

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»



Кафедра философии

Реферат по дисциплине: «История и философия науки»

на тему: «Методология экономической оценки эффективности освоения техногенных месторождений»

Выполнил:

аспирант 1 г.о. Никонова Д.А

Научный руководитель:

 проф. каф. ЭУиФ Подольянец Л.А.

Проверил:

 проф. каф. Философии Микешин М.И.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПОНЯТИЕ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ	5
2. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И СПЕЦИФИКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ВТОРЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.....	10
3. ОСНОВНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СЫРЬЯ	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	30

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире неотъемлемой частью нового мышления становится концепция устойчивого социально-экономического развития, отвечающего текущим потребностям и обеспечивающего сохранение качества окружающей природной среды, ее способности удовлетворять разумные и необходимые потребности нынешнего и грядущих поколений.

В 1987 г. В докладе «Наше общее будущее» Международная комиссия по окружающей среде и развитию (МКОСР) уделила особое внимание необходимости устойчивого развития, при котором «удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Эта формулировка понятия «устойчивое развитие» широко используется в настоящее время в качестве базовой во многих странах.

Одной из важнейших проблем устойчивого развития на сегодняшний день является проблема рационального освоения минеральных ресурсов, в том числе техногенных источников сырья. В настоящее время в России накоплено около 80 млрд. т. отходов. Эти объекты являются уникальным источником многих ценных компонентов и металлов. Необходимость разработки техногенных месторождений объясняется так же экологическими аспектами, поскольку в отходах минерального сырья накапливается значительное количество токсичных и потенциально опасных элементов, таких как ртуть, мышьяк, бериллий, кадмий, таллий и др.

При освоении техногенных месторождений первоочередную важность приобретает экономическая оценка эффективности их разработки. Методологии экономической оценки вторичных минеральных ресурсов, в том числе техногенных, посвящены работы А.В. Колосова, В.П. Пахомова, М.А. Игнатъевой, В.В. Чайникова, Е.Л. Гольдмана и других учёных.

Целью данного реферата является обобщение методологических подходов к оценке экономической эффективности освоения техногенных месторождений.

Задачами, решаемыми в процессе написания работы, являются:

1. определение понятия техногенных минеральных ресурсов и их классификация;
2. выявление преимуществ и недостатков при разработке техногенных месторождений и изучение специфики экономической оценки эффективности освоения вторичных минеральных ресурсов;
3. рассмотрение основных методологических принципов оценки экономической эффективности освоения техногенных источников сырья.

Объектом исследования в реферате является методология экономической оценки техногенных месторождений.

Предметом исследования выступают основные идеи, принципы и инструменты оценки экономической эффективности.

1. ПОНЯТИЕ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Впервые понятия техногенные минеральные ресурсы и техногенные месторождения были введены академиком Н.В. Мельниковым в начале 70-х гг. прошлого века. А в 1982 году академиком Агошковым была предложена классификация георесурсов, в которую наряду с природными минеральными образованиями, вошли техногенные минеральные ресурсы, тепло недр земли и техногенные полости [1]. В совместных работах Института проблем комплексного освоения недр РАН и Института горного дела им. Кунаева под руководством академика К.Н. Трубецкого в конце 80-х годов было введено новое понятие ресурсовоспроизводящих геотехнологий, включающее технологии целенаправленного создания и разработки техногенных месторождений с заданными технологическими параметрами, обеспечивающие возможность их освоения [2], а также предложена классификация техногенных месторождения [3]. Эти работы были предложены учеными АН Республики Кыргызстан профессорами Г.В. Секисовым и А.А. Таскаевым в 1988 году. Под их руководством была обоснована необходимость введения новой научно-производственной категории – минеральные объекты, включающие в себя природные, природно-техногенные и техногенные минеральные объекты.

Выполненный обзор современного состояния геотехнологий и работ, связанных с обоснованием различных понятий техногенных георесурсов, позволил конкретизировать и внести отдельные дополнения в определения основных категорий георесурсов в свете перспектив комплексного освоения недр.

Техногенные минеральные ресурсы - запасы минерального сырья, содержащиеся в отходах горно-обогатительного и металлургического производств в пределах какого-либо предприятия, региона или страны в целом.

Техногенные полости – горные выработки и выработанные пространства, сформированные в ходе горных работ при извлечении полезных ископаемых из недр.

Техногенные минеральные объекты - условно выделенные в пространство и накопленные на поверхности Земли или в едрах в пределах горного отвода техногенные минеральные ресурсы, потенциальная промышленная ценность которых, как правило, не ясна, для её установления требуется проведение специальных геологических и технологических работ.

Техногенное минеральное образование – скопление на поверхности, либо в природных или техногенных полостях в недрах Земли, гидросфере или атмосфере запасов твердых или жидких продуктов, созданных в результате производственной деятельности человека в сфере недропользования и достаточное по объёмам для промышленного освоения.

Техногенное месторождения – скопление техногенных минеральных ресурсов, образовавшееся в результате складирования отходов производства, пригодное для эффективной разработки и переработки с целью производства товарной продукции.

При систематизации групп георесурсов выделены три основные категории: природные (геогенные), техногенные и природно-техногенные. (рис. 1).

Природные – запасы природного минерального сырья, природные полости, сформированные в результате генетических процессов в недрах Земли.

Техногенные – запасы техногенного минерального сырья, содержащегося в отходах, а также техногенные полости и ландшафты.

Природно-техногенные – запасы, оставленные в недрах в результате обработки природных месторождений в виде целиков, корок, вклинивающиеся участки залежей, неотделённые от горного массива.

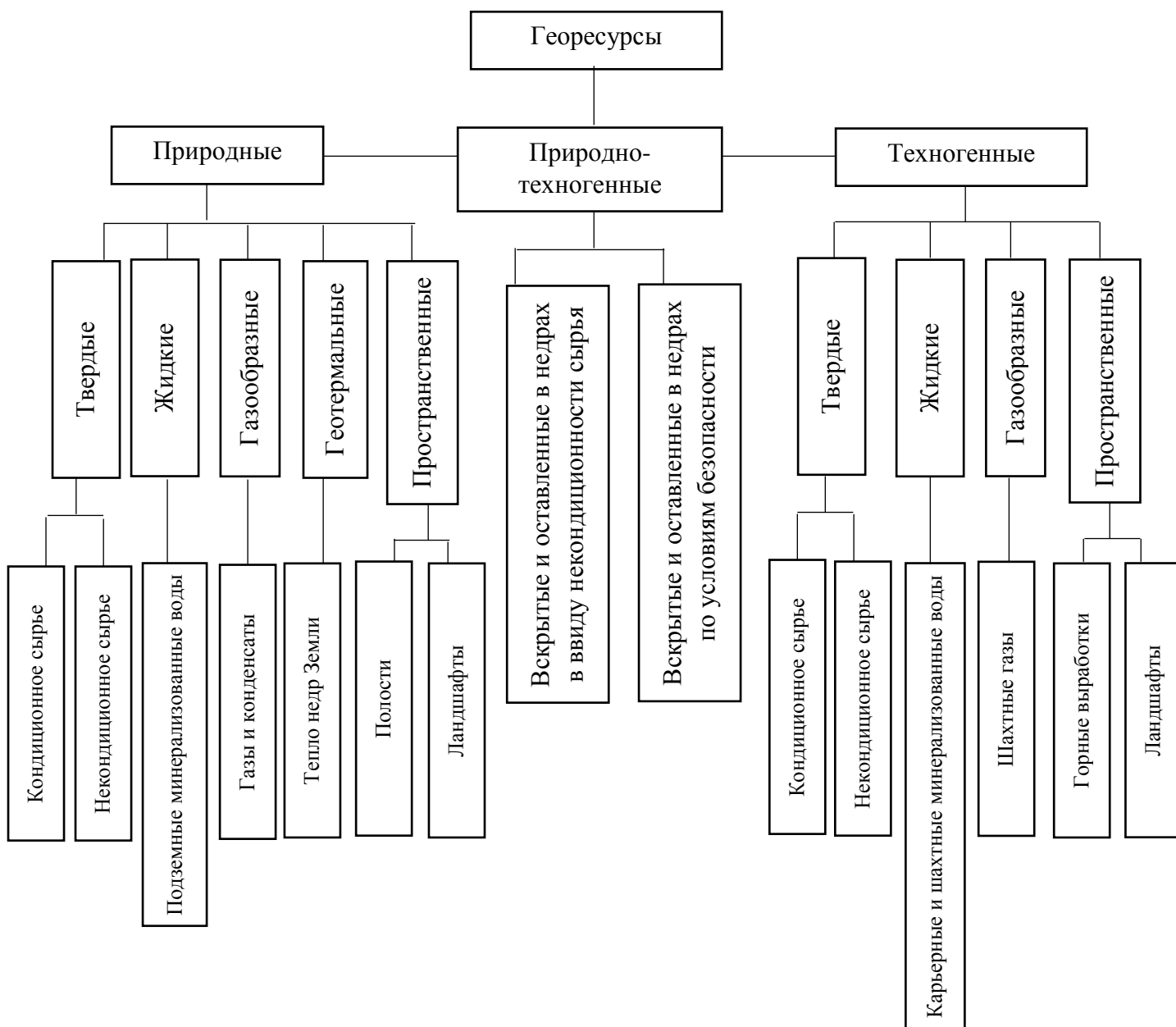


Рис. 1. Классификация георесурсов

Техногенные георесурсы можно разделить на твердые, жидкие, газообразные и пространственные. К техногенным твердым георесурсам отнесены отвалы вскрышные пород и некондиционных руд, отходы рудообогащения, специфические отходы производства (отходы рентгенометрической сепарации, пиритные концентраты и т.д.) К жидким – минерализованные шахтные и карьерные воды. К газообразным – шахтные газы (сероводород, водород и т.д.). К пространственным –

выработанное пространство, сформированное в ходе открытых и подземных горных работ, и технические ландшафты. Эти техногенные образования могут быть эффективно использованы для реализации физико-химических технологий эксплуатации бедных руд и техногенного сырья.

Систематизация знаний о техногенных образованиях направлена, прежде всего, на формирование нормативно-правовой и законодательной базы обращения с отходами, повышение эффективности использования ресурсов недр Земли, создание наиболее эффективных энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Первоочередными задачами при вовлечении техногенных ресурсов в эксплуатацию являются:

- теоретическое обоснование технологической стратегии комплексного освоения месторождения на основе изучения особенностей их техногенного преобразования, создание горнотехнических систем и способов разработки природных и техногенных месторождений на базе комбинации процессов открытых, подземных и физико-химических методов добычи руд;
- формирование техногенных месторождений с заданными характеристиками для последующей разработки;
- обоснование методики определения основных параметров техногенного преобразования природных месторождений с вовлечением в эффективную промышленную эксплуатацию отходов горно-металлургического производства и техногенных месторождений;
- установление закономерностей минерального и химического состава, распределения полезных компонентов и физико-механических свойств горных и искусственных массивов природных и техногенных месторождений;

- совершенствование существующих и разработка новых технологических процессов комплексного освоения природных и техногенных месторождений для повышения уровня и комплексности извлечения природных компонентов;
- обоснование дифференцированных кондиций и условий их корректировки;
- разработка нормативной базы проектирования комбинированной физико-технической и физико-химической технологии.

Многообразия существующих технологических решений по использованию богатых, рядовых, бедных и забалансовых руд, отходов добычи и переработки и позитивные предпосылки реализации стратегии комплексного освоения рудных месторождений предопределили систематизацию георесурсов в зависимости от процессов образования, условий залегания и хранения, особенностей вещественного состава, определяющих перспективную технологию их промышленной эксплуатации[4].

Таким образом, решение проблемы комплексного освоения недр базируется на комплексном вовлечении в эксплуатацию ранее сформированных техногенных минеральных образований и месторождений, а также текущих отходов производства с формированием на их основе техногенных месторождений с заданными параметрами.

2. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И СПЕЦИФИКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ВТОРЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Рационализация природопользования предполагает необходимость исследования проблем оптимизации взаимодействия общества и природы и путей их решения; эффективности использования природных ресурсов для производственных и непроизводственных целей; активизации применения экономических методов предотвращения или ликвидации загрязнения и другого ущерба, наносимого природной среде.

1 января 2016 года официально вступили в силу 17 целей в области устойчивого развития (ЦУР), изложенные в «Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», которая была принята мировыми лидерами в сентябре 2015 года на историческом саммите Организации Объединенных Наций. Согласно этому документу, «устойчивое развитие» определяется как развитие, отвечающее потребностям нынешнего поколения без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять их собственные потребности.

Одной из предусмотренных целей устойчивого развития является устойчивое потребление и производство, которое предполагает стимулирование эффективности использования ресурсов и энергии. Устойчивое потребление и производство направлено на то, чтобы «делать больше и лучше меньшими средствами», наращивая чистую выгоду от экономической деятельности для поддержания уровня благополучия за счет сокращения объема использования ресурсов, уменьшения деградации и загрязнения в течение всего жизненного цикла при одновременном повышении качества жизни. [5]

Одной из важнейших проблем на сегодняшний день является проблема рационального освоения минеральных ресурсов, в том числе техногенных источников сырья. Отечественные горные предприятия

ежегодно складывают на поверхности около 5 млрд. т. вскрышных и отвальных пород, и примерно 700 млн. т. поставляют в отвалы обогатительные фабрики. В настоящее время в России накоплено около 80 млрд. т. отходов. Эти объекты являются уникальным источником многих ценных редких и редкоземельных металлов. Необходимость разработки техногенных месторождений объясняется так же экологическими аспектами. В отходах минерального сырья накапливается значительное количество токсичных и потенциально опасных элементов, таких как ртуть, мышьяк, бериллий, кадмий, таллий и др. [6].

Техногенные месторождения образуют отвалы добычи полезных ископаемых, хвостохранилища обогатительных фабрик, золо- и шлаковые отвалы ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС, складированные отходы металлургического и другого производства (рис. 2).

Для ориентации во многообразных группах и видах отходов горнопромышленного производства предлагаются различные их классификации в соответствии с выделенными важными классификационными признаками. Выделяется три крупные группы отходов.

Первая группа - отходы, получаемые попутно в процессе добычи природных ресурсов и представляющие собой непреобразованные природные вещества, выделенные из исходных природных структур и объектов; *вторая* - отходы переработки сырья и материалов в отраслях материального производства; *третья* - отходы потребления.

Вторую группу отходов можно подразделить на две группы: отходы, образующиеся в результате физико-химической переработки сырьевых и вспомогательных материалов; отходы, теряемые в ходе производства, уходящие со стоками, газами в результате разубоживания, разбавления, смешивания.



Рис. 2. Схема формирования и использования горно-промышленных отходов

Техногенные месторождения должны быть дифференцированы и по направлениям их использования и технологическим условиям переработки. Этот процесс аналогичен определению кондиций на минеральном сырье. Однако, в отличие от разделения запасов руд в недрах на балансовые и забалансовые, дифференциация отходов должна производиться на следующие группы: отходы, использование которых экономически целесообразно в настоящее время; отходы, перспективные для использования в ближайшем будущем с учетом прогресса в

технологии их переработки, ресурсных ограничений и роста потребностей народного хозяйства (подлежат сохранению); отходы, не имеющие потенциальной ценности как источник металлов (они могут уничтожаться или рекультивироваться).

Специфика оценки вторичных минеральных ресурсов заключается в том, что важнейшим оценочным показателем его использования является эффект, возникающий от снижения вредного воздействия отходов на окружающую среду, значимость которого может превалировать над экономическим эффектом. Таким образом, при оценке техногенного ресурса большое внимание уделяется его экологической характеристике: концентрации вредных компонентов, степени фильтрации веществ в различных средах, предельно допустимым концентрациям (ПДК) вредных веществ, фоновым концентрациям вредных компонентов в атмосфере, водных объектах, почве и другим показателям. Эффект от снижения вредного воздействия отходов на окружающую среду, выраженный в денежных единицах, называют эколого-экономическим эффектом. [7]

Благоприятными факторами для разработки техногенных месторождений являются:

- экономический (спрос на минеральное сырье, условия разработки месторождений);
- исторический (формирование инфраструктуры горнодобывающих и горно-металлургических районов);
- социальный (например, создание рабочих мест по проекту с мультипликативным эффектом). [8. с. 9].

При разработке техногенного ресурса себестоимость конечной продукции снижается, так как в затратах на добычу отсутствуют расходы на горно-капитальные и горно-подготовительные работы. Утилизация отходов приводит также к сокращению затрат предприятия на содержание отвалов и хвостохранилищ. Но вместе с тем следует учитывать, что при традиционных схемах переработки вторичных минеральных ресурсов

затраты на обогащение и металлургический передел могут быть выше, чем аналогичные затраты при отработке природного минерального сырья.

Важным положительным моментом большинства техногенных месторождений является то, что они залегают на дневной поверхности и будут разрабатываться открытым способом, а также то, что горная масса находится в дезинтегрированном состоянии, что значительно удешевляет разведку и эксплуатацию [7].

Вместе с тем, вовлечение в эксплуатацию техногенных объектов сопряжено с рядом трудностей. Сведения о них, как правило, не систематизированы. Прежде всего, это относится к содержанию в них полезных компонентов, закономерностям их пространственного размещения. В связи с этим на техногенных объектах необходимо проведение ревизионно-оценочных и геологоразведочных работ, поиск оптимальных схем переработки. Другой причиной являются высокие затраты на извлечение металлов, сопоставимые с затратами на добычу традиционных полезных ископаемых и даже превышающие их [6].

3. ОСНОВНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СЫРЬЯ

Методология экономической оценки вторичных минеральных ресурсов должна учитывать их специфические особенности. Эти особенности заключаются в возникновении различных видов эффектов при их использовании. Наиболее характерные виды таких эффектов следующие:

- экономия первичных минеральных ресурсов;
- уменьшение затрат на транспортировку минерально-сырьевой продукции;
- экономия инвестиций в строительство горно-добывающих предприятий;
- экономия за счет хранения и складирования отходов;
- эффект от снижении вредного воздействия отходов на окружающую среду.

Первые значительные работы, посвященные методологии оценки вторичных минеральных ресурсов, появились в конце 70-х и начале 80-х гг. прошлого столетия, поскольку высокие темпы добычи и переработки минерального сырья в 70-е гг. XX в. привели к образованию значительного количества горно-промышленных отходов. Были разработаны методологические основы кадастра горно-промышленных отходов.

Для целей кадастровой экономической оценки техногенных ресурсов была разработана методика, основанная на расчете дифференциальной дисконтированной прибыли, которая определяется за весь период эксплуатации ресурса и базируется на расчетной кадастровой цене и индивидуальной себестоимости продукции. Существенным положительным моментом в предлагаемой методике является учет денежной оценки земли, изымаемой при освоении объекта, и затрат на ее

последующую рекультивацию. При этом денежная оценка земли рассчитывается исходя из ее плодородия, оцениваемого в баллах.

Дальнейшее развитие теоретические основы оценки вторичных минеральных ресурсов получили в работах А.В. Колосова, В.П. Пахомова, М.А. Игнатъевой. С их точки зрения, полная экономическая оценка должна включать технико-экономическую оценку, экологическую и социальную оценки последствий, возникающих при освоении месторождения. То есть при рассмотрении различных вариантов освоения техногенных ресурсов за критерий следует брать максимум совокупного эффекта от его применения. В качестве эффекта рекомендуется принимать сумму экономии затрат, получаемой при замене природного сырья техногенным (по всему циклу от разведки до потребления) и эффекта от уменьшения экологического ущерба.

В работе В.В. Чайникова и Е.Л. Гольдмана в качестве основного критерия оценки техногенных ресурсов предложен региональный народно-хозяйственный эффект от освоения техногенных месторождений, который определяется как суммарная величина коммерческого, экологического, социального и косвенного эффектов.

Для дальнейшего совершенствования и развития методологии экономической оценки техногенных ресурсов необходимо применять опыт стран с развитой рыночной экономикой с учетом специфики данного вида ресурсов [9].

Экономическая оценка техногенных месторождений, содержащих металлы, в том числе редкие и редкоземельные, имеет свою специфику. Для проведения промышленной разработки этих техногенных месторождений необходимо оценить экономическую целесообразность извлечения металлов из отходов горно-металлургической и топливно-энергетической промышленности. В первую очередь по формуле 1 оценивается эколого-экономический эффект от разработки техногенных месторождений (R) [10. с. 26]:

$$R = \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_y \rightarrow \min \quad (1)$$

где \mathcal{E}_m и \mathcal{E}_n – соответственно экономические эффекты от использования металлов и нерудных сопутствующих продуктов, руб./т; \mathcal{E}_y – эффект от сокращения экологического ущерба, руб./т.

Такой эффект может быть получен за счет ликвидации техногенных отходов, образующихся от добычи и переработки минерального сырья, а также за счет отказа от подготовленных к разработке рудных месторождений на территориях, не затронутых горно-добычными работами. С учетом больших затрат на содержание хвостохранилищ, а также на рекультивацию земель и с учетом высоких цен на участки земель, особенно на природоохранных территориях, ресурсных налогов, штрафов за сверхнормативные выбросы и сбросы вредных веществ такой эффект будет весьма существен.

При разработке техногенных месторождений образуется и социальный эффект, связанный со снижением заболеваемости и, следовательно, с потерями рабочего времени, снижением выпуска продукции, оплатой больничных и т.д. Кроме того, реализация проектов по разработке техногенных месторождений приводит к созданию новых рабочих мест с мультипликативным эффектом по всей технологической цепочке проекта, от первоначальной оценки объекта до получения готовой продукции.

Таким образом, при разработке техногенных месторождений возможно получение значительного экономического и социально-экологического эффектов. При этом в первую очередь важна экономическая оценка техногенных месторождений. Первой частью экономической оценки является их геолого-экономическая оценка.

Основные критерии геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых следующие [8. с. 128]:

1. Промышленные запасы металлов с достаточной степенью геологической изученности (для попутных полезных компонентов это

запасы по категориям C_1 и C_2 – изученные в общих чертах и изученные по отдельным выработкам).

2. Рентабельные технологии, позволяющие комплексно и рационально извлекать максимум металлов с учетом минимального содержания условного металла ($C_{\min y}$) и экологических требований.

3. Экономический критерий – цены, спрос-предложение, условия продаж и т.д. – цены и объемы продаж неустойчивы, вход на рынки металлов затруднен, что требует оценки рисков и поддержки правительства.

Таким образом, геолого-экономическая оценка техногенных месторождений начинается с оценки содержаний дефицитных металлов, что позволяет оценить запасы/ресурсы металлов и эффективность разработки этих объектов с учетом наличия промышленных, высокорентабельных технологий, динамики цен и спроса на цветные и редкие металлы.

После определения категории запасов/ресурсов (геологический параметр) определяются технологический параметр (наличие промышленных рентабельных технологий получения металлов) и экономический параметр (положительная динамика спроса и цен на металлы). Наличие трех положительных параметров означает экономическую категорию запасов, двух положительных параметров – потенциально-экономическую категорию, что требует или доизучения объекта, или доработки технологии, или ожидания благоприятной ситуации на рынке. В случае отрицательного значения двух или трех параметров запасы металла согласно этой классификации считаются условно-экономическими. В этой ситуации требуется создание инновационной промышленной технологии его получения и других инновационных технологий, где данный металл будет востребован. Если геологическое доизучение объекта не обнаруживает кондиционных

содержаний металла, он может извлекаться в комплексе с другими, высокорентабельными металлами [6].

Оценка кондиционных содержаний металлов в рудах проводится следующим образом. Весовое содержание ценного (полезного) минерала или полезных минералов в комплексных рудах в образце определяется [11. с. 18] по формуле 2:

$$C_i^b = \left(\frac{C_1^0 \times d_1}{C_1^0 \times d_1 + C_2^0 \times d_2 + \dots + C_i^0 \times d_i} \right) \times 100\% \quad (2)$$

где C_i^b – содержание данного минерала в образце, вес %; $C_1^0, C_2^0, \dots, C_i^0$ – содержание каждого из минералов в образце, объемные %; d_1, d_2, \dots, d_i – плотность минералов, г/см³.

Внедрение современных инновационных технологий позволяет снизить кондиционные требования, но при решении вопроса о целесообразности разработки месторождений следует ориентироваться на эти кондиции.

При комплексном извлечении из техногенных месторождений металлов на первом этапе должно определяться самое высокое содержание металла. Для пересчета содержаний остальных металлов в содержания основного рассчитывают пересчетные коэффициенты ($K_{I/O}$), определяемые по формуле 3 [8. с. 120]

$$K_{I/O} = \frac{C_I \times K_I}{C_O \times K_O} \quad (3)$$

где $K_{I/O}$ – коэффициент пересчета содержаний i -того компонента в основной, доли ед.; C_I – цена готовой продукции i -того компонента, руб.; C_O – цена готовой продукции основного компонента, руб.; K_I – коэффициент извлечения i -того компонента в готовый продукт, доли ед.; K_O – коэффициент извлечения основного компонента в готовый продукт, доли ед.

Затем рассчитывается содержание условного металла (C_y) (ф. 4):

$$C_y = C_0 + C_1 \times K_{1/O} + C_2 \times K_{2/O} + \dots + C_I \times K_{I/O} \quad (4)$$

где C_0 – содержание основного компонента, %; C_1, C_2, \dots, C_I – содержание прочих компонентов, %; $K_{1/0}, K_{2/0}, \dots, K_{I/0}$ – коэффициенты пересчета содержаний металлов в содержание основного.

С учетом прогнозируемой средней цены на 1 кг, т условного металла ($C_{МУ}$), затрат на получение условного металла ($Z_{МУ}$), коэффициента извлечения условного металла из концентрата ($K_{ИУ}$) и коэффициента его разубоживания при получении концентрата ($K_{РУ}$) определяется минимальное содержание металла ($C_{\min y}$), обеспечивающее как минимум нулевую рентабельность (ф. 5):

$$C_{\min y} = (Z_{МУ}/C_{МУ} \times K_{ИУ} \times (1 - K_{РУ})) \times 100\% \quad (5)$$

Аналогично рассчитывается C_{\min} для каждого металла. Металлы с низким содержанием и высокой себестоимостью получения могут извлекаться в комплексе с остальными. Реализация нерентабельных металлов зависит от роста спроса и цен на них.

После оценки содержания металлов оцениваются их запасы (Q) в техногенных месторождениях по формуле 6 [12. с. 200]:

$$Q = \frac{S \times m \times C \times \gamma}{100\%} \quad (6)$$

где S – площадь участка месторождения, км²; m – мощность полезного ископаемого, м; C – содержание металла, %; γ – удельный вес металла, т/м³.

Далее с учетом технологического и экономического параметров определяется категория запасов. Для запасов металлов, имеющих экономическую категорию, проводится экономическая оценка.

В первую очередь следует оценить экономическую целесообразность извлечения ценных металлов и выбрать оптимальный вариант их извлечения из перспективного объекта. Для выбора перспективного объекта рассчитывается среднегодовой доход с учетом величин возможных объемов производства металлов и выручки от их продажи, капитальных вложений и производственных затрат по каждому варианту.

Среднегодовой доход (D_{Γ}) от продажи металлов на начальном этапе можно оценить (согласно рекомендациям по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых и с учетом рисков проекта (P)) по формуле 7:

$$D_{\Gamma} = (C_{\Gamma} - Z_{\Gamma} - E \times K) \times (1 - P) \quad (7)$$

где C_{Γ} – среднегодовая стоимость продукции, тыс. руб.; Z_{Γ} – среднегодовые эксплуатационные затраты, тыс. руб.; E – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений за T лет, доли ед.; K – величина капитальных вложений, тыс. руб.

В целом экономическая оценка техногенных месторождений должна включать три стадии. Вначале определяется стоимость затрат на разработку месторождения, затем – сравнительная с другими месторождениями стоимость (для определения цен на металлы), а в завершении – доходная стоимость, рассчитываемая с учетом возможности получения сопутствующих продуктов (например, строительных материалов) и с учетом получения социально-экологического и косвенного эффектов (снижение расходов на ГРП, добычу, обогащение и получение металлов).

С помощью затратного подхода проводится сравнительная оценка месторождений, когда определяют приведенные затраты (ф. 8):

$$Z_i = \sum C_i + E \times K_i \rightarrow \min \quad (8)$$

где Z_i – приведенные затраты по i -тому месторождению за определенный календарный период времени (год), руб./т; C_i – эксплуатационные затраты за год на разведку, добычу, обогащение полезных ископаемых оцениваемого месторождения, руб./т; E – норматив эффективности капитальных вложений (обычно = 0,2), доли ед.; K_i – капитальные вложения по оцениваемому месторождению, руб./т.

Таким образом, при затратном подходе к оценке техногенного месторождения его ценность будет определяться как $\Pi = Z_0$ (затраты на освоение). С помощью затратного метода проводится сравнительная

оценка месторождений. Инвестиции предпочтительнее вкладывать в месторождение, освоение которого требует наименьших затрат.

При рентной (сравнительной) оценке месторождения (R_M) для определения его ценности чаще всего используется формула 9:

$$R_M = \sum \frac{Z_t - S_t}{(1+E)^t} \quad (9)$$

где Z_t – ценность готовой продукции в оптовых ценах t -того года, руб. / т; S_t – сумма предстоящих капитальных и эксплуатационных затрат в t -том году эксплуатации (освоения), руб. / т; E – норма дисконтирования, доли ед.

На результаты оценки рентным способом влияет величина дифференцированной или горной ренты. Горная рента определяется по преимуществам освоения конкретного месторождения по сравнению с другими (чаще всего однотипными) месторождениями. Это преимущество может образовываться из-за большего количества запасов, лучшего их качества или из-за более благоприятных горно-геологических и экономико-географических условий разработки. В то же время применение рентного (сравнительного) подхода позволяет определить приемлемые цены на производимую продукцию и на требующееся оборудование. В целом на основании рентной (сравнительной) оценки выбирается месторождение с наибольшей стоимостью.

Применение доходного подхода предполагает оценку стоимости месторождения на основе расчета величины ожидаемой прибыли с учетом фактора времени. Учет фактора времени осуществляется путем приведения или дисконтирования разновременных результатов и затрат к начальному периоду. В зарубежной практике широко используется формула Хосколда (ф.10), отдельно учитывающая риск на весь вложенный капитал [10. с. 30]:

$$V_p = \sum A_t \times \left(\frac{r}{(1+r)^n} - 1 \right) + r \quad (10)$$

где V_p – общая современная ценность месторождения; A_t – годовая прибыль в t -том году; n – время разработки месторождения; r – нормативная прибыль (2–4%), в доли ед.; r' – прибыль, учитывающая степень риска (10%), доли ед.

Суммарная величина денежных потоков ($D_{дп}$) за период времени (t), приведенная к начальному моменту времени при относительном равенстве годовых денежных потоков, определяется по формуле Меркилла (ф.11):

$$\sum D_{дп} = D_{Г} \times [((1 + r)^t - 1)/(1 + r)^t \times r] \quad (11)$$

где $D_{Г}$ – среднегодовая величина денежного потока за t лет, приведенная к его величине в 0-м году; r – нормативная прибыль, доли ед.

Выражение в квадратных скобках (ф.11) называется коэффициентом Инвуда или коэффициентом аннуитета. Кроме того, стоимость месторождения (NPV) упрощенно рассчитывается при а) ежегодно меняющейся прибыли и б) постоянной ежегодной прибыли [12. С. 68] как:

$$\text{а) } NPV = \frac{A_t}{(1+r)^t} - J \quad (12)$$

$$\text{б) } NPV = \left[A \times \frac{(1-r)^t}{r} \times (1 + r)^t - J \right] \quad (13)$$

где A и A_t – среднегодовая прибыль и прибыль t -того года, тыс. руб.; J – объем необходимых капиталовложений, тыс. руб.

При значительной разнице величины годовых денежных потоков коэффициент аннуитета не используют. Здесь применяется метод прямого дисконтирования. При использовании этого метода степень риска учитывается вместе с нормой прибыли инвестора и величиной инфляции.

Кроме того, для унификации расчета оценки эффективности инвестиционных проектов применяются рекомендации, разработанные в соответствии с международной системой ЮНИДО, предполагающие использование определенных показателей: чистый дисконтированный доход (ЧДД), индекс доходности (ИД), внутренняя норма доходности (ВНД), срок окупаемости (T_{OK}), а также показателей, учитывающих специфику проекта и интересов участников. Приведение разновременных

затрат и доходов к начальному периоду оценки осуществляется с помощью коэффициента дисконтирования q (ф. 14):

$$q = \frac{1}{(1+E)^t} \quad (14)$$

где E – норма дисконта, которая определяется суммированием процентной ставки (определяемой условиями процентных выплат), величины инфляции и величины инвестиционных рисков; при базовой оценке величина E принимается равной 10%, при коммерческой – не ниже 15% [12. С. 67]; t – номер расчетного года.

Норма дисконта E может также определяться по формуле 15:

$$E = IR + MRR \times RI \quad (15)$$

где IR (inflationrate) – темп инфляции в год, %; MRR (minimalattractive rate of return) – минимально привлекательная норма прибыли в год, %; RI (riskof investments) – коэффициент инвестиционного риска – корректирует норму дисконтирования на степень риска процента и определяется по формуле 16:

$$RI = 1 + \sqrt{\frac{\delta^2}{M}} \quad (16)$$

где M – математическое ожидание (средневзвешенное значение) рентабельности реализованных сходных проектов; δ^2 – среднеквадратическое отклонение реализованных сходных проектов.

Математическое ожидание определяется по формуле 17:

$$M = \sum R_i \times W_i \quad (17)$$

где R_i – рентабельность аналогичных реализованных проектов; W_i – удельный вес значения R_i .

Среднеквадратическое отклонение определяется по формуле 18:

$$\sqrt{\delta^2} = \sqrt{\sum [(R_i - M_i)^2 \times W_i] / \sum W_i} \quad (18)$$

Данный метод определения нормы дисконта используется для оценки проектов, широко применяемых в производственной деятельности. При этом разработка техногенных месторождений в России

осуществляется в настоящее время в малых объемах, а извлечение редкоземельных металлов из отходов практически не применяется, т.е. нет проектов-аналогов, позволяющих определить средневзвешенный уровень рисков.

Если инвестирование происходит за счет заемных средств или размещения акций, расчет нормы дисконта производится по формуле 19 [12. С. 69]:

$$RD = \alpha \times d + (1 - \alpha) \times i \quad (19)$$

где α – доля акционерного капитала в инвестированном капитале, доли ед.;

$(1-\alpha)$ – доля заемного капитала в инвестированном капитале; d – дивидендные выплаты на акционерный капитал, годовой процент; i – процентные выплаты по ссуде, годовой процент.

Таким образом, в качестве нормы дисконта используется средневзвешенная стоимость инвестированного (акционерного и долгосрочного) капитала, определяемая на основании дивидендных и процентных выплат. Этот метод, как и предыдущий, может быть использован для уже организованных и при этом успешно работающих производств.

Кроме того, для определения коэффициента дисконтирования применяется упрощенный метод. С помощью этого метода коэффициент дисконтирования рассчитывается как усредненная процентная ставка по долгосрочным банковским кредитам. Рыночная ставка по долгосрочным ссудам включает в себя в неявном виде все составляющие для расчета нормы дисконта. При этом данный показатель не учитывает возможные риски проекта. Поэтому данный метод не может использоваться для таких проектов, как извлечение металлов из техногенных отходов, так как эти проекты характеризуются повышенной степенью риска.

В современной экономической деятельности практикуется применение конкретных норм дисконта для отдельных типов

инвестиционных проектов. Например, для проектов, разрабатываемых с целью увеличения доходов предприятия, рекомендуется величина нормы дисконта 20%, для новых проектов на стабильном рынке – 20%, для проектов, базирующихся на новых технологиях, – 24%, для рискованных капиталовложений – 25% [13. с. 19].

Чистый дисконтированный доход (net present value) определяется по формуле 20:

$$\text{ЧДД (NPV)} = \sum_t^T \left[(B_t - Z_t) \times \frac{1}{(1+E)^t} \right] - \sum_t^T \frac{K_t}{(1+E)^t} \quad (20)$$

где B_t и K_t – выручка и капитальные затраты в t -том году, тыс. руб.; Z_t – производственные затраты, тыс. руб.; T – период эксплуатации месторождения, лет.

Если ЧДД имеет положительное значение, то освоение месторождения эффективно. Индекс доходности (ИД) показывает, во сколько раз приведенные доходы превышают приведенные капитальные вложения, т.е. предыдущая формула преобразуется в деление. ИД должен быть по крайней мере > 1 . Затем определяется срок окупаемости капитальных вложений $T_{\text{ок}}$ – временной интервал, в течение которого ЧДД становится равным дисконтированным капитальным вложениям. Внутренняя норма доходности (ВНД) – процентная ставка дисконтирования, при которой современная стоимость будущих прибылей от капитальных вложений равна величине этих вложений. Освоение месторождения считается эффективным, если $\text{ВНД} > E$, где E – принятая в расчете норма дисконтирования прибыли.

В целом вовлечение в эксплуатацию техногенных месторождений может дать существенный эффект на региональном уровне за счет:

- 1) сокращения дефицита наиболее ценных, в первую очередь редкоземельных металлов для потребностей высокотехнологичных отраслей промышленности;

2) снижения расходов геолого-разведочных и горнодобывающих предприятий на проведение ГРР, добычу и обогащение руд, производство РЗМ;

3) получения экологического эффекта с помощью сокращения площадей земель, занятых хвостохранилищами, и предотвращенного ущерба на сохранных от добычи рудных полезных ископаемых землях;

4) получения социального эффекта путем создания рабочих мест по проекту с учетом смежных производств (мультипликативный эффект), а также улучшив условия жизни (снижение экологической нагрузки).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе дано определение понятия «техногенные минеральные ресурсы» и приведена их классификация, выявлены преимущества и недостатки при разработке техногенных месторождений, а также в обобщенном виде изложена методология экономической оценки эффективности их освоения.

В рамках концепции устойчивого развития освоение техногенных источников сырья перекликается с задачами сокращения объема использования ресурсов и уменьшения загрязнения при одновременном повышении качества жизни и наращивания чистой выгоды от экономической деятельности.

Экономическая эффективность эксплуатации техногенных объектов с учётом всех преимуществ и недостатков, может быть обеспечена только при комплексном использовании сырья, включающем в себя не только доизвлечение ценных рудных компонентов, но и использование нерудной составляющей в строительной индустрии.

Оценка техногенных месторождений имеет свои специфические черты, связанные, прежде всего, с наличием эффекта, от снижения вредного воздействия отходов на окружающую среду. Это является существенным положительным аспектом в рамках концепции устойчивого развития и рационального освоения минеральных ресурсов и позволяет рассчитывать на получение определенной поддержки со стороны региональных и федеральных органов власти (льготное налогообложение, льготные энергетические тарифы и т.д.).

Оценка экономической эффективности освоения техногенных месторождений связана с высокими показателями риска. Поскольку большинство проектов не будет иметь проектов-аналогов, для них будут характерны риски, связанные с оценкой малоизученных техногенных объектов и с использованием новых технологических решений для разработки этих месторождений. Особенно актуальным это является при

освоении залежей фосфогипса с целью извлечения РЗМ, поскольку потребует разработки и внедрения совершенно новой технологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агошков М.И.* Развитие идей и практики комплексного освоения недр. ИПКОН АН СССР, 1982. 26 с.
2. *Трубецкой К.Н., Рагов Е.И., Никитин М.Б.* Обоснования оптимальных параметров создания и разработки техногенных месторождений // Комплексное использование минерального сырья. 1986. №8. С. 7-11.
3. *Трубецкой К.Н., Уманец В.Н., Никитин М.Б.* Классификация техногенных месторождений, основные категории и понятия // Горный журнал. 1989. №12. С. 6-9.
4. *Рыльников М.В., Радченко Д.Н.* Классификация техногенных георесурсов в свете перспектив комплексного освоения рудных месторождений // Научный вестник Московского государственного горного университета. 2012. № 4. С. 318-324.
5. Сайт ООН [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.un.org>, свободный. – Яз. рус. (Дата обращения: 16.03.2017 г.)
6. *Новиков Н.И., Салихов В.А.* Некоторые аспекты экономической оценки техногенных месторождений как перспективного сырья для металлургической промышленности // Вестник Томского государственного университета. 2016. №1. С. 38-53
7. *Дерягин А.А., Котова В.М., Никольский А.Л.* Оценка перспектив вовлечения в эксплуатацию техногенных месторождений // Маркшейдерия и недропользование. 2001. №1.
8. *Салихов В.А.* Экономическая оценка и комплексное использование попутных полезных компонентов углей и золо-шлаковых отходов углей (на примере Кемеровской области): монография. НФИ КемГУ. Новосибирск: Наука. Сибирское отд-ние, 2013. 224 с.
9. *Березовский П.В.* Экономическая оценка вторичных минеральных ресурсов. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2006. 163 с.

10. *Чайников В.В., Гольдман Е.Л.* Оценка инвестиций в освоение техногенных месторождений: монография. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. 220 с.
11. *Салихов В.А.* Управление качеством: метод. Указания. НФИ КемГУ. Новокузнецк, 2014. 40 с.
12. Экономика и управление геологоразведочным производством: учеб.-метод. Пособие. М.: Геоинформмарк, 1999. 248 с.
13. *Миронов М.Г.* Управление качеством: учеб. пособие. М.: ТК Велби: Проспект, 2007. 288 с.