

В. П. Пахомов, Е. А. Атаманова

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

В статье предлагается применять системно-синергетический подход к комплексной оценке минеральных ресурсов в рамках методологии пространственного недропользования. Данный подход позволит учесть факторы, возникающие в современном мировом экономическом пространстве под влиянием процессов интернационализации, интеграции и глобализации. Приводится методический инструментарий комплексной оценки минеральных ресурсов с учетом социальных, экологических и пространственных факторов в условиях неопределенности. Такую оценку целесообразно проводить на всех стадиях геологоразведочных работ, включая самые ранние. На завершающих стадиях геологоразведочных работ необходимо проводить оценку эффективности инвестиционного проекта по освоению минеральных ресурсов, включая оценки бюджетной эффективности и эффективность участия в проекте предприятий и акционеров.

Ключевые слова: минеральные ресурсы, комплексная оценка, пространственное недропользование, системно-синергетический подход, эффективность инвестиционного проекта

Одной из важных проблем недропользования в России, которые широко обсуждались ранее и обсуждаются сейчас в специальной литературе, является оценка минерально-сырьевых ресурсов. Эта проблема обострилась с переходом экономики на рыночные отношения, а также с усилением процессов интернационализации, интеграции и глобализации.

Такие масштабные изменения в мировом хозяйстве требуют адекватного *инструментария оценки минеральных ресурсов* (МР). На наш взгляд, это может быть комплексная оценка МР в условиях пространственного недропользования [2].

На современном этапе развития мировой экономики минеральные ресурсы любого конкретного месторождения являются не только достоянием национальной экономики, но и элементом глобального минерально-сырьевого пространства. Необходимое для экономической деятельности минеральное сырье можно добыть практически в любой стране и по всей планете, включая Мировой океан и даже арктический шельф. Таким образом, национальное богатство России, в виде минеральных ресурсов, уже не носит замкнутого характера, а постепенно превращается в составную часть мирового национального богатства, чему способствуют развивающиеся процессы глобализации.

Пространственное недропользование есть целенаправленный обмен веществом, энергией и информацией между глобальным обществом и геологической средой, их взаимное преобразование в ходе этого обмена. Такой обмен осуществляется в процессе возникновения и разрешения противоречий между все возрастающими потребностями общества в минеральном сырье и возможностями геологической среды. Вместе с тем становление такого обмена как особой сферы общественного производства связано с усложнением современных потребностей человека и общества в ресурсах геологической среды, в частности с выделением в их структуре экологических, социальных, культурных и других потребностей.

В условиях пространственного недропользования ресурсы полезных ископаемых можно рассматривать как элемент природной среды и часть геологической системы, которая реально используется или будет использована в перспективе как общественная потребительная стоимость, и в то же время это вещества недр, которые находятся в системе природных связей на определенной территории.

Таким образом, комплексная оценка минеральных ресурсов должна учитывать вновь появляющиеся факторы, оказывающие существенное влияние на освоение месторождения. Некоторые из этих факторов учтены в существующих методиках [9, 10, 11], но факторы, касающиеся пространственного развития, институциональной среды, а также социальных и экологических аспектов, не учитываются совсем или неполно. Объясняется это, на наш взгляд, несовершенством теоретико-методического аппарата.

Учет наиболее существенных факторов при комплексной оценке МР [17, с. 104-182] возможен с применением системно-синергетического подхода в рамках методологии пространственного недропользования [15].

Системно-синергетический подход позволяет увидеть изучаемый объект как комплекс взаимосвязанных подсистем, объединенных общей целью, раскрыть его интегративные свойства, внутренние и внешние связи. Этот подход основывается на синергетической идее множественности путей развития системы. Согласно этой идее, для того чтобы система могла перейти в новое устойчивое состояние, необходимо текущее состояние сделать неустойчивым. В этом

случае благодаря бифуркации у системы возникает выбор из нескольких устойчивых состояний, среди которых, возможно, находится и то, ради которого было оставлено предыдущее.

Как система недропользования находится в постоянной динамике, т. е. переходит во времени из одного оцениваемого показателями (индикаторами) состояния, в другое, образуя траекторию развития в многомерном пространстве состояний. Переход из одного состояния в другое обеспечивается в результате управления или обоснования, принятия, реализации и оценки результативности разнообразных решений лицами, принимающими решения (ЛПР). К ЛПР будем относить: государство (владельца недр и инвестора); недропользователей (частных инвесторов); лиц, организующих и создающих промежуточную и конечную продукцию недропользования (исполнителей). Так называемые третьи лица не являются ни ЛПР, ни участниками и получают блага от недр через государственные нужды, перераспределительные (налоги, платежи) и ограничительные (охрана окружающей среды) функции государства.

Среди бесчисленного множества возможных альтернативных траекторий развития системы имеется оптимальная траектория, каждая точка которой (состояние) в наибольшей степени отражает интересы (получаемые блага) участников и третьих лиц при оптимуме затрачиваемых ими ресурсов. При последовательном введении их в хозяйственный оборот обеспечивается траектория интенсивного развития, когда в каждом из последующих воспроизводственных циклов на единицу затрачиваемых участниками ресурсов увеличивается объем получаемых благ или улучшаются их качества. Выход на траекторию интенсивного развития и ее поддержание должно обеспечиваться путем принятия ЛПР оптимальных решений, несмотря на различие преследуемых ими целей и источников их возникновения.

С позиций синергетики перспективным представляется также подход к оцениванию объектов недропользования, основанный на использовании систем, демонстрирующих хаотическую динамику.

В условиях пространственного недропользования появляется возможность, а иногда и необходимость новой пространственной организации горного производства (например, создания экономически эффективного кластера путем объединения единичных нерентабельных

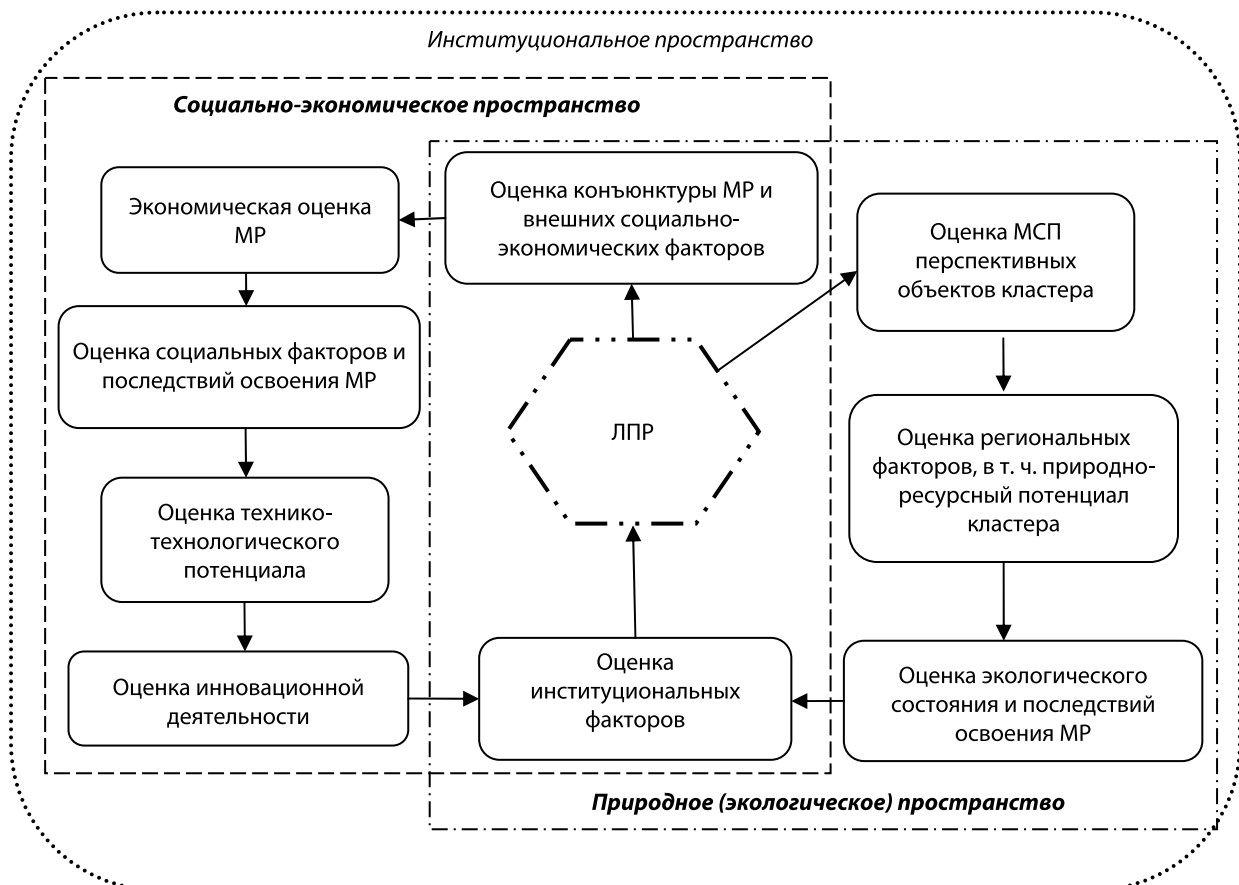


Рис. 1. Структура комплексной оценки в условиях пространственного недропользования

горных объектов). Важную роль в такой организации играет институциональное пространство, поэтому необходимо при проведении комплексной оценки минеральных ресурсов использовать системно-институциональную парадигму. Эта парадигма предусматривает применение формальных и неформальных «правил игры», упорядочивающих и структурирующих оценку минеральных ресурсов в рамках эффективной непротиворечивости развития горнопромышленного комплекса, динамичного равновесия между природой и глобальным человеческим сообществом, повышающим за счет этого свой материальный и духовный уровень.

В качестве элемента институционального пространства, которое оказывает существенное влияние на комплексную оценку МР, можно выделить так называемую организационную структуру, представляющую особый общественный слой, осуществляющий финансовые, административные, политические и другие функции.

Природное (экологическое) пространство и его взаимодействие с социально-экономическим пространством образуют социоприродную систему. В структуре социоприродной системы

необходимо выделить следующие подсистемы: экологическую, технологическую, экономическую и социальную, которые функционируют в институциональном пространстве и оргструктуру лица, принимающего решения (ЛПР), а затем произвести соответствующие оценки (рис. 1).

По экологической оценке МР имеется ряд отраслевых нормативно-методических материалов, регламентирующих экологическую оценку при геологоразведочном процессе [11]. Анализ показал, что эти материалы требуют уточнения, и совершенствования в части экологической оценки на самых ранних стадиях ГРР, прогнозирования воздействия горнопромышленного комплекса (ГПК) на биогеоценозы, на социальную сферу, эколого-социальной и эколого-экономической оценки. Совместно с другими исследователями [4, 5, 8] мы предлагаем методические подходы, которые помогут устранить эти недостатки.

На первом этапе дается общее представление об эколого-географических особенностях территории с необходимой характеристикой природных условий. Проводится дифференциро-

ванный анализ и оценка степени устойчивости к будущим воздействиям по отношению как к отдельным видам, так и ко всему природному комплексу.

Второй этап оценки экологического состояния осваиваемого района — выявление характеристик ресурсного потенциала территории. Основное внимание при этом уделяется рациональному использованию природных ресурсов, особенно сельскохозяйственных земель. Завершает этап экологическое районирование (зонирование) территории по природно-ресурсным комплексам. На основе экологического районирования решаются проблемы развития и размещения горнодобывающих производств, установления равномерной нагрузки на среду, чтобы избежать ее деградации.

На природоохранных картах, кроме экологического районирования, выделяются зоны, где имеется превышение норм ПДВ и ПДК за счет трансграничного переноса загрязняющих веществ из освоенных районов. Оценка МР в этих зонах также нецелесообразна, если не предусматриваются мероприятия по снижению уровня загрязнения до нормативного.

Таким образом, экологическая оценка МР на стадии региональных геолого-съёмочных и геофизических работ заключается в минимально возможной (в соответствии с масштабом карт) отбраковке перспективных на обнаружение МР площадей и участков, находящихся на территории, предполагаемой к охране или с особым режимом природопользования.

На начальных этапах следующей стадии геологоразведочного процесса (поисков, оценочных работ) должно быть продолжено экологическое изучение района освоения и уточнены границы предполагаемых территорий с особым режимом природопользования. По мере уточнения границ охраняемых территорий корректируются и размеры отбраковываемых перспективных на обнаружение МР участков и площадей.

Экологическая оценка состояния природной среды при воздействии на нее будущего горнодобывающего предприятия производится в зависимости от уникальности экосистемы и целей использования на основе естественно-исторического и социально-экономического подходов путем сравнения современного состояния с базовым, принимаемым за норму или эталон. В качестве нормы при естественно-историческом подходе принимают состояние неизменной

(или слабоизмененной) природы, при котором комплексы и их компоненты функционируют в присущем им режиме, сохраняя свои структурные, балансовые, физиологические признаки и качественные и количественные характеристики. Этот подход целесообразно использовать на территории с особым режимом природопользования, а также при оценке природных комплексов (ландшафтов), которые необходимо сохранить для водоохраных, рекреационных и других целей.

Прогнозирование антропогенного воздействия на природную среду для экологической оценки МР на ранних стадиях ГРП может быть выполнено с помощью методов, широко используемых за рубежом: контрольных списков, матричного метода (матрицы Леопольда, Бателле) [12] и др. На промежуточных и завершающих стадиях ГРП наиболее целесообразно применять имитационные и оптимизационные математические модели [16].

Степень измененности природы чаще всего определяется на основе шкал, разрабатываемых в соответствии с показателями оценки воздействия. При этом используются шкалы, отражающие степень отклонения состояния исследуемого объекта от состояния его в некоторый момент времени, принятый за начальный или исходный. В общем виде показателем состояния экосистемы может служить ее индекс (V_3), который определяется как отношение первоначального ее состояния (V_0) к состоянию после антропогенного воздействия (V_n). При системно-синергетическом подходе в качестве «нормы» принимается состояние природных комплексов, которое обеспечивает устойчивое выполнение ими средо- и ресурсовоспроизводящих функций [13, 18]. Наиболее рационально этот подход применяется в условиях широко распространенных или искусственно преобразованных экосистем. В систему показателей входят стандарты качества окружающей среды (ПДК, ПДВ).

Экономические и социальные оценки экологического назначения необходимо производить тогда, когда в результате деятельности горнопромышленного предприятия может происходить превышение природоохранных норм (ПДК, ПДВ).

Общий ущерб природной среде от воздействия горной промышленности складывается из частных ущербов в составляющих природный комплекс лесном, водном, земельном, горном и

других биогеоценозах. Он вызывается, в конечном счете, нарушением, снижением или исчезновением продуктивности этих биогеоценозов.

Эколого-экономическую оценку ущерба биогеоценоза (V^{σ}), численно равную снижению рентного дохода (R_i^{σ}), можно определить по формуле:

$$R_i^{\sigma} = V^{\sigma} = \sum_t^T \sum_i^n Y_{it}^n \frac{Z_i^t}{(1 \pm E)^t}, \quad (1)$$

где V_{it}^n — натуральный ущерб от снижения продуктивности или уничтожения i -го элемента биогеоценоза в t -й период времени; Z_i^t — денежная оценка i -го элемента биогеоценоза в t -й период времени; E — коэффициент дисконтирования принимается в размере 0,1–0,3 в зависимости от ценности биогеоценоза; t_1, \dots, T — период времени от начала деградации (уничтожения) i -го элемента биогеоценоза до его восстановления; i — вид биогеоценоза ($i = 1 \dots n$).

Поскольку ценность биогеоценозов возрастает со временем, то E может иметь и отрицательное значение.

При проведении эколого-экономической оценки необходимо учитывать резистентность природных систем (ассимиляционный потенциал), т. е. способность их к самовосстановлению.

Эколого-социальная оценка в основном характеризуется качественными показателями, поскольку количественно оценить, например, снижение эстетической значимости ландшафта или ухудшение комфортности практически невозможно.

Оценка i -го вида биогеоценоза в денежном выражении определяется в виде разности между его ценностью и затратами на его воспроизводство. Для естественно воспроизводимых природных ресурсов ценность равнозначна их оценке. Дополнительным показателем социальной оценки в экологической сфере является расчетный социальный ущерб природному комплексу (биогеоценозу) в результате воздействия будущего горнопромышленного предприятия. Ущербом считается и снижение эстетической и другой ценности ландшафта. Величина ущерба (V_c) определяется по формуле:

$$V_c = \sum_{i=1}^{i=n} m_i (C_i^1 - C_i^2), \quad (2)$$

где m_i — элемент биогеоценоза, вид экосистемы или ландшафта; C_i^1, C_i^2 — социальная ка-

чественная ценность i -го вида природного комплекса (ландшафта, биогеоценоза), выраженная в качественных единицах (баллах).

Следует отметить, что подобного рода оценкам могут быть подвергнуты только те элементы биогеоценоза экосистемы, которые являются широко распространенными или восстанавливаемыми. Виды, которые имеют уникальный характер (реликты, эндемики и т. д.) или предназначены для сохранения генофондов, эколого-экономической оценке не подлежат; они просто должны быть сохранены.

Мы рассматриваем прямое воздействие на природную среду, т. е. прямые связи между обществом и природой. Существуют и обратные связи, которые проявляются через ущерб, наносимый в экономической и социальной сферах общества. В экономической сфере это ущерб от недополучения продукции или ухудшения ее качества в природоэксплуатирующих отраслях хозяйства (лесном, сельском, водном, промысловом). Это первичный ущерб. Вторичный ущерб происходит в результате снижения экономических показателей деятельности предприятий, количества и качества их продукции. Это, в свою очередь, сказывается на потребительском спросе населения, потребляющего продукцию этих отраслей, на отраслевой и территориальной структуре хозяйства и т. д.

Ущерб в социальной сфере выражается в изменении занятости, квалификации, подвижности населения и трудовых ресурсов (их оттоке из районов освоения), трансформации расселения, ухудшении здоровья населения из-за связи его трофических цепей с природной средой (особенно у коренного населения), сокращение свободного времени, изменении структуры досуга и т. д.

Социальная оценка минеральных ресурсов является наиболее важным и наименее изученным звеном при проведении комплексной оценки МР. Такая оценка должна решить две основные задачи:

— оценка альтернатив по формированию трудовых ресурсов будущего горнодобывающего предприятия (за счет местного или привлеченного населения или за счет того и другого в оптимальной пропорции) в зависимости от способа освоения МР (вахтового, стационарного, экспедиционного);

— оценка воздействия горнодобывающего предприятия на социальную сферу и население района освоения.

Для решения этих задач, прежде всего, должно быть проведено изучение и дана оценка первоначального состояния социальных групп и условий их жизнедеятельности: населения, проживающего постоянно в данной местности, и населения районов массовых миграций.

Социальная эффективность определяется на основе изменения индексов состояния социальных показателей по следующей формуле:

$$\mathcal{E}^c = \sum_t \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta J_i^t \mathcal{E}_i^{\partial t}}{K_i^t} > 1, 2, \quad (3)$$

где ΔJ_i^t — величина изменения индекса в i -й сфере t -го года, доли ед.; $\mathcal{E}_i^{\partial t}$ — денежный эффект, приходящийся на единицу изменения индекса в i -й сфере t -го года; K_i^t — капитальные затраты, приходящиеся на единицу изменения индекса в i -той сфере t -го года.

Информация по индексам состояния социальных показателей может быть получена обработкой статистических материалов, анкетированием, опросом, прямыми наблюдениями и т. п.

Особое внимание должно уделяться коренному населению новых районов освоения, в том числе коренным малочисленным народам, представляющим собой уникальную этнокультурную группу.

Важную роль при этом играет медико-биологическое зонирование территории освоения. Оно дает возможность определить зоны со случайными и неслучайными болезнями, выяснить зависимость между здоровым образом жизни и средой обитания.

Основные затраты на формирование трудовых ресурсов ($S_{\text{тр}}$) при социальной оценке МР можно определить по следующей общей формуле:

$$S_{\text{тр}} = \sum_{n=1}^{n=8} S_n, \quad (4)$$

где $S_{\text{тр}}$ включает: S_1 — затраты на профессиональную подготовку рабочей силы; S_2 — затраты на создание необходимой социальной инфраструктуры; S_3 — затраты, связанные с социально-психологическим и медико-биологическим отбором; S_4 — затраты на перемещение рабочей силы; S_5 — затраты на компенсацию ущерба здоровья трудящихся при вахтовом методе освоения; S_6 — затраты на перебазирование и переподготовку рабочей силы после отработки месторождения; S_7 — затраты, связанные с компенсацией вышедшей из районов миграции

рабочей силы; S_8 — затраты на компенсацию ущерба, причиняемого пришлым населением коренным жителям; n — виды затрат ($n = 1 \dots 8$).

Разработка МР приносит ущерб или выгоду социальной сфере и населению. Этот ущерб или выгода определяется как качественными, так и количественными показателями. Одним из показателей является расчетный денежный эффект в социальной сфере от воздействия разработки МР. В общем виде он может быть определен по следующей формуле:

$$R_i^c = Y_c^d = \sum_t \sum_k \sum_j Y_{ijk}^{\text{нц}} \frac{J_{kit}^c}{(1+E)^t}, \quad (5)$$

где: R_i^c — рентный доход, может быть положительным (выгода) или отрицательным (ущерб), при i -м варианте освоения; $Y_{ijk}^{\text{нц}}$ — натуральный ущерб в k -м виде социальной сферы j -й социальной группы при i -м варианте освоения в t -й период времени; J_{kit}^c — оценка в денежном выражении k -го вида социальной сферы в t -й период времени; $t \dots T$ — период времени от начала воздействия до его окончания.

Натуральный ущерб определяется на основе сравнения нормативных показателей социальной оценки с прогнозируемым уровнем.

В случае отсутствия денежного выражения оценки k -го вида социальной сферы показатель социально-экономической оценки месторождения следует использовать в натуральном выражении.

Экономическая оценка МР предусматривает геолого-экономическую и денежную оценки. Геолого-экономическая оценка МР должна проводиться на самых ранних стадиях геологоразведочных работ (ГРП), хотя в нормативных документах предусматривается на этих стадиях только геологическая оценка, основанная главным образом на сравнении выявляемых объектов с геологическими аналогами известных эксплуатируемых месторождений.

Уже в процессе геологоразведочных работ на первой стадии предлагается производить геолого-экономическую оценку путем сравнения предполагаемых параметров месторождения (запасов, качества и т. д.) с прогнозными оценочными кондициями (ПОК). Эти кондиции представляют собой предельные геологические параметры месторождения для определенного временного горизонта и отражают ориентировочные минимальные требования промышленности к количеству и качеству минерального

сырья. Они определяются, в отличие от применяемых в настоящее время кондиций, не на стоимостной, а на натуральной основе. Для этого необходимо провести ретроспективный анализ и построить динамические ряды изменения во времени основных параметров месторождения в системе координат «запасы — содержание» основного компонента при открытом и подземном способах разработки по рудам различного генезиса. По трендам для определенного периода времени и определяются ПОК для конкретного генетического типа месторождения. Такой подход к определению ПОК не случаен. В условиях значительной неопределенности информации и далекого горизонта прогнозирования важно иметь такие параметры, которые отличались бы устойчивостью и стабильностью. Это соответствует качественным параметрам месторождений, например, среднего содержания полезного компонента в руде, запасов полезного ископаемого и т. п., которые во времени более стабильны, чем соответствующие стоимостные показатели.

Прогнозные оценочные кондиции привязываются к местным условиям с помощью коэффициентов (K_i), отражающих наличие инфраструктуры и трудовых ресурсов, физико-географическое положение и горно-геологические условия, наличие попутных компонентов в руде и совместно залегающих полезных ископаемых, необходимость учитывать возможность отработки единым горнопромышленным кластером близкорасположенных месторождений. При необходимости возможно применение и других коэффициентов. Формула определения ПОК для определенного вида полезного ископаемого и конкретных условий (ПОК¹) будет иметь следующий вид: $ПОК^1 = ПОКPK_i$, где PK_i — произведение конкретных коэффициентов привязки.

При геолого-экономической оценке важно знать прогноз потребности (спроса) на оцениваемый МР. Это позволит повысить качество оценки.

При благоприятных экологических и социальных условиях, а также в соответствии с ожидаемыми параметрами МР на данной геологической площади или участке прогнозных оценочных кондиций, осуществляется переход на вторую стадию ГРР (поисковые работы). После поисковых работ отбраковку целесообразно производить на базе прогнозных оценочных кондиций, но разработанных уже методом аналогий.

Для этого выбирается аналогичное по генетическому типу оцениваемого МР эксплуатируемое месторождение, передовое в техническом и экономическом отношениях, которое в то же время по качественным характеристикам МР и горно-геологическим условиям должно быть худшим из эксплуатируемых. С помощью корректирующих коэффициентов параметры этого месторождения привязываются к местным условиям и становятся, таким образом, прогнозными оценочными кондициями. Правда, прежде чем ими пользоваться, необходимо ПОК сориентировать на тенденцию изменения среднего содержания и запасов по данному типу руд. Если наблюдается тенденция повышения среднего содержания полезного компонента в отрабатываемых месторождениях (как это имеет место при разработке железных руд), то привязанные к местным условиям параметры умножаются на коэффициент, который ужесточает кондиции (обычно для содержания полезного компонента в руде он находится в пределах 1,1–1,15). Если наблюдается тенденция понижения среднего содержания (при разработке большинства руд цветных, редких и благородных металлов) [6], то указанные параметры умножаются на смягчающий коэффициент (он равен 0,85–0,9).

Определение возможного экономического значения объекта производится после завершения поисково-оценочных работ. Наличие месторождения считается установленным, если выявленные запасы полезного ископаемого и их качество, оцененные по категории С2, удовлетворяют оценочным кондициям. Оценочные кондиции отражают минимальные требования промышленности по количеству и качеству полезного ископаемого.

Разработка оценочных кондиций (ОК) и сравнение с ними выявленных параметров месторождения и составляет содержание геолого-экономической оценки МР на этой стадии ГРР. Оценочные кондиции рассчитываются уже по стоимостным показателям исходя из нулевой рентабельности будущего предприятия. В некоторых случаях для установления ОК может применяться метод аналогий.

Оценочные кондиции определяются из выражения:

$$(Z - S) \prod K_i = 0, \quad (6)$$

где Z — прогнозные цены (международные, биржевые внутреннего рынка, оптовые и т. п.)

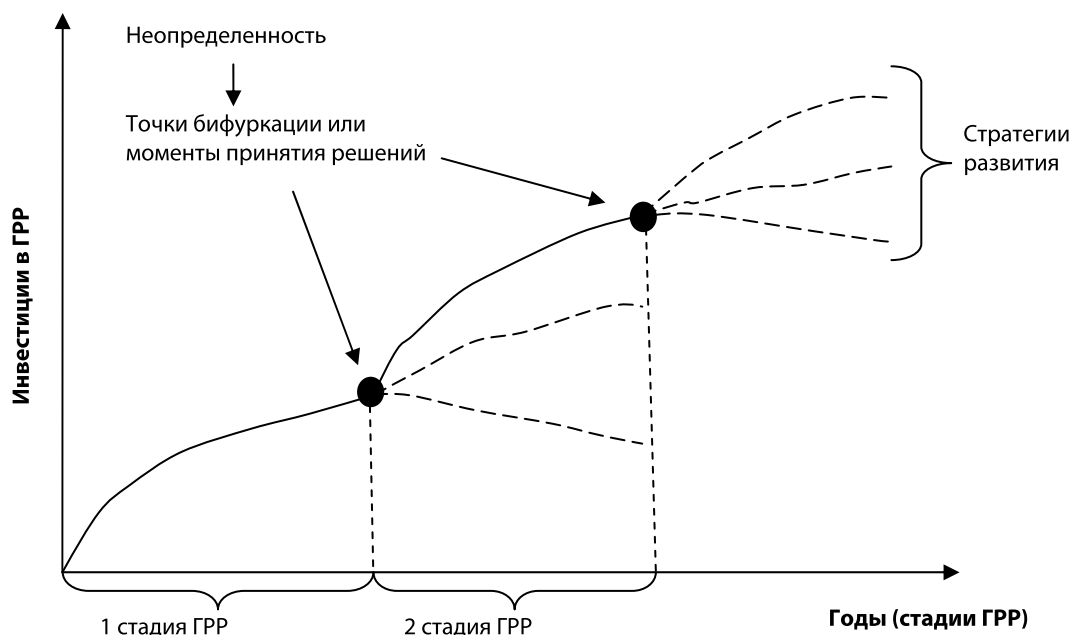


Рис. 2. Графическое изображение процедуры оценки МР в условиях неопределенности

или замыкающие затраты; S — прогнозные затраты на единицу конечной продукции при $S = f(Q, m, H(k), \alpha)$; где Q — производительная мощность предприятия; m — мощность рудного тела (пласта); H — глубина залегания; k — коэффициент вскрыши; α — содержание полезного компонента в руде, в недрах; ΠK_i — произведение коэффициентов, определяющее уровень пространственных условий территории.

Условие, при котором обеспечивается нулевая рентабельность будущего предприятия, определяется равенством цен и эксплуатационных затрат. Оценочные кондиции для удобства пользования изображают в виде номограмм или графиков. Чаще всего это график, построенный в координатах: содержание — запасы (производственная мощность предприятия). При соответствии района месторождения экологическим и социальным требованиям к освоению МР, а также параметров месторождения оценочным кондициям и потребностям промышленности рекомендуется переход на следующую стадию ГРР — разведку месторождения.

Комплексная оценка МР или проекта их освоения на любой стадии должна базироваться на системно-синергетическом подходе [7, 13].

Решение перехода с одной стадии на другую или прекращение ГРР должно производиться ЛПР. Исходя из логики синергетического подхода, процедуру оценки на разных стадиях ГРР можно изобразить в виде графика, представленного на рисунке 2.

Основным итогом всех проведенных на месторождении геологоразведочных работ, технологических и экологических исследований на всех стадиях ГРР является комплексная оценка этого месторождения.

Оценка эффективности общественной значимости инвестиционного проекта (ИП) по освоению ресурсов минерального сырья предусматривает оценку общественной эффективности проекта, оценку социальных, экологических, институциональных, политических, пространственных, внешнеэкономических и других факторов, а также факторов, определяющих доступ к недрам [1].

Оценка коммерческой эффективности (ИП), имеющая основной целью поиск инвесторов, может быть опущена, если источник и условия финансирования известны к моменту разработки проекта.

На завершающих стадиях целесообразно проводить оценку бюджетной эффективности ИП для бюджетов различных уровней или консолидированного бюджета. Этот вид эффективности оценивается по требованию органов государственного и/или регионального управления.

Кроме того, целесообразно проводить оценку региональной или народнохозяйственной эффективности ИП. Показатели указанной эффективности отражают влияние ИП на предприятия региона, социальную и экологическую обстановку в регионе, доходы и расходы регионального бюджета.

Если в качестве региона рассматривается страна в целом, то эти показатели являются показателями народнохозяйственной эффективности.

Если предприятия-участники входят в состав более широкой структуры, например отрасли, холдинги, комплексы, кластеры и т. д., то рекомендуется производить оценку эффективности ИП по показателям отраслевой эффективности.

Расчеты экономических показателей проекта предваряются сведениями о предполагаемом состоянии и структуре рынка продукции (российского и зарубежного), включающими в себя, в частности, данные:

— о соотношении спроса и предложения (текущий и прогноз);

— об основных предполагаемых потребителях продукции (планируемые объемы предприятиям-потребителям);

— о ценовых изменениях (прогноз цен) и т. п.

Кроме этого, должны быть использованы методические материалы и инструкции Министерства природы РФ [10].

При расчете денежного потока приведение разновременных затрат и доходов к начальному периоду оценки осуществляется с использованием процедуры дисконтирования.

Дисконтирование денежных потоков при обосновании кондиций осуществляется по ставке дисконтирования, приемлемой для инвестора (при соответствующем документальном обосновании). При отсутствии документального обоснования ставки дисконтирования обычно принимаются равными 10 и 15%, а при обосновании эксплуатационных кондиций расчеты осуществляются, как правило, без дисконтирования или в соответствии с условиями кредитования.

Чистый дисконтированный рентный доход для переменной нормы дисконтирования (E) вычисляется как сумма приведенных к начальному этапу оценки всех доходов и эффектов от эксплуатации месторождения за счетный период. Величина дохода рассчитывается по формуле:

$$R_i = (\prod K_i^T R_i^T - \prod K_i^3 R_i^3 \pm \pm \prod K_i^c R_i^c + R_i^\Pi - \prod K_i^p R_i^p), \quad (7)$$

где R_i^T — экономическая оценка или рентный доход; R_i^3 — экономико-экологическая оценка (экологический эффект); R_i^c — экономико-социальная оценка (социальный эффект); R_i^Π — дополнительный эффект от пространственной

организации производства за счет неучтенных факторов; R_i^p — недополучение рентного дохода в условиях неопределенности и риска; $\prod K_i^T$, $\prod K_i^3$, $\prod K_i^c$, $\prod K_i^p$ — соответственно, произведение пространственных коэффициентов, учитывающих экономические, экологические, социальные факторы, а также факторы риска.

Значения коэффициентов определяются расчетным способом на основе показателей работы действующих горных предприятий или экспертным путем.

Показатель суммарного рентного дохода равен:

$$R_i^T = \sum_j^n \sum_i^T (Z_{ijt} Q_{ijt} - S_{ijt} - H_{ijt} - \Pi_{ijt}^a + R_{ijt}^{dl} - S_{ijt}^T - K_{ijt}) \times \times g_i^t,$$

где Z_{ijt} — цена, замыкающие или компенсационные затраты при i -м варианте освоения за единицу j -ой продукции в t -м году; Q_{ijt} — объем произведенной j -ой товарной продукции при i -м варианте освоения в t -м году; S_{ijt} — текущие затраты на производство j -й товарной продукции при i -м варианте освоения в t -м году, включая затраты на реабилитацию нарушенной и загрязненной территории, амортизационных отчислений в части реноваций, транзакционные издержки; H_{ijt} — годовая сумма всех видов налогов, сборов и платежей, в т. ч. за природные ресурсы, включая абсолютную ренту; Π_{ijt}^a — предпринимательский доход от дополнительного вложения капитала в освоение МР; R_{ijt}^{dl} — дифференциальная рента II рода [14]; S_{ijt}^T — транзакционные издержки; K_{ijt} — капитальные вложения в t -м году; g_i^t — коэффициент учета фактора времени (коэффициент дисконтирования).

$$R_i^3 = R_i^a + R_i^b + R_i^6 + R_i^{3c},$$

где R_i^a — величина потерь ренты вследствие ухудшения качественного состояния или изъятия рыбо-лесо-сельскохозяйственных угодий; R_i^b — величина потерь рентного дохода вследствие ухудшения качественного состояния водных источников или их потери; R_i^6 — величина потерь рентного дохода вследствие ущерба, нанесенного природным экосистемам рассчитывается с учетом ассимиляционного потенциала; R_i^{3c} — величина потерь рентного дохода вследствие отрицательного воздействия горного предприятия на социальную среду и населения за счет ухудшения экологических факторов.

Расчетные формулы для определения указанных показателей даны в работах и инструктивно-методических материалах [9, 10, 11].

R_i^c — величина потерь рентного дохода от отрицательного воздействия горного предприятия на социальную сферу и население за счет ухудшения неэкологических факторов (сокращение рабочих мест, чрезвычайные происшествия, ликвидация горного предприятия и т. п.).

Указанные виды потерь рентного дохода определяются по аналогии с действующими предприятиями, имеющими схожие горно-геологические условия и технологию работ.

Если величина чистого дисконтированного дохода положительная, освоение месторождения экономически эффективно. В указанной формуле в конце последнего (T -го) шага должна учитываться реализация активов при ликвидации (завершение отработки месторождения) производства.

Для расчета современной стоимости будущих денежных потоков, индекса доходности,

внутренней нормы доходности и срока окупаемости проекта можно воспользоваться формулами известной методики [9].

Недополучение рентного дохода, связанного с неопределенностью и рисками, можно рассчитать по методикам, изложенным в специальной литературе [3].

По вышеизложенной методике была проведена оценка минеральных ресурсов при реализации стратегии развития минерально-сырьевой базы Приполярного Урала. Данная стратегия предусматривала в рамках парадигмы пространственного недропользования создание горнопромышленного кластера (ГПКл), состоящего из двух подкластеров — угольного и рудного. Экономический эффект за весь период функционирования ГПКл с учетом экологического фактора составил 15,9 млрд руб., а финансовый (бюджетный) эффект — 2,6 млрд руб. Эти цифры убедительно иллюстрируют эффективность пространственной организации горнопромышленного производства.

Список источников

1. Астахов А. С. Геоэкономика. Системная экономика промышленного недропользования. — М.: ООО «МИГЭК», 2004. — 488 с.
2. Атаманова Е. А. Экономические аспекты пространственного недропользования // Экономика региона. — 2008. — №4(16). — С. 256-261.
3. Дергачев А. Л., Швец С. М. Оценка эффективности инвестиций в добычу полезных ископаемых. — М.: ООО «Геоинформмарк», 2004. — С. 111-118.
4. Игнатьева М. Н., Литвинова А. А., Косолапов О. В. Экономическая оценка экологических последствий освоения минеральных ресурсов // Известия вузов. Горный журнал. — 2012. — №7. — С. 13-16.
5. Игнатьева М. Н., Литвинова А. А., Логинов В. Г. Методический инструментарий экономической оценки последствий, обусловленных воздействием горнопромышленных комплексов на окружающую среду. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2010. — 168 с.
6. Кривцов А. И. Проблемы минерально-сырьевого обеспечения сбалансированного развития экономики России. Минеральные ресурсы России // Экономика и управление. — 2006. — №2. — С. 44-52.
7. Кузнецов Б. Л. Синергетика в экономике и управлении: сб. научных трудов. — Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2002. — 245 с.
8. Лебедев Ю. В. Оценка лесных экосистем в экономике природопользования. — Екатеринбург: УрО РАН, 2011. — 575 с.
9. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. — М.: ОАО НПО «Изд-во „Экономика“», 2000. — 421 с.
10. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). — М.: ГКЗ, 2007. — 50 с.
11. Методические указания к экологическому обоснованию проектов разведочных кондиций на минеральное сырье. — М.: ГКЗ, 1995 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sm-consulting.ru/nakt/m1995.html>
12. Мунн Р. Е. Вторжение в природную среду. Оценка воздействия. Основные положения и методы : пер. с англ. — М.: Прогресс, 1983. — 192 с.
13. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. — М.: Мир, 1979. 512 с.
14. Пахомов В. П., Атаманова Е. А. Горная рента. Теоретико-методологический аспект // Журнал экономической теории. — 2012. — №4. — С. 39-46.
15. Пахомов В. П., Атаманова Е. А. Теоретико-методологические основы пространственного недропользования. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2011. — 206 с.
16. Пахомов В. П., Атаманова Е. А. Эколого-экономическая оценка россыпных месторождений золота с использованием имитационной модели // Экономика природопользования. — 2011. — №5. — С. 54-63.
17. Пахомов В. П., Такташкин Б. А., Атаманова Е. А. Стратегия хозяйственного освоения малоизученных территорий Уральского Севера. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2011.
18. Хакен Г. Синергетика. — М.: Мир, 1980. — 404 с.

Информация об авторах

Пахомов Вячеслав Петрович (Екатеринбург, Россия) — доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: pahomsla@mail.ru).

Атаманова Елена Александровна (Екатеринбург, Россия) — ведущий экономист, соискатель, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: elataman@mail.ru).

V. P. Pakhomov, Ye. A. Atamanova

Complex assessment of mineral resources in the conditions of spatial subsurface use

In article the authors suggest to apply a system-synergetic approach to a complex assessment of mineral resources within methodology of spatial subsurface use. This approach will allow considering the factors arising in modern world economic space under the influence of processes of internationalization, integration and globalization. Authors give methodical tools of a complex assessment of mineral resources taking into account social, ecological and spatial factors in the conditions of uncertainty. Such estimate is expedient to carry out at all stages of prospecting works, including the earliest stages. At finishing stages of prospecting works, it is necessary to carry out an assessment of efficiency of the investment project on development of mineral resources, including estimates of the budgetary efficiency and efficiency of participation in the project of the enterprises and shareholders.

Keywords: mineral resources, complex assessment, spatial subsurface use, efficiency of the investment project

References

1. Astakhov A. S. (2004). Geoekonomika. Sistemnaya ekonomika promyshlennogo nedropolzovaniya [Goeconomy. System economy of industrial subsoil use]. Moscow, ООО «MIGEK» [Ministry of Economic Development of the Russian Federation], 488.
2. Atamanova Ye. A. (2008). Ekonomicheskiye aspekty prostranstvennogo nedropolzovaniya [Economic aspects of spatial subsoil use]. Ekonomika regiona [Economy of Region], 4(16), 256-261.
3. Dergachev A. L., Shvets S. M. (2004). Otsenka effektivnosti investitsiy v dobychu poleznykh iskopaemykh [Assessment of efficiency of investments into mining]. Moscow, ООО «Geoinformmark» [Ltd. Geoinform], 111-118.
4. Ignatyeva M. N., Litvinova A. A., Kosolapov O. V. (2012). Ekonomicheskaya otsenka ekologicheskikh posledstviy osvoineniya mineralnykh resursov [Economic assessment of ecological consequences of development of mineral resources]. Izvestiya vuzov. Gornyy Zhurnal [News of Higher Education Institutions. Mountain magazine]. 7, 13-16.
5. Ignateva M. N., Litvinova M. N., Loginov V. G. (2010). Metodicheskiy instrumentariy ekonomicheskoy otsenki posledstviy, obuslovlennykh vozdeystviyem gornopromyshlennykh kompleksov na okruzhayushchuyu sredu [Methodology of economic assessment of the consequences caused by impact of mining complexes on environment]. Yekaterinburg, Institut ekonomiki UrO RAN [Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Science], 168.
6. Krivtsov A. I. (2006). Problemy mineralno-syrevogo obespecheniya sbalansirovannogo razvitiya ekonomiki Rossii. Mineralniye resursy [Issues of mineral and raw ensuring of balanced development of Russia economy. Mineral resources of Russia]. Ekonomika i upravleniye [Economy and management], 2, 44-52.
7. Kuznetsov B. L. (2004). Sinergetika v ekonomike i upravlenii: sb. nauchnykh trudov [Synergetics in economy and management: proceedings]. Naberezhnyye Chelny, Izd-vo KamPI [Publ. Kamsk polytechnical institute], 245.
8. Lebedev Yu. V. (2011). Otsenka lesnykh ekosistem v ekonomike prirodopolzovaniya [Assessment of forest ecosystems in environmental management economy]. Yekaterinburg, UrO RAN [Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Science], 575.
9. Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh projektov [Methodical recommendations on assessment of efficiency of investment projects]. (2000). Moscow, OAO NPO Izd-vo «Ekonomika» [JSC NPO Ekonomika publishing house.], 421.
10. Metodicheskiye rekomendatsii po tekhniko-ekonomicheskomu obosnovaniyu konditsiy dlya podscheta zapasov mestorozhdeniy tverdykh poleznykh iskopaemykh (krome ugley i goryuchikh slantsev) [Methodical recommendations on the feasibility study of conditions for calculation of reserve calculation of deposit of solid minerals (except coals and kerosene shale)]. (2007). Moscow, GKZ [State committee for reserves], 50.
11. Metodicheskiye ukazaniya k ekologicheskomu obosnovaniyu projektov razvedochnykh konditsiy na mineralnoye syryo [Methodical instructions to ecological justification of projects of prospecting standards on mineral raw materials]. (1995). Moscow, GKZ, [State committee for reserves]. Available at: <http://www.sm-consulting.ru/nakt/m1995.html>
12. Munin R. Ye. (1983). Vtorzheniye v prirodnyuyu: per. s angl. Otsenka vozdeystviya. Osnovnyye polozheniya i metody: per. s angl. [Invasion into environment. An assessment of the impact. Fundamental principles and methods: translation from English]. Moscow, Progress, 192.
13. Nikolis G., Prigozhin I. (1979). Samoorganizatsiya v neravnovestnykh sistemakh: ot dissipativnykh struktur k uporyadochenosti cherez fluktatsii [Self-organization in nonequilibrium systems (from dissipative structures to order through fluctuations)]. Moscow, Mir, 512.
14. Pakhomov V. P., Atamanova Ye. A. (2012). Gornaya renta. Teoretiko-metodologicheskii aspekt Mining rent . Methodological aspect]. Zhurnal ekonomicheskoy teorii [Journal of Economic Theory], 4, 39-46.
15. Pakhomov V. P., Atamanova Ye. A. (2011). Teoretiko-metodologicheskiye osnovy prostranstvennogo nedropolzovaniya [Methodological bases of spatial subsoil use]. Yekaterinburg, Institut ekonomiki UrO RAN [Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Science], 206.

16. *Pakhomov V. P., Atamanova Ye. A.* Ekologo-ekonomicheskaya otsenka rossypnykh mestorozhdeniy zolota s ispolzovaniyem imitatsionnoy modeli [Ecological and economic assessment of gold-bearing placer with use of imitating model]. *Ekonomika prirodopolzovaniya* [Economics Of Nature Use], 5, 54-63.

17. *Pakhomov V. P., Taktashkin B. A., Atamanova Ye. A.* (2011). Strategiya khozyaystvennogo osvoeniya maloizuchennykh territoriy Uralskogo Severa [Strategy of economic development of the low-studied territories of the Ural North]. Yekaterinburg, Institut ekonomiki UrO RAN [Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Science].

18. *Khaken G.* (1980). Sinergetika [Synergetics], Moscow, Mir, 404.

Information about the authors

Pakhomov Vyacheslav Petrovitch (Yekaterinburg, Russia) — Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher, Institute of Economics, the Ural Branch of Russian Academy of Sciences (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya st., 29, e-mail: pahomsla@mail.ru).

Atamanova Yelena Aleksandrovna (Yekaterinburg, Russia) — Leading Economist, PhD applicant, Institute of Economics, the Ural Branch Russian Academy of Sciences (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya st., 29, e-mail: elataman@mail.ru)