

ЧАСТИНА 2. ПРИРОДНОРЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТЕРИТОРІЙ ТА ЙОГО РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ

УДК 551.24

*А.А. Пешков, Н.А. Мацко,
М.Ю. Харитоновна*

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ТЕМПОВ РОСТА СЫРЬЕВОГО СЕКТОРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОСТУПНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

*Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Москва,
Российская Федерация*

В статті викладені імовірності підходи до оцінки доступності родовищ корисних копалин. З використанням цих підходів розроблена модель оцінки темпів зростання мінерально-сировинного сектора з урахуванням стану сировинної бази, процесів вибуття та уведення нових потужностей. Розглянуто вплив науково-технічного прогресу. Наведені результати оцінки імовірних темпів зростання міднорудної галузі Росії.

В статье изложены вероятностные подходы к оценке доступности месторождений полезных ископаемых. С использованием этих подходов разработана модель оценки темпов роста минерально-сырьевого сектора с учетом состояния сырьевой базы, процессов выбытия и ввода новых мощностей. Рассмотрено влияние научно-технического прогресса. Приведены результаты оценки вероятных темпов роста міднорудной отрасли России.

Понятие «доступность ресурсов» (информационных, трудовых, финансовых и др.) обычно имеет два основных значения: состояние готовности к участию в процессе и возможность их использования в виду приемлемости цены. Понятие доступность применительно к минерально-сырьевым ресурсам используется давно и, как правило, отражает трудности, связанные с извлечением запасов и обусловленные неблагоприятным географическим положением ресурсов и горно-геологическими условиями разработки. До последнего времени не существовало строгого научного определения доступности минерально-сырьевых ресурсов, поэтому смысловые границы этого понятия были достаточно размыты.

На основе изучения различных значений слова доступность, включая известные характеристики доступности полезных ископаемых (minerals availability), предложенные Горным Бюро США [1], авторами данной статьи было предложено следующее определение [2]: доступность минеральных ресурсов — это свойство системы «общество —

минеральные ресурсы», характеризующее возможность эффективного и безопасного их использования на основе достигнутого технологического уровня.

Наиболее удобной количественной мерой доступности запасов полезных ископаемых является вероятность их вовлечения в разработку. На вероятность освоения месторождений влияют многие факторы, основными являются объем, качество, состояние запасов, уровень развития технологий добычи и переработки минерального сырья, то есть факторы, определяющие уровень затрат, необходимых для освоения данных ресурсов.

С другой стороны, на доступность запасов влияет цена на минеральные ресурсы, которая отражает уровень потребности общества в данном виде сырья. Кроме того, существует масса других факторов, влияющих на вероятность освоения месторождений. Например, наличие в регионе аналогичных запасов изменяет конкурентоспособность данного месторождения. Существуют также особенности инвестиционного климата и механизмов принятия решений, которые также желательно учитывать при определении вероятности вовлечения месторождений в разработку.

© Пешков А.А., Мацко Н.А.,
Харитоновна М.Ю., 2009

Для оценки влияния основных факторов на доступность запасов был использован подход, основанный на установлении связи между вероятностью освоения месторождений и индексом доходности их разработки. Индекс доходности определялся как отношение фактической цены товарного продукта (C_{ϕ}) к его расчетной цене (C_p), обеспечивающей безубыточное извлечение и переработку минерального сырья:

$$ID = \frac{C_{\phi}}{C_p}, \quad (1)$$

Решение об использовании ресурсов принимается при значениях показателя доступности, превышающих единицу. В некоторых случаях, например для стратегически важных видов сырья или с учетом социальных факторов, могут приниматься решения о разработке недоступных запасов (при $ID < 1$).

В системе «общество – минеральные ресурсы» фактическая цена характеризует потребность в данном виде сырья и его дефицитность и, таким образом, отражает допустимые для общества затраты на извлечение и использование данного вида сырья. В качестве фактических могут быть использованы

$$\frac{P_t \cdot C_{p,t,\tau} - C_t - H_t}{P_t \cdot (1+i)^{t-\tau}} - \sum_{t=\tau}^t \frac{K_t}{(1+i)^{t-\tau} \cdot \sum_{t=1}^T P_t'} \quad (2)$$

где T – срок освоения месторождения, лет; t – год освоения; τ – год оценки доступности запасов (ресурсов), $\tau \leq t$; P_t – объем оцениваемого запаса металла, извлекаемого в t -ом году освоения, т; $C_{p,t,\tau}$ – расчетная цена оцениваемого запаса металла, извлекаемого в t -ом году освоения, на момент оценки τ , (определяется при решении уравнения) дол.; C_t – текущие затраты, необходимые для получения товарной продукции, дол.; H_t – сумма налогов, уплачиваемых в t -ом году, дол.; i – ставка дисконтирования для приведения разновременных затрат к одному моменту оценки τ ; принимается равной 5%; K_t – капитальные вложения в t -ом году, дол.

Значения текущих и капитальных затрат в выражении (2) могут приниматься по фактическим данным, если оценивается доступность оставшихся запасов на действующем горном предприятии, или по проектным данным для оценки доступности запасов нового месторождения. На ранних стадиях оценки месторождений могут быть использованы нормативные модели оценки затрат.

ны цены на мировых сырьевых рынках. При получении из оцениваемых запасов нескольких товарных продуктов фактическая цена может быть рассчитана как средневзвешенная.

Состояние конкретных запасов, их качество, особенности залегания и расположения учитываются расчетной ценой. Расчетная цена характеризует минимальную цену товарного продукта, при которой принимается решение о разработке и использовании данных запасов. Критерии принятия решения о разработке и использовании запасов и ресурсов различны и зависят от стадий освоения запасов и ресурсов и степени их готовности к использованию. Поэтому методы определения их расчетной цены различны. Однако все они основаны на учете предстоящих затрат. Именно эти затраты позволяют оценивать степень готовности запасов к использованию. Кроме того, только эти затраты учитываются при принятии решения о продолжении разработки месторождения.

В общем виде расчетная цена ($C_{p,t,\tau}$) может быть определена при решении уравнения:

Индекс доходности запасов может быть рассчитан с использованием текущей рыночной (spot) цены. Тогда индекс доходности будет изменяться в соответствии с колебаниями значений фактической цены. Эти колебания могут быть весьма значительными. Например, коэффициент вариации среднегодовых значений цены на медь составляет 39,6%. Коэффициент вариации цен на золото достигает 49,3%. При таких колебаниях значений рыночной цены запасы большинства месторождений будут считаться доступными или недоступными в зависимости от момента оценки. В качестве фактической цены в выражении (1) можно использовать среднюю за длительный промежуток времени цену. При этом полученные оценки запасов будут характеризовать их долгосрочную доходность.

В современной практике решение о строительстве горного предприятия принимается на основе технико-экономической оценки проекта, которая, в свою очередь, основывается не на текущих или долгосроч-

ных средних ценах, а на маркетинговых исследованиях и прогнозных ценах.

К сожалению, достаточно достоверных методов прогнозирования цен на минеральное сырье не существует. Для прогнозирования цен обычно используют метод трендов. Иногда используют различные теории волнового развития экономики: теорию длинных волн Н.Д. Кондратьева, инновационную теорию Й. Шумпетера, ценовую теорию У.Ростоу и др. Не обсуждая здесь научную обоснованность такого рода теорий, отметим, что установленные в рамках данных теорий циклы, как правило, характери-

зуются неодинаковой продолжительностью с разбросом 50% и более. Что касается амплитуды, то она не только случайна, но зачастую характеризуется неодинаковыми показателями экономической активности.

Многолетние исследования рядов динамики цен на минеральное сырье, выполненные авторами данной статьи, свидетельствуют о том, что спектры временных рядов изменения цен являются достаточно размытыми (рисунок 1), что указывает на отсутствие преобладающих циклов или на то, что длина периода является случайной величиной.

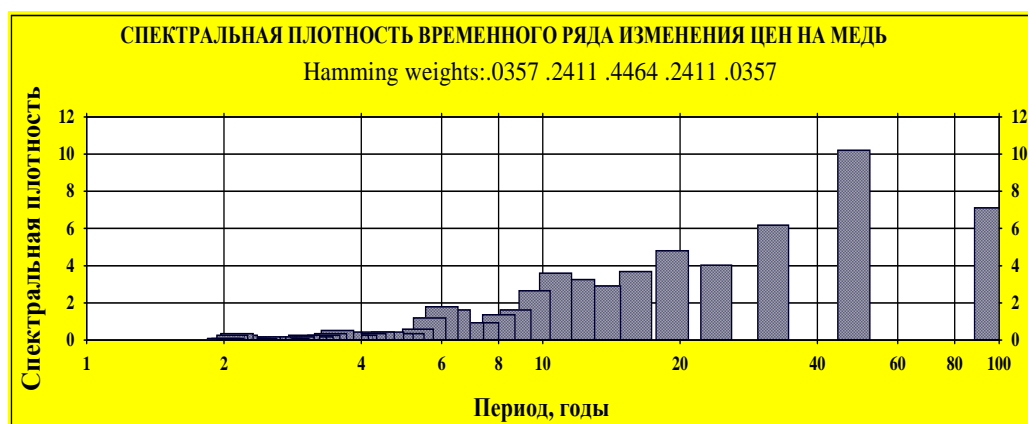


Рисунок 1 - Спектральная плотность временного ряда изменения цен на медь

Аналогичные результаты были получены в работе [3] при изучении цикличности экономических показателей модернизированными методами спектрального анализа.

На основе анализа временных рядов изменения рыночных цен известными статистическими методами не удалось получить устойчивые закономерности, характеризующие влияния изменчивости цен на принятие решений о разработке месторождений полезных ископаемых с различной доступностью. Поэтому была разработана модель для оценки инерционности изменения цен на минеральное сырье. Модель позволяет в зависимости от текущего уровня цены определять сроки, в течение которых цена не снизится с заданной доверительной вероятностью. Эти сроки характеризуют инерционность процесса изменения цен.

Разработанная модель позволяет учесть особенности принятия решений о разработке месторождений. Несмотря на наличие и использование арсенала методов прогнозирования рыночной конъюнктуры, положитель-

ные решения о строительстве нового горного предприятия обычно принимаются в периоды, когда фактическая цена повышается и превышает тот уровень, при котором обеспечивается необходимая эффективность освоения месторождения. Причем для принятия положительного решения о вовлечении в разработку крупных месторождений цена, как правило, должна превышать необходимый уровень в течение 3-5 лет, а для небольших месторождений (со сроком эксплуатации не более 5-7 лет) в течение одного года или нескольких месяцев. Кроме очевидных в данном случае психологических причин, подмеченная особенность принятия решений о вовлечении в разработку месторождений имеет и объективные причины, связанные с наличием временного лага между ростом цены, отражающим повышение спроса на данное минеральное сырье, и увеличением предложения сырья. Такой лаг в горной промышленности в среднем составляет 8-15 лет и объясняется длительностью периодов строительства и ввода в эксплуа-

тацию новых месторождений полезных ископаемых.

В модели оценки инерционности изменения цен используется рассечение временного ряда по оси ординат с помощью индикатрис, отражающих различные уровни текущих цен на металлы. На дальнейших этапах определяются количество и суммарная длительность интервалов времени, в течение которых цена находится на уровне, не ниже текущего. Распределения вероятностей этих

сроков были получены для группы цветных и благородных металлов, и с их помощью построены зависимости, характеризующие инерционность изменения цен на эти металлы.

На рисунке 2 показаны примеры зависимостей, характеризующие инерционность изменения цен на медь и золото. Установлено, что наименее инерционными являются процессы изменения цен на медь, никель, цинк и свинец.

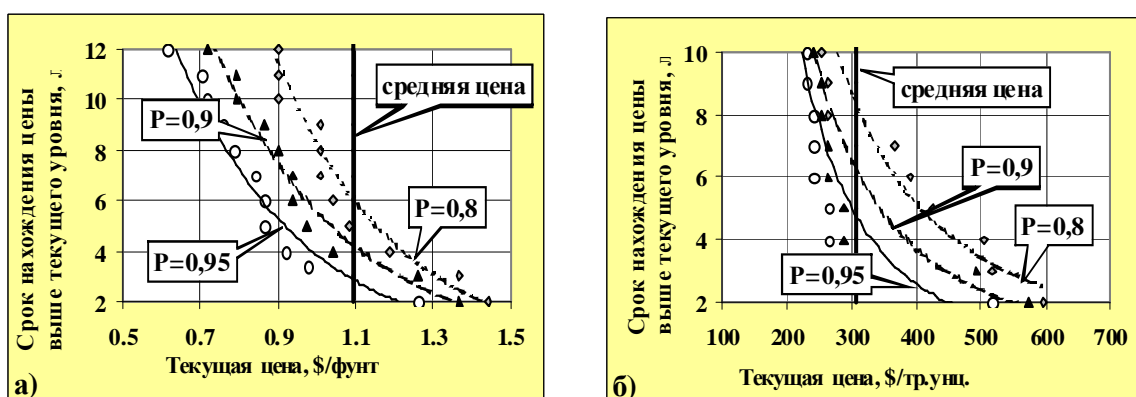


Рисунок 2 - Изменение сроков, в течение которых цена на медь (а) и золото (б) превышает текущий уровень с заданной доверительной вероятностью (P)

Так, например, если текущий уровень цены на медь в какой-либо момент времени превысит среднее значение всего на 10%, то только 2-3 года цена будет выше текущего уровня. После этого она с 90%-й вероятностью снизится. Временные ряды цен на золото, алюминий и олово, напротив, характеризуются высокой инерционностью: тенденции в изменении цены сохраняются дольше. Когда цена на золото превышает среднее значение, она может сохранять тенденцию к росту в течение 4-5 лет. Даже если цена достигает значений, в 1,6-1,8 раз превышающих среднее значение, она с 90%-й вероятностью не упадет ниже достигнутого уровня в течение 2-3 лет.

Разработанный подход для оценки инерционности изменения цен на минеральное сырье, позволяющий с высокой доверительной вероятностью судить о важных особенностях «поведения» цены в зависимости от ее текущего уровня, был использован для учета влияния динамики изменения цен на принятие решения о вовлечении месторождений в разработку и о продолжении эксплуатации запасов действующих горных

предприятий. Были получены зависимости доступности запасов новых месторождений (вероятностей их вовлечения в разработку) от долгосрочной доходности разработки. На рисунке 3, в качестве примеров, показаны зависимости вероятностей вовлечения в разработку запасов новых месторождений меди и золота.

При расчете вероятностей вовлечения запасов новых месторождений в разработку минимальный срок, необходимый для принятия решения о строительстве горного предприятия, в течение которого цена равна или превышает требуемые значения, был принят равным 3 годам, что соответствует практике принятия решений.

В результате моделирования установлено, что долгосрочная доходность разработки запасов цветных металлов, при которой новые месторождения могут быть вовлечены в разработку с 90 %-й доверительной вероятностью, находится в диапазоне 1,2-1,5 и составляет: для меди - 1,4, для никеля - 1,22, для свинца - 1,5, для олова - 1,43, для цинка - 1,3. Долгосрочная доходность разработки запасов золота должна превышать 1,7.

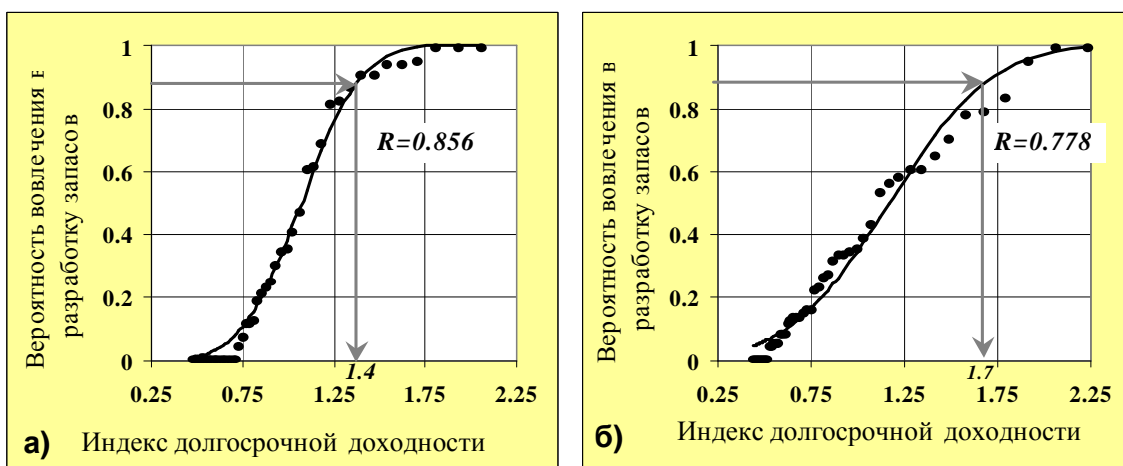


Рисунок 3 - Зависимости вероятностей вовлечения в разработку запасов новых месторождений меди (а) и золота (б) от индекса долгосрочной доходности

Долгосрочная доходность так же, как и текущая доходность, рассчитывается с помощью формулы (1), в числитель которой подставляется средняя фактическая цена за длительный промежуток времени. Для определения длительности промежутков времени, в течение которых необходимо определять среднюю цену, были выполнены специальные исследования. Дело в том, что если среднюю цену определять за слишком продолжительный период времени, то в число ретроспективных данных попадут значения, которые характеризуют устаревший уровень развития техники и технологии освоения месторождений. Поэтому длина периода усреднения данных должна быть минимальной. В то же время, продолжительность данного периода должна быть достаточной, чтобы отражать основные периоды колебания цены.

Исходя из гипотезы о наличии циклов с периодом, являющимся случайной величиной, были исследованы временные ряды цен продолжительностью 100 лет для группы 8 металлов. В результате установлено, что средняя продолжительность цикла для различных металлов изменяется от 4,4 до 7 лет. Для меди, свинца, цинка, никеля, серебра в 90 % случаев длина цикла не превышает 9 лет, для олова и алюминия – 12 лет, а для золота – 14 лет. Эти значения интервалов времени были приняты для оценки долгосрочной средней цены.

Для реализации изложенного подхода к определению доступности запасов необходимы сведения, получаемые при технико-экономической оценке месторождений, и

данные об изменении цен на добываемое сырье в течение длительного промежутка времени. Данный подход не позволяет учесть взаимное влияние разрабатываемых и резервных месторождений, расположенных в пределах отдельных регионов и стран. Для учета взаимного влияния, а также особенностей инвестиционного климата необходим обширный массив статистических данных о сырьевой базе региона, включающих сведения о степени освоенности месторождений.

На основании данных Государственного баланса месторождений полезных ископаемых строятся диаграммы «запас-содержание» по промышленным типам месторождений для данного региона с выделением резервных и находящихся в эксплуатации объектов. На рисунке 4 приведен пример такой диаграммы для меднорудных месторождений России. Поскольку большинство месторождений в качестве попутных компонентов содержат другие цветные и драгоценные металлы, на оси ординат показано эквивалентное содержание меди, которое рассчитывалось с учетом содержания и цены попутных полезных компонентов.

С использованием процедуры логит-регрессии определяется функция принадлежности объектов к классам разрабатываемых и неразрабатываемых, то есть определяется вероятность вовлечения месторождений в разработку (P) в зависимости от размеров запасов и содержания полезных компонентов в руде. Ниже приведена формула для определения вероятности вовлечения месторождений в разработку:

$$P = \frac{\exp(b_0 - b_1 \cdot \alpha + b_2 \cdot S)}{1 + \exp(b_0 - b_1 \cdot \alpha + b_2 \cdot S)} \quad (3)$$

где b_i – коэффициенты модели; α – содержание полезного компонента в руде (для комплексных руд – эквивалентное содержание полезных компонентов), д.ед.; S – запасы руды, тыс.т.

Коэффициенты модели b_0 - b_2 определяются статистически на основе анализа распределения разрабатываемых и неразрабаты-

ваемых месторождений в рамках конкретной региональной сырьевой базы. Полученные вероятности вовлечения месторождений в разработку могут служить оценками доступности запасов, при этом для расчета вероятностей не требуется подробного технико-экономического анализа результатов эксплуатации месторождений.

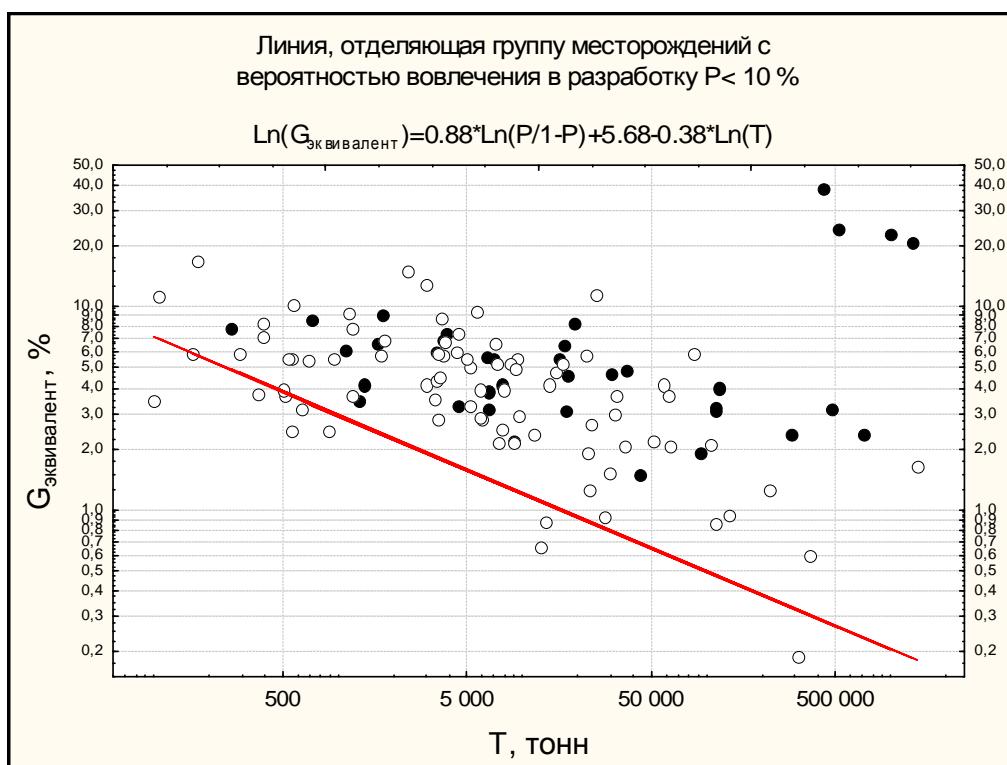


Рисунок 4 - Диаграмма содержание-запас для меднорудных месторождений России

Для сравнения изложенных подходов были проведены исследования по оценке доступности запасов для различных видов сырья и регионов. Рисунок 5 демонстрирует связь между индексом доходности и вероятностями вовлечения месторождений в разработку, установленными с помощью логит-регрессионных моделей.

На рисунке 5а сырьевая база не ограничена рамками какого-либо региона, а зависимость получена для медно-порфировых месторождений мира в целом. В результате теснота связи между доходностью разработки и доступностью запасов невелика. Это объясняется тем, что уровень доходности, при котором месторождения вовлекаются в

разработку в различных регионах и странах, неодинаков. Кроме того, это подтверждает тот факт, что на решения о вовлечении месторождений в разработку влияют не только экономические факторы.

Как следует из рисунка 5а, для обеспечения 90%-й вероятности вовлечения медно-порфировых месторождений в разработку необходимо, чтобы индекс доходности от извлечения запасов находился в пределах 1,2-1,8.

Как было установлено с помощью подхода, основанного на использовании свойств инерционности временных рядов изменения цен, индекс доходности разработки медных месторождений для вовлечения в разработку

с 90%-й вероятностью должен превышать 1,4. Оба подхода дают близкие значения. В то же время, для условий разработки медно-рудных месторождений России, как показано на рисунке 5б, для 90%-й вероятности вовлечения месторождений в разработку необходимый уровень доходности превышает 2,5. Частично это объясняется присутствием в сырьевой базе России уникальных

Норильских месторождений, которые существенно снижают конкурентоспособность других, более бедных, месторождений. Последние, как например, Удоканское месторождение, долгое время остаются в числе резервных. Кроме того, известно, что в России требования бизнеса к доходности проектов значительно выше, чем в других странах.

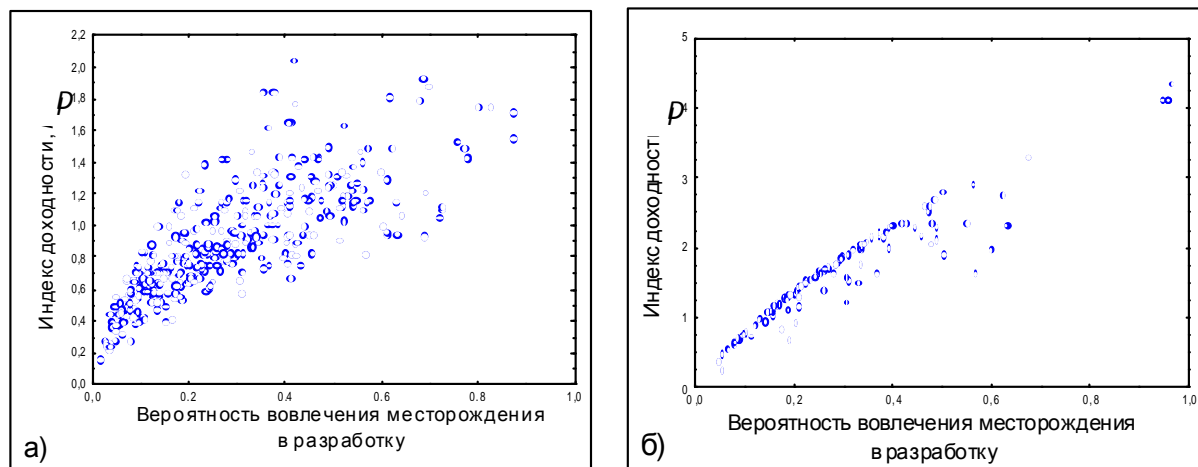


Рисунок 5 - Взаимосвязь индекса доходности и вероятности вовлечения в разработку запасов для минерально-сырьевой базы: а) медно-порфировых месторождений мира; б) медьсодержащих месторождений России

Разработанные вероятностные методы и модели для оценки доступности месторождений позволяют решать различные задачи. В данной статье авторами приводятся результаты применения вероятностного подхода к оценке возможных темпов роста минерально-сырьевого сектора в зависимости от состояния сырьевой базы. Для прогнозирования экономического роста создано множество моделей, основанных на балансе спроса и предложения и, как правило, учитывающих три фактора: капитал, труд и научно-технический прогресс. Основным отличием моделей является способ учета этих факторов. Так, например, существуют классы моделей с представлением научно-технического прогресса в виде эндогенного или экзогенного процессов. Особенностью минерально-сырьевого сектора является зависимость его развития от главного ресурса в виде запасов минерального сырья. Что касается капитала и трудовых ресурсов, то они в данном случае жестко не ограничены. Например, в России в минерально-сырьевом секторе занято всего 11 % промышленного

капитала и 3,2 % от общих трудовых ресурсов. Поэтому возможности роста минерально-сырьевого сектора были исследованы в зависимости от состояния разрабатываемых, наличия резервных месторождений и от доступности их запасов.

Исследования были выполнены применительно к сырьевой базе меднорудных месторождений России. Всего было рассмотрено 117 разрабатываемых и резервных месторождений. Диаграмма запасы-содержание для этих месторождений показана на рисунке 4. В Госбалансе РФ эти месторождения учитываются как меднорудные, хотя на многих из них встречается очень высокое содержание других цветных, редких и благородных металлов. При этом цена на эти попутные металлы, как правило, намного превышает цену меди. Все это, безусловно, влияет на доступность запасов. Поэтому при исследовании возможных темпов роста использовался эквивалентный объем меди, который в стоимостном выражении равен стоимости всех извлекаемых металлов. В результате содержание, эквивалентное меди, в некото-

рых случаях достигало 20-30%, а общий объем извлекаемого в настоящее время эквивалентного металла по расчетам был равен 5,7 млн.т, в то время как по официальным данным добыча меди из недр в 2007 году составляла 0,804 млн.т.

Изменение эквивалентного объема металла было принято в качестве основного показателя роста отрасли. Более корректным показателем является изменение добавленной стоимости. Но подобное упрощение было сделано осознанно с учетом того, что рост в минерально-сырьевом секторе имеет преимущественно экстенсивный характер и, следовательно, определяется ростом объемов добываемого сырья.

Для оценки изменения эквивалентных объемов меди была построена модель, в которой с использованием изложенного выше статистического подхода в зависимости от содержания металла, размеров запасов, взаимного влияния освоения различных запасов были определены вероятности вовлечения в разработку для каждого месторождения сырьевой базы меди. Затем в зависимости от установленных вероятностей были определены вероятные сроки начала разработки месторождений.

$$n = \frac{-\ln(1 - P) - \sqrt{[\ln(1 - P)]^2 - 4\ln\left[\frac{1}{(1 + \delta)^3}\right] \cdot \ln(1 - P_T)}}{\ln\left[\frac{1}{(1 + \delta)^3}\right]}, \quad (5)$$

Вероятный срок вовлечения определялся умножением числа интервалов на 3, так как интервал, в течение которого может быть принято решение, был принят 3 года.

Прирост объемов добычи во времени определялся в зависимости от распределения вероятных сроков вовлечения месторождений в разработку и расчетных значений мощности для резервных месторождений. Мощность по извлекаемым объемам руды рассчитывалась в зависимости от величины запасов по формуле Тейлора:

$$Q = 5 \cdot Z^{0,75}, \quad (6)$$

где Z – размер запасов руды месторождения, т.

Годовая мощность по металлу определялась с учетом извлечения и эквивалентного содержания меди.

Чтобы определить темп роста объемов добычи учитывалось также выбытие разра-

ботываемых месторождений в зависимости от их запасов, эквивалентного содержания меди и производственной мощности. Графики изменения во времени эквивалентных объемов меди, полученные с использованием разработанной модели, показаны на рисунке 6. Сплошной линией на рисунке показано изменение эквивалентных объемов металла без учета действия научно-технического прогресса. Штриховой линией показано изменение объемов с учетом прогресса. Как видно из графика, эти кривые не сильно отличаются. Так возможный средний темп роста объемов на ближайшие 20 лет составляет 1,6% в год с учетом прогресса и 1,5% в год без учета прогресса. Средние темпы роста за 40 лет отрицательны и, соответственно, равны (-0,8%) в год и (-0,9%) в год. Это происходит за счет истощения сырьевой базы меди.

$$(1 - P)^n \cdot \left[\frac{1}{(1 + \delta)^3}\right]^{0,5 \cdot n^2} = (1 - P_T), \quad (4)$$

где P – вероятность вовлечения месторождения в разработку; δ – темп роста вероятности вовлечения месторождения в разработку в результате научно-технического прогресса; P_T – вероятность вовлечения месторождения в разработку в течение вероятного срока (принята равной 0,9); n – число временных интервалов, необходимых для повышения вероятности вовлечения месторождения в разработку до величины P_T .

Число временных интервалов определялось из уравнения (4) в результате решения квадратного уравнения:

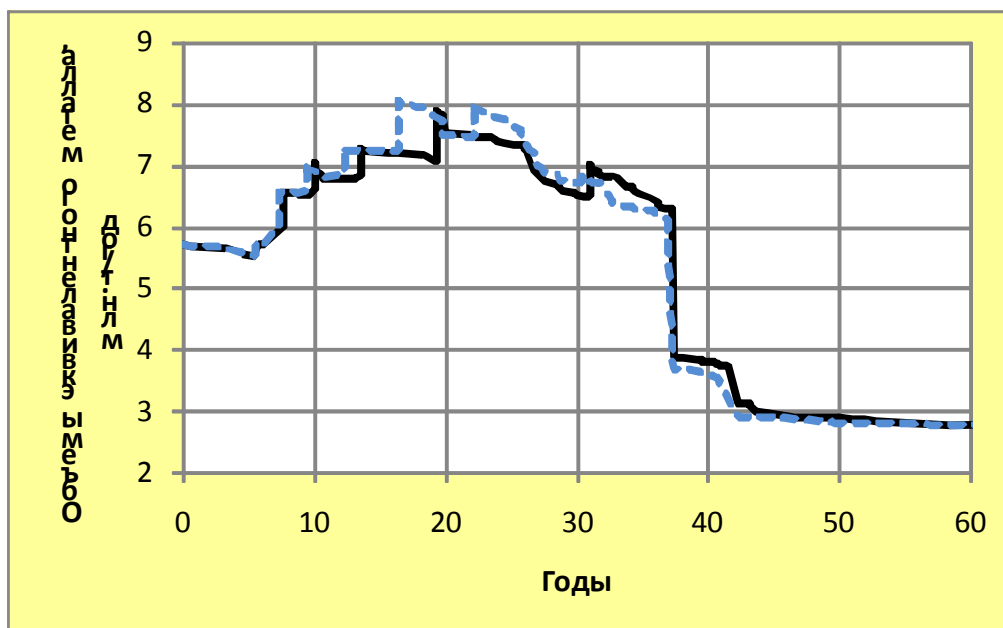


Рисунок 6 - Графики изменения эквивалентных объемов металла с учетом текущего состояния минерально-сырьевой базы меди России, вероятных темпов ввода месторождений в эксплуатацию и выбытия производственных мощностей

Не улучшает ситуацию и научно-технический прогресс, темпы которого в сырьевой отрасли очень низки. Как было установлено авторами, темп снижения затрат на разработку меднорудных месторождений в течение последних 100 лет в мире не превышал 1% в год. Это, конечно, средний темп снижения затрат и повышения доступности запасов. На самом деле изменение технологий происходит крайне неравномерно, серьезные нововведения в сырьевой отрасли происходят раз в 20-30 лет. Это ограничивает возможности интенсивного экономического роста в минерально-сырьевом секторе. Существенный рост в этой отрасли возможен только при развивающейся сырьевой базе, когда постоянно происходит открытие новых месторождений. В рассмотренной задаче этот важный фактор не учитывался, хотя в настоящее время существуют методы для прогнозирования вероятности открытия новых месторождений различ-

ного размера и качества. Такие методы разработаны Геологической службой США и даже реализованы в виде программного продукта. Допущение, сделанное в данной работе, исключающее пополнение сырьевой базы, возможно при истощенных минерально-сырьевых базах, к которым и относится отечественная минерально-сырьевая база меди. Кроме того, в последние 20 лет воспроизводство погашаемых запасов в России почти не осуществлялось.

Таким образом, рассмотренные вероятностные подходы к определению доступности позволяют осуществлять экспресс-оценку месторождений на предпроектных стадиях, осуществлять мониторинг региональных сырьевых баз, изучать влияние освоения одних месторождений на вовлечение в разработку других месторождений. Кроме того, имеется возможность решать различные задачи, связанные с прогнозированием развития сырьевых отраслей.

Результаты исследований, приведенные в данной статье, получены при финансовой поддержке РГНФ (грант 07-02-00038а).

Перечень ссылок

1. An Appraisal of Minerals Availability for 34 Commodities. – US Department of the Interior, Bureau of Mines. – 1987. – Bulletin 692. – 300 p.

2. Пешков А.А., Мацко Н.А. Доступность минерально-сырьевых ресурсов. – М.: Наука, 2004. – 321 с.
3. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Том 2: Циклическая динамика в природе и обществе. – М.: Научный мир, 1998. – 432 с.

A.A. Peshkov, N.A. Matsko, M.Yu. Kharitonova **THE RATING OF POSSIBLE RATES OF GROWTH OF RAW MATERIAL SECTOR DEPENDING ON AVAILABILITY OF MINERAL RESOURCES**

Institute of problems of complex development of entrails of RAN, Moscow

The probabilistic approaches to a rating of availability of mineral deposits are shown. Using of these approaches the model of a rating of rates of growth of mineral-raw sector is developed according to the status of raw base, processes of leaving and input of new capacities. The influence of scientific and technical progress is considered. The results of a rating of probable rates of growth of copper ore branch of Russia are given.

*Надійшла до редколегії 17 червня 2009 р.
Рекомендовано членом редколегії докт.техн.наук, професором Т.І. Долговою*