

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2020.81.22.024

**Эколого-экономическая оценка потенциальной устойчивости и изменчивости природных высокогорных ландшафтов в условиях добычи полезных ископаемых**

**Кокоев Вадим Генгизович**

Кандидат технических наук,  
доцент кафедры высшей математики и естественнонаучных дисциплин,  
Московский финансово-промышленный университет «Синергия»,  
125190, Российская Федерация, Москва, просп. Ленинградский, 80;  
e-mail: vad978@yandex.ru

**Аннотация**

В статье сформулирована концепция отрицательного влияния технологий разработки месторождений на окружающую среду, основу которого составляет нарушение экосистем. Объекты добычи и переработки оказывают негативное влияние на окружающую среду, поражая все элементы биосферы. Загрязняющие вещества, выбрасываемые объектами добычи и переработки в окружающую среду, становятся источниками разрушения биосферы, препятствуя самовосстановлению природных условий и возобновлению ресурсов. Описана технология, способствующая снижению негативного техногенного влияния на экосистемы в условиях высокогорных ландшафтов. Представлены направления оптимизации технологий добычи за счет реализации некоторых технологических решений. Рассматриваются процессы, происходящие в горных массивах под влиянием взаимодействия природных и техногенных факторов. В массивах развивается напряженно-деформированное состояние, которое оказывает негативное влияние на экосистемы. Роль экосистем в обеспечении экологической обстановки огромна. Даны характеристики состояния современных реалий и сравнительный анализ прошлых лет. Предложены мероприятия по оптимизации и снижению экологического риска на экосистемы высокогорья. Проанализирована экономическая целесообразность извлечения ряда ценных металлов. Проблема рудных месторождений остается актуальной в настоящее время и на перспективу. При оценке целесообразности разработки рудных месторождений необходимо оценить затраты по извлечению ценных металлов из рудных месторождений, сравнить ставки налогообложения при эксплуатации рудных месторождений и оценить эколого-экономический эффект от переработки отвалов. Обоснована целесообразность внедрения природосберегающей технологии в условиях высокогорных ландшафтов Северного Кавказа.

**Для цитирования в научных исследованиях**

Кокоев В.Т. Эколого-экономическая оценка потенциальной устойчивости и изменчивости природных высокогорных ландшафтов в условиях добычи полезных ископаемых // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 9А. С. 228-238. DOI: 10.34670/AR.2020.81.22.024

**Ключевые слова**

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

**Введение**

Горнодобывающие предприятия своей деятельностью формируют зоны техногенного воздействия на окружающую среду. Территория этих зон и масштабы воздействия на среду определяются площадью и глубиной разработок с нарушением целостности земной поверхности. Состояние окружающей среды и сохранность земной поверхности зависят от применяемой технологии разработки. Все технологии добычи и переработки в той или иной степени являются природоразрушающими, наносят большой ущерб биосфере.

**Основная часть**

Значительное увеличение глубин при ведении подземных работ, вовлечение в разработку рудных тел со сложными горно-геологическими условиями, увеличение масштабов разработки добычи из-за уменьшения содержания металлов, а также другие особенности развития горных предприятий обуславливают нарушение равновесия и снижение устойчивости в массивах горных пород на обширных участках, создают предпосылки возникновения техногенных нарушений в форме деформации литосферы, опасного загрязнения и деградации окружающей среды.

Перед разработкой рудных месторождений необходимо оценить эколого-экономическую целесообразность извлечения металлов из отходов горно-металлургической промышленности и, в первую очередь, затраты на извлечение ценных металлов из рудных месторождений разного типа. Кроме того, следует учесть ставки налогообложения при эксплуатации рудных месторождений и возможность льготного налогообложения для недропользователей, проводящих разработку рудных месторождений. Важен также эколого-экономический эффект, получаемый при разработке рудных месторождений.

Отечественные горные предприятия ежегодно складировать на поверхности около 5 млрд тонн вскрышных и отвальных пород и примерно 700 млн тонн поставляют в отвалы обогатительные фабрики. Отвалы содержат более 2 млрд тонн золы ТЭЦ, шлаков черной и цветной металлургии.

Применяемые на Квайсинском месторождении системы разработки оказали разрушительное воздействие на горные ландшафты Кударского ущелья. В 50-60 гг. основной системой разработки Квайсинского месторождения была система разработки горизонтальными слоями с закладкой выработанного пространства пустой породой для рудных тел мощностью от 1 до 17 м. Маломощные участки разрабатывались системами с магазинированием.

Система с магазинированием «Секционный магазин-закладка» применялась на участке Надарваз в блоке № 26. Мощность рудного тела – 3-3,5 м., залегает под углом 80°. Всячий блок жилы – известняки, вполне устойчивые, лежащий блок – порфириды, недостаточно устойчивые и склонные к отслаиванию при больших площадях обнажения.

На месторождении «Скаты-Ком» отработка велась горизонтальными слоями с закладкой.

Но ввиду очень слабых, неустойчивых как вмещающих пород, так и полезного ископаемого перешли на систему слоевого обрушения. Начиная с 1968 г. основная система разработки, применяемая на Квайсинском руднике, – этажное и подэтажное обрушение.

Применение систем с обрушением вызвало разрушение горного массива пород с выходом зоны обрушения на дневную поверхность, развитие трещиноватости, карстообразования, формирование систем провалов и пустот, значительные потери руды и разубоживания, сопровождающиеся значительным загрязнением окружающей среды.

Основными источниками потерь руды являлись потери руды в закладке; потери руды за счет оставления части руды во вмещающих породах; потери руды при ее доставке и откатке; потери руды при отработке надштрековых и подштрековых целиков ранее отработанных блоков; неполнота выпуска отбитого полезного ископаемого.

Основным фактором разубоживания являлось наличие в рудных телах безрудных прослоек пустых пород, отбойка породы по висячему и лежащему бокам и в незначительной степени обрушение вмещающих пород.

Квайсинская свинцово-цинковая руда считается высококачественной, но из-за значительных потерь руды и разубоживания содержание полезных компонентов в руде значительно снижается, вследствие чего рудоуправление терпит большие убытки. В таблице 1 приведены показатели потери руды и разубоживания на Квайсинском руднике с применением систем с обрушением за 2011 г.

**Таблица 1 - Показатели потери руды и разубоживания с применением систем с обрушением за 2011 г.**

Показатели	Система разработки		
	Слоевое обрушение	Этажное обрушение	Подэтажное обрушение
Производительность бурильщика, т/см	12,5	15,2	17,1
Потери руды, %	18	20	20
Разубоживание, %	20	15-25	20-25

При многообразии технологических приемов разработки руд показатель их оптимальности – образование пустот. Эффективность управления пустотами служит показателем соответствия технологии тенденции природосбережения и экологической чистоты разработки с максимальной полнотой использования недр при минимизации затрат на управление массивом. Главным критерием эффективности технологии разработки рудных месторождений является сохранность земной поверхности.

Надежное управление массивом, сохранение земной поверхности от разрушения и защита окружающей среды обеспечиваются применением твердеющей закладки.

При разработке месторождений со сложным геологическим строением и тектоническими нарушениями массива искусственно возводимые закладочные массивы устраняют опасность крупных обрушений междукамерных и междупанельных целиков и потолочин. Применение твердеющей закладки при разработке месторождений со слабыми вмещающими породами позволяет вести очистные работы под бетонной кровлей, допускающей значительные обнажения. Экспериментальными и теоретическими исследованиями установлено, что при заполнении очистного пространства твердеющей закладкой происходит перераспределение горного давления, повышается несущая способность целиков и интенсивность разработки

месторождений.

В сложных горно-геологических и гидрогеологических уровнях Квайсинского месторождения с тектоническими нарушениями применение твердеющей закладки является оптимальным видом поддержания выработанного пространства, ликвидации пустот, снижения потерь руды, разубоживания и предохранения земной поверхности от разрушения.

Применение твердеющей закладки позволяет использовать высокоэффективные системы разработки с минимальными потерями руды и минимальным разубоживанием, повышает безопасность ведения горных работ, сохраняет дневную поверхность от проседания и разрушения.

Для изготовления твердеющей закладки используются песок, гравий, щебень и материалы, обладающие вяжущими свойствами: глина, цемент, гипс, известь. Эффективным материалом для твердеющей закладки являются отходы обогатительной фабрики.

В качестве заполнителя для получения твердеющей закладки главным образом применяется природный песок. Пески испытывают согласно стандарту. По стандарту, величина крупных зерен песка должна составлять 0,5 мм, средних – 0,35 мм, мелких – 0,25 мм. Чем крупнее зерна, тем меньше их поверхность, и поэтому для их связи необходимо меньшее количество вяжущих веществ. В крупных песках должно быть не менее 20-25% зерен размером 0,3-0,15 мм. Наличие этих фракций будет способствовать более полному заполнению пустот между крупными фракциями, и для приготовления раствора потребуется меньшее количество вяжущих, которые при одинаковой крупности зерен должны идти на заполнение пустот.

Для применения твердеющей закладки Квайсинский рудник располагает большими возможностями. В Кударском ущелье в неограниченном количестве имеются туфопесчаники, глина, известняк, щебень, песок, гравий, материалом для твердеющих смесей являются также отходы Квайсинской обогатительной фабрики.

На Квайсинском руднике в 2019-2020 гг. был внедрен метод погашения пустот твердеющей закладкой.

Для приготовления твердеющей закладки были исследованы пески, взятые с разных мест Кударского ущелья. Исследованиями были изучены средний диаметр зерен, объемный вес и содержание в них глинистых частиц (табл. 2).

**Таблица 2 - Характеристика песков Кударского ущелья**

Заполнители	Диаметр зерен, мм	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Содержание глинистых частиц
Песок р. Джоджоры	0,15-0,20	1,28	7
Песок р. Квайса-дон	0,7-0,18	1,20	10
Песок р. Гремуды	0,5-0,12	1,20	8
Песок р. Козыдон	0,15-0,20	1,28	10

Для погашения пустот брались три части инертного заполнителя, вода и одна часть вяжущего. В качестве вяжущего применили известь. Для повышения активности вяжущего добавляли гипс. Инертным заполнителем служили песок или отходы обогатительной фабрики.

Как показали опыты, прочность закладки зависит от расхода и состава вяжущего. На прочность раствора влияют тонкость помола вяжущих материалов, подвижность раствора и температура твердения его в массиве (табл. 3).

**Таблица 3 - Данные прочности твердеющей закладки в зависимости от состава и расхода вяжущего**

Вид вяжущего	Состав вяжущего, %	Предел прочности при сжатии, кг/см <sup>2</sup>		
		При расходе вяжущего 200 кг	При расходе вяжущего 350 кг	При расходе вяжущего 500 кг
Известь	30	25	45	60
Гипс	10			

После заполнения пустот материалом закладки брались образцы для испытания прочности на сжатие. Сроки твердения составляют от 3 до 6 месяцев. Результаты испытаний приведены в таблице 4.

**Таблица 4 - Показатели прочности образцов твердеющей закладки на сжатие**

Инертный заполнитель	Вяжущий материал	Прочность образцов на сжатие, кг/см <sup>2</sup>		
		Через 28 дней	Через 3 месяца	Через 6 месяцев
Песок	Известь	20	35-45	55-75
	Гипс			

Основным требованием, предъявляемым к закладочным материалам, является способность образовывать в выработанном пространстве плотный и монолитный массив прочностью от 20 до 100 кг/см<sup>2</sup>. Прочность массива сохраняется, если между отдельными кусками закладочного материала в процессе возведения искусственного массива возникают силы сцепления, препятствующие рассыпанию закладки под действием собственного веса или внешних сил [Кокоев, Бочаров, 2005, 17-19].

Внедрение на Квайсинском руднике твердеющей закладки снизило потери руды и разубоживание. Об этом свидетельствуют последние данные Квайсинского рудоуправления (табл. 5).

**Таблица 5 - Показатели потери руды и разубоживания после внедрения твердеющей закладки**

Система разработки	Потери руды, %	Разубоживание, %
Подэтажная отбойка	10-15	10-15
Горизонтальными линиями с твердеющей закладкой	5-7	5-10

Внедрение твердеющей закладки на Квайсинском руднике предусматривает решение целого ряда сложных проблем по обеспечению защиты окружающей среды от разрушения и деградации и решает для эколого-экономической эффективности следующие задачи: повышение безопасности горных работ; снижение газовыделений в горные выработки; снижение потери и разубоживания руды; уменьшение водопритоков в горные выработки; управление горным давлением; сокращение площади изымаемых их сельскохозяйственного оборота земель; сохранение земной поверхности от разрушения и деформации; ликвидация пустот; сохранение и улучшение качества окружающей среды.

В условиях Квайсинского месторождения самой оптимальной системой разработки является вариант системы разработки горизонтальными слоями с твердеющей закладкой. При неустойчивых рудах и вмещающих породах целесообразно применить вариант мелкошпуровой отбойки слоев горизонтальными шпурами. Твердеющая закладка позволяет также управлять

состоянием водообильного массива.

Основной недостаток твердеющей закладки заключается в относительно высокой стоимости основного вяжущего компонента – цемента, достигающей 70-75% стоимости закладочных материалов. Основное назначение способа применения твердеющей закладки – улучшение показателей извлечения руд, повышение устойчивости вмещающих пород, осуществление выемки наиболее ценных руд, сохранение целостности земной поверхности и предотвращение затопления водой шахт.

Эксплуатация Квайсинского месторождения с применением технологий с обрушением оказывает негативное влияние на горные ландшафты. Разрушение земной поверхности, потери руды и разубоживание, карстообразование, неиспользование забалансовых и потерянных руд свидетельствуют о несоответствии технологии с обрушением современным наукоемким принципам природосбережения, требованиям комплексного и рационального использования недр и охраны окружающей среды.

На современном этапе наиболее перспективным способом извлечения полезных ископаемых из недр является метод физико-химической геотехнологии – шахтное подземное выщелачивание. При подземном выщелачивании полезные компоненты непосредственно растворяются на месте залегания во вводимом туда растворителе. Весь процесс такой добычи заканчивается получением конечного продукта способом выпаривания, осаждения, охлаждения, цементации и т.д.

Остаток балансовых запасов Квайсинского месторождения составляет около 12 400 тонн. При существующей технологии погашения запасов обеспеченность запасами составляет около 35 лет. Как показывают технико-экономические показатели, месторождение не быть отработано существующими технологиями. Применение методов геотехнологии обеспечит эффективное освоение месторождения.

Одной из важных проблем расширения сырьевой базы Квайсинского рудника является вовлечение в промышленное производство бедных, забалансовых и потерянных руд. Перспективной технологией в этом направлении является подземное выщелачивание металлов. Этот способ применим как под землей – для извлечения металлов, так и на поверхности, где можно вести выщелачивание из отвалов и хвостохранилищ обогатительной фабрики.

Процесс выщелачивания имеет меньшую производительность, если его применять для отработки руд с промышленным содержанием металлов. Когда же выщелачиванием извлекают металлы из руд, потерянных в отработанных пространствах или некондиционных, то процесс выщелачивания имеет большую производительность.

С изменением бортового содержания изменяются запасы руды и металлов. Снижение бортового содержания металлов в рудах значительно увеличивает его запасы в недрах. Такая закономерность характерна для большинства гидротермальных месторождений цветных металлов, к числу которых относится Квайсинское месторождение. В таблице 7 приведены данные об изменении запасов руды и металла с изменением бортового содержания на участке В. Квайса [Архивные материалы Квайсинского рудоуправления, 16-18].

**Таблица 6 - Запасы руды и металлов при различных бортовых содержаниях на участке В. Квайса, %**

Бортовое содержание	Запасы в недрах	
	руды	металла
1,69	110	120

Бортовое содержание	Запасы в недрах	
	руды	металла
1,9	160	190
2,4	240	260
0,8	450	435
0,1	1000	900
0,2	1800	630

Расширение запасов руды в недрах позволяет увеличивать активную забойную площадь и при переходе на отработку бедных руд методом подземного выщелачивания сохранять и даже увеличивать производительность предприятия по металлам. Появляется также возможность комплексного извлечения металлов. При хорошо подобранных реагентах можно извлекать практически все металлы в раствор, а затем селективно осаждать их в осадки.

При эксплуатации месторождений с использованием систем шахтного подземного выщелачивания существенно изменяется морфология обрабатываемого массива, упрощаются технологические схемы добычных работ, сокращается число дорогостоящих операций – добыча и транспортировка руды, ее обогащение, транспортировка и складирование отходов, закладка выработанного пространства, повышается производительность труда.

Главный фактор, предопределяющий все элементы экономической эффективности геотехнологии, состоит в том, что примерно при тех же затратах из недр извлекается гораздо большее количество металла за счет рентабельного освоения забалансовых запасов и убогих руд.

Одной из важных проблем расширения сырьевой базы цветных металлов является вовлечение в промышленное производство бедных, забалансовых и потерянных руд.

Технико-экономическая эффективность такой разработки обусловлена следующим: в обработку вовлекаются потерянные и некондиционные запасы руд; по сравнению с традиционными способами добычи, значительно уменьшаются объемы подготовительных и нарезных работ, так как можно использовать блоки с большими размерами; значительно уменьшается объем горной массы, выдаваемой на поверхность из очистных забоев; полностью исключаются расходы по обогащению металлов; повышается безопасность работы.

Применение метода шахтного подземного выщелачивания на базе имеющейся традиционной технологии добычи минерального сырья снизит себестоимость получения металла, увеличит минерально-сырьевую базу рудника, продлит сроки рентабельности функционирования рудника за счет вовлечения в эксплуатацию забалансовых руд, а также отходов и отвалов производства.

Применение метода шахтного подземного выщелачивания имеет большое значение в экологических целях. Извлечение полезных компонентов под землей значительно снижает отрицательное влияние горных работ на окружающую среду, является экологически щадящим и обеспечивает восстановление естественного равновесия в районе добычных работ.

Применение шахтного подземного выщелачивания решает следующие задачи: уменьшение отводов земельных площадей под горные предприятия; ускорение рекультивации земель; сохранение земель для размещения отходов; уменьшение нагрузки на природные ландшафты; сохранение экологического равновесия окружающей среды.

Геотехнологии в чистом виде не всегда обеспечивают сохранность земной поверхности, поэтому в пределах месторождения сочетают для различных морфологических типов оруднения комбинации способов, что требует комплексного подхода к оценке устойчивости массива.

Комбинированные технологии разработки основаны на компромиссе двух или нескольких технологий по признаку экологического равновесия массива. Массивом управляют закладочные технологии и комбинируют с геотехнологическими способами разработки.

В сложных горно-геологических условиях Квайсинского месторождения оптимальной является комбинация твердеющей закладки и хвостов выщелачивания (табл. 8).

При комбинации по данному варианту оценивают несущую способность с обнажения закладки. Такой вариант погашения пустот реализуется оставлением незаложенными камер второй очереди при двустадийной отработке месторождений.

С геомеханической точки зрения комбинированное управление означает создание разнопрочных участков, в целом осложняющих управление состоянием массива.

Комбинация твердеющей закладки и хвостов выщелачивания распространена при традиционных способах разработки в сочетании с геологическими методами. Она характеризуется надежностью управления массивом. Связующую и регулирующую роль играет твердеющая закладка [Шоджааталхоссейни, Кокоев, 2009, 60-62].

**Таблица 7 - Комбинация твердеющей закладки и хвостов выщелачивания**

Вид технологии	Способ	Вариант	Условия применения
Комбинированный	Комбинация твердеющей закладки и хвостов выщелачивания	Прочная, малопрочная, очень прочная,	Рудные тела любой устойчивости

При комбинировании полнота эксплуатации недр выше, чем при традиционном способе производства. Развитие комбинированных технологий объясняется стремлением сократить дефицитные материалы, заменив их менее затратными. Образованные выработки погашаются твердеющей закладкой для создания условий доработки обедненных запасов.

По экономическому и экологическому критериям оптимальны комбинированные технологии, при которых на поверхность выдается наиболее богатая часть рудного массива, а остальная руда перерабатывается на месте с помощью реагентов, которые переводят металлы в раствор. Движение реагентов и продуктивных растворов осуществляется в замкнутой среде трубопроводов, которая препятствует контакту с биосферой.

Технология обеспечивает перенос обогатительного передела под землю с уменьшением опасности загрязнения окружающей среды.

Комбинированное погашение пустот использует эффект воздействия на массив в виде перераспределения опорного давления на краевые части массива и искусственные целики как следствие разделения рудного тела на безопасные участки. Принципиальное отличие комбинированной технологии заключается в более полном использовании свойств массива для управления массивом [Шоджааталхоссейни, Кокоев, 2009, 58-60].

При эксплуатации рудных месторождений необходимо учитывать и экологические платежи, но в первую очередь – сам ущерб природной среде и здоровью человека, снижение качества и, следовательно, стоимостную оценку природных ресурсов. Предотвращенный ущерб от деградации почв определяется следующим образом:  $U_{пр} = U_{уд} \sum S_i K_i$ , где  $U_{уд}$  – удельный ущерб;  $S_i$  – площадь земель  $i$ -го типа, сохранных от загрязнения отходами;  $K_i$  – коэффициент природно-хозяйственной значимости почв и земель  $i$ -го типа.

Оценку эколого-экономического эффекта от ликвидации хвостохранилищ, снижения выброса вредных веществ можно провести следующим образом. Общая (абсолютная) экономическая эффективность определяется как отношение годового полного экономического



эффекта к полным затратам на осуществление мероприятия:  $\mathcal{E}_3 = \mathcal{E} / (C + K)$ , где  $\mathcal{E}$  – эффект, полученный в течение года;  $C$  – текущие затраты в течение года;  $K$  – капитальные вложения, определившие эффект.

Долговременная экономическая эффективность выражается формулой  $\mathcal{E}_{3,д} = \sum[\mathcal{E}/(C+K)q]$ , где  $q$  – коэффициент дисконтирования.

Годовой эколого-экономический эффект от снижения отрицательного воздействия на окружающую природную среду (например от снижения загрязнения) высчитывается так:  $\mathcal{E}_{экол} = \Delta B / (C + K)$  или  $\mathcal{E}_{экол} = P / (C + K)$ , где  $\Delta B$  – снижение показателя отрицательного воздействия на среду;  $P$  – показатель, характеризующий улучшение состояния окружающей природной среды в данной местности.

## Заключение

Таким образом, вовлечение в эксплуатацию рудных месторождений и цветных металлов с учетом экономических и эколого-экономических аспектов позволяет получить следующий эффект: снизить дефицит ценных цветных и редких металлов для потребностей промышленности страны в целом, а также потребности производства горных регионов; сэкономить значительные средства государственных и частных горно-геологических предприятий за счет снижения расходов на проведение ГРР; сократить затраты предприятий на выплату недропользовательских и ресурсных налогов и других экологических платежей; улучшить экологическую ситуацию за счет ликвидации техногенных отходов [Москаленко, 2003, 224].

## Библиография

1. Архивные материалы Квайсинского рудоуправления // Госархив Республики Северная Осетия – Алания. Владикавказ. С. 16-18.
2. Булетова Н.Е. Эколого-экономическая безопасность: природа, содержание и проблемы диагностики в регионах России. Волгоград: Волгоградский филиал РГТЭУ, 2013. 220 с.
3. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами. М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. 244 с.
4. Жаров А.В. Проблемы регионализации системы управления природопользованием // Экономика природопользования. 2009. № 5. С. 27-30.
5. Карась Ю.С. Механизмы управления эколого-экономическими системами. Уфа: Башкирская академия государственной службы и управления при Главе Республики Башкортостан, 2013. 120 с.
6. 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.
7. Москаленко А.П. Экономика природопользования и охраны окружающей среды. М., 2003. 224 с.
8. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2018 года // Уголь. 2018. № 10. С. 47-59.
9. Шоджааталхоссейни С., Кокоев В.Т. Выбор природосберегающей технологии в зависимости от горно-геологических условий // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 2. С. 60-62.
10. Шоджааталхоссейни С., Кокоев В.Т. Экологическое состояние природных ландшафтов вблизи объектов горного производства // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 2. С. 58-60.

---

## Ecological an economic assessment of the potential stability and variability of natural high-mountainous landscapes in terms of mining operations

**Vadim T. Kokoev**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor of the Department of higher mathematics and natural sciences,  
Moscow Financial and Industrial University "Synergy",  
125190, 80 Leningradskii av., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: vad978@yandex.ru

### Abstract

The article formulates the concept of the negative impact of field development technologies on the environment, the basis of which is the violation of ecosystems. Extraction and processing facilities have a negative impact on the environment, affecting all elements of the biosphere. Pollutants released into the environment by mining and processing facilities become sources of destruction of the biosphere, hindering the self-healing of natural conditions and the renewal of resources. The technology is considered that helps to reduce the negative technogenic impact on ecosystems in the conditions of high mountain landscapes. The directions of optimization of production technologies through the implementation of some technological solutions are presented. The author analyzes the processes taking place in mountain ranges under the influence of the interaction of natural and technogenic factors. A stress-strain state develops in the massifs, which has a negative impact on ecosystems. The role of ecosystems in ensuring the ecological situation is enormous. The characteristics of the state of today's realities and a comparative analysis of past years are given. Measures are proposed to optimize and reduce the environmental risk for high mountain ecosystems. The economic feasibility of extracting a number of valuable metals has been analyzed. The problem of ore deposits remains relevant at the present time and in the future. When assessing the feasibility of developing ore deposits, it is necessary to assess the costs of extracting valuable metals from ore deposits, compare tax rates for the operation of ore deposits, and assess the environmental and economic effect of processing waste dumps. The expediency of introducing nature-saving technology in the conditions of high-mountainous landscapes of the North Caucasus has been substantiated.

### For citation

Kokoev V.T. (2020) Ekologo-ekonomicheskaya otsenka potentsial'noi ustoichivosti i izmenchivosti prirodnykh vysokogornyykh landshaftov v usloviyakh dobychi poleznykh iskopaemykh [Ecological an economic assessment of the potential stability and variability of natural high-mountainous landscapes in terms of mining operations]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (9A), pp. 228-238. DOI: 10.34670/AR.2020.81.22.024

### Keywords

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

---

## References

1. Arkhivnye materialy Kvaisinskogo rudoupravleniya [Archival materials of the Kvaisinsky mining administration]. *Gosarkhiv Respubliki Severnaya Osetiya – Alaniya* [State Archives of the Republic of North Ossetia – Alania]. Vladikavkaz, pp. 16-18.
2. Buletova N.E. (2013) *Ekologo-ekonomicheskaya bezopasnost': priroda, sodержanie i problemy diagnostiki v regionakh Rossii* [Ecological and economic safety: nature, content and problems of diagnostics in the regions of Russia]. Volgograd: Volgograd Branch of the Russian Economic University.
3. Burkov V.N., Novikov D.A., Shepkin A.V. (2008) *Mekhanizmy upravleniya ekologo-ekonomicheskimi sistemami* [Management mechanisms for ecological and economic systems]. Moscow: Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoi literatury Publ.
4. Karas' Yu.S. (2013) *Mekhanizmy upravleniya ekologo-ekonomicheskimi sistemami* [Management mechanisms for ecological and economic systems]. Ufa: Bashkir Academy of Public Administration and Management under the Head of the Republic of Bashkortostan.
5. Kokoev V.T., Bocharov V.A. (2005) *Zavisimost' stabil'nosti okruzhayushchei sredy ot vzaimodeystviya tekhnogennykh i prirodnykh faktorov* [Dependence of environmental stability on the interaction of technogenic and natural factors]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining information and analytical bulletin], 1, pp. 17-19.
6. Moskalenko A.P. (2003) *Ekonomika prirodopol'zovaniya i okhrany okruzhayu-shchei sredy* [Economics of nature management and environmental protection]. Moscow.
7. 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.
8. Shodzhaatalkhosseini S., Kokoev V.T. (2009) *Vybor prirodosberegayushchei tekhnologii v zavisimosti ot gorno-geologicheskikh 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.
9. Tarazanov I.G. (2018) *Itogi raboty ugol'noi promyshlennosti Rossii za yanvar'-iyun' 2018 goda* [Results of the work of the coal industry in Russia for January-June 2018]. *Ugol'* [Coal], 10, pp. 47-59.
10. Zharov A.V. (2009) *Problemy regionalizatsii sistemy upravleniya prirodopol'zovaniem* [Problems of regionalization of the environmental management system]. *Ekonomika prirodopol'zovaniya* [Environmental Economics], 5, pp. 27-30.