. Kokoev V.T., Bocharov V.A. (2005) Zavisimost' stabil'nosti okruzhayushchei sre-dy ot vzaimodeistviya tekhnogennykh i prirodnykh faktorov [Dependence of the stability of the environment on the interaction of technogenic and natural factors]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Gorny information-analytical bulletin], 1, pp. 17-19.
 7. Kokoev V.T., Yakovlev S.N. (2005) Zagryaznenie pochv tyazhelymi metallami v raione gornodobyvayushchikh ob"ektov (na primere kvaisinskogo rudnika) [Soil pollution with heavy metals in the area of mining facilities (for example, the Kvaisinsky mine)]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining information and analytical bulletin], 5, pp. 318-319.
 8. Shcherbakova L.M., Fedotova N.V., Zelinskaya E.V. (2009) Ekologo-ekonomicheskie aspekty osvoeniya tekhnogennykh mineral'nykh resursov [Ecological and economic aspects of the development of technogenic mineral resources]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 7, pp. 76-78.
 9. Shodzhaatalkhosseini S., Kokoev V.T. (2009) Ekologicheskoe sostoyanie prirodnykh landshaftov vblizi ob"ektov gornogo proizvodstva [Ecological state of natural landscapes near mining facilities]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining information and analytical bulletin], 2, pp. 58-60.
 10. Shodzhaatalkhosseini S., Kokoev V.T. (2009) Vybor prirodosberegayushchei tekhnologii v zavisimosti ot gornogeologicheskikh uslovii [The choice of nature-saving technology depending on mining and geological conditions]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining information and analytical bulletin], 2, pp. 60-62.