УДК 553.042

М.М.ОМЕЛЬЧЕНКО, *канд. геол.-минерал. наук, доцент, omom22@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

M.M.OMELCHENKO, *PhD in geol. & min. sc., assistant professor, omom22@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА СТАДИИ МЕЛКОМАСШТАБНЫХ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рассматриваются вопросы геолого-экономической оценки полезных ископаемых на стадии мелкомасштабных поисков месторождений. Предлагаемые инновационные механизмы позволяют оперативно проводить оценку ресурсов в пределах исследуемой площади для любых участков, размеры и положение которых определяется геологическими или экономическими требованиями. Предложены принципы оценки инвестиционной привлекательности выявленных ресурсов.

***Ключевые слова*:** полезные ископаемые, ресурсы, геолого-экономическая оценка.

INNOVATIVE MECHANISMS GEOLOGICAL AND EKONOMIC ASSESSMENT OF MINERALS AT THE STAGE OF SMALL-SCALE SEARCHES OF FIELDS

Questions of a geologo-economic assessment of minerals at a stage of small-scale searches of fields are considered. Offered innovative mechanisms allow to carry out operatively an appraisal of resources within the studied area for any sites, the sizes and which situation is defined by geological or economic requirements. Principles of an assessment of investment appeal of the revealed resources are offered.

***Key words*:** minerals, resources, geologo-economic assessment.

Геолого-экономическая оценка ресурсов полезных ископаемых – необходимый этап в определении оптимальных темпов воспроизводства их запасов. Разработка методики оценки ресурсов и запасов позволяет улучшить обоснование проектно-плановых решений при подготовке и эксплуатации запасов месторождений, однако многие вопросы остаются дискуссионными.

Оценка ресурсов выявленных полезных ископаемых (геологический аспект) базируется на положениях классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. В соответствии с этими положениями на поисковых этапах в обязательном порядке определяются прогнозные ресурсы категорий P_2 и P_3.

Прогнозные ресурсы категории P_2 учитывают возможность обнаружения в бассейне, рудном районе, узле, поле новых месторождений полезных ископаемых, предполагаемое наличие которых основывается на положительной оценке выявленных при геологической съемке и поисковых работах проявлений полезного ископаемого, а также геофизических и геохимических аномалий, природа и возможная перспективность которых установлены единичными выработками.

Количественная оценка ресурсов, представления о размерах предполагаемых ме-

сторождений, минеральном составе и качестве руд основываются на аналогиях с известными месторождениями того же формационного (генетического) типа. Прогнозные ресурсы оцениваются до глубин, доступных для эксплуатации при современном и возможном в ближайшей перспективе уровне техники и технологии разработки месторождений.

Прогнозные ресурсы категории P_3 учитывают лишь потенциальную возможность открытия месторождений того или иного вида полезного ископаемого на основании благоприятных магматических, стратиграфических, литологических, тектонических и палеогеографических предпосылок, выявленных в оцениваемом районе при средне- и мелкомасштабном региональном геологическом изучении недр, дешифрировании космических снимков, а также при анализе результатов геофизических и геохимических исследований. Количественная оценка прогнозных ресурсов производится комплексно. При этом используются существующие на момент оценки требования к качеству и технологическим свойствам полезных ископаемых аналогичных месторождений с учетом возможных изменений этих требований в ближайшей перспективе.

Экономическая оценка ресурсов (экономический аспект) при мелкомасштабных поисках представляет собой достаточно трудную задачу, поскольку оценка ресурсов проводится без привязки к конкретным объектам по предположительным параметрам на основе аналогии с более изученными районами, площадями, бассейнами, где имеются разведанные месторождения того же генетического типа. В первую очередь, это относится к методам учета фактора времени, затрат на освоение, влияния возможного изменения параметров кондиций по сравнению с аналогичными месторождениями, что в конечном итоге повлияет на определение замыкающих затрат и ценности конечной продукции, на оценку суммарного народнохозяйственного эффекта в условиях риска и неопределенности.

Экономическую оценку на данном этапе можно провести только качественно по отдельным критериям: народнохозяйственное значение выявленного полезного ископаемого; развитость горно-рудной базы на данное полезное ископаемое в рассматриваемом регионе; наличие свободной рабочей силы, развитость транспортной инфраструктуры; мировой уровень стоимости конечного продукта и т.д. Для оценки можно выбрать 3-градацинную шкалу (низкое, среднее, высокое) или 5-градационную (низкое, ниже среднего, среднее, выше среднего, высокое). Качественные оценки могут быть преобразовать в количественные (от 1 до 3 в первом случае и от 1 до 5 во втором). Сумма оценок по всем рассматриваемым критериям отнесенная к сумме максимально возможных, и будет отражать экономическую (инвестиционную) привлекательность выявленных ресурсов. При 5-градационной шкале коэффициент меняется в диапазоне от 0,2 до 1,0. Значения 0,8 и выше позволяют рассматривать выявленные запасы как весьма перспективные для дальнейшего освоения; такие участки могут быть рекомендованы для проведения работ последующих стадий.

Оценкой нового объекта при поисковых работах служат подсчитанные на целесообразную глубину прогнозные ресурсы металла Q'_H. Такие подсчеты допустимы только после геологического осмотра участка на местности, в результате которого устанавливаются генетический тип и условия залегания выявленного оруденения, и выполняются, как правило, по геохимическим данным. В основу оценки прогнозных ресурсов металла по геохимическим данным положена пропорциональная зависимость между продуктивностью коренного оруденения $P_р$ и продуктивностью литохимических потоков рассеяния $\sum P_i$. Для относительно крутопадающих (не горизонтальных) рудных объектов это позволяет оценку $P_р$ распространить до обоснованно выбранной глубины H согласно зависимости*

* *Соловов А.П.* Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. М., 1985, 294 с.

Solovov A.P. Geochemical methods of searches of mineral deposits: The textbook for higher education institutions. Moscow, 1985, 294 p.

$$Q'_H = \frac{1}{k'}\frac{1}{40}H\Sigma P_i,$$

где $k' \geqslant 1{,}0$ – коэффициент пропорциональности, определяемый из опыта работ (в большинстве случаев, без особого ущерба может быть принят за единицу). Деление на 40 отвечает переходу от квадратных «метропроцентов» к тоннам металла. Продуктивность литохимического потока рассеяния в любой точке исследуемого водотока

$$P_{xi} = S_{xi}\,(C_{xi} - C_{\phi i}),$$

где C_{xi} – содержание металла в русловых отложениях в i-й точке с площадью бассейна водосбора S_{xi}; $C_{\phi i}$ – фоновые концентрации металла в исследуемых русловых отложениях.

В соответствии с теорией формирования идеального потока рассеяния*, при отсутствии поступления рудного вещества в водоток, продуктивность литохимического потока рассеяния неизменна вплоть до устьевой части водотока. Поэтому оценка продуктивности по двум-трем пробам в устьевой части водотока однозначно характеризует все рудные объекты, размещенные в пределах рассматриваемого бассейна.

Потоки рассеяния, связанные с обширным по площади рудным участком, могут развиваться в нескольких смежных руслах. Общую продуктивность такой группы потоков рассеяния определяет сумма продуктивностей независимых потоков с учетом последовательного слияния русел со значениями P_i. Показатель $P_{\text{общ}} = \sum P_i$ (здесь i – число таких независимых потоков) характеризует уже не отдельное русло, а конкретный рудный объект или сумму объектов, образовавших потоки рассеяния в смежных руслах.

Расчет общей продуктивности потоков рассеяния $P_{\text{общ}}$ сопряжен с трудностью оценки площади бассейна водосбора S_i для устьевых точек отдельных водотоков. Эта площадь может меняться в больших пределах, что не позволяет оперативно изменять контуры расчетной площади для оценки ресурсов. Исключить влияние этого параметра можно при следующих допущениях:

1) величина площади бассейна водосбора для всех точек на рабочей (отчетной) карте является величиной постоянной;

2) на карту выносятся фактически наблюдаемые значения содержаний элементов;

3) фоновые содержания принимаются равными кларкам геологических образований, имеющих преобладающее распространение на рассматриваемой площади.

Постоянство площади бассейна водосбора на точку отбора пробы обеспечивается либо разрежением сети, как это показано на рисунке, либо проведением геохимической съемки по заранее подготовленной сети наблюдений.

При таких условиях в формуле расчета суммарной продуктивности потоков рассеяния ($P_{\text{общ}} = \sum P_i$) площадь S_x может быть вынесена за пределы суммы. Тогда

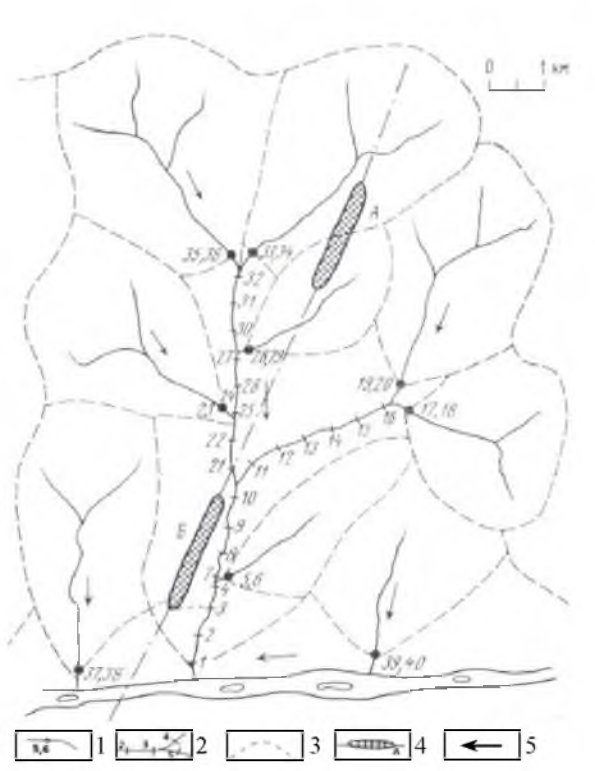


Рис.1.Пример разрежения сети отбора проб при подготовке материалов для экспресс-оценки ресурсов полезных ископаемых

1-5 – точки отбора проб: устьевые сдвоенные, рядовые; водоразделы; рудные объекты; направление стока

* *Соловов А.П.* Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. М., 1985, 294 с.

Solovov A.P. Geochemical methods of searches of mineral deposits: The textbook for higher education institutions. Moscow, 1985, 294 p.

Расчет ресурсов и масштаба оруденения золота и меди в контурах I -IV

Контур	Площадь, м^2	Золото		Медь	
		Ресурсы, т	n	Ресурсы, т	n
I	500	8,0	7,2	170	4,7
II	200	6,4	7,1	68	4,3
III	30	5,3	7,0	8	3,4
IV	200	0,005	4,0	755	5,4

$$\sum P_i = S_x \sum (C_i - C_ф).$$

Если вынести за пределы суммы и число точек в контуре расчета (m), то формула приобретает конечный вид

$$\sum P_i = S_x m \left(\frac{\Sigma C_i}{m} - \frac{\Sigma C_ф}{m} \right)$$

или

$$\sum P_i = S_{общ} (C_{ср} - C_ф).$$

Таким образом, для оценки прогнозных ресурсов на карту фактического материала наносится расчетный контур, оценивается площадь контура и среднеарифметическое содержание элемента в процентах по всем точкам, попавшим в расчетный контур, и затем с учетом кларка элемента $C_к$ и расчетной прогнозной глубины оруденения H, выраженной в метрах, определяется величина прогнозных ресурсов в тоннах:

$$Q'_H = \frac{1}{k'} \frac{1}{40} H S_{общ} (C_{ср} - C_к).$$

Для оценки масштаба оруденения может быть использована зависимость, предложенная в работе Е.М.Квятковского*,

$$Q'_H = 10^n C_к,$$

где n – показатель масштаба оруденения; $n = 6$ – мелкое месторождение; $n = 7$ – среднее, $n = 8$ – крупное.

Предлагаемые механизмы оценки природных ресурсов позволяют проводить такую оценку в пределах произвольно выбираемых расчетных контуров любых размеров и формы. Расчетные контуры можно оперативно уменьшать (или увеличивать), уточняя местоположение оцененных ресурсов, привязывать рассчитанные ресурсы к каким-либо геологическим образованиям или структурам или ориентироваться на экономические факторы: освоенность территории, экономический потенциал, наличие производственно-транспортной инфраструктуры, обеспеченность трудовыми ресурсами и т.д.

В качестве иллюстрации приведем результаты оценки ресурсов золота и меди на участке геохимической съемки масштаба 1:100 000 в одном из районов Южной Якутии. Площадь съемки 1500 м^2. После разрежения сети в соответствии с принципами, представленными на рисунке, площадь водосбора на точку опробования составила 4-5 м^2, что соответствует масштабу съемки 1:200000. Для расчетов выбраны четыре контура:

• контур I площадью 500 м^2 на левобережье крупной реки на всем изученном отрезке этой реки (примерно 50 км);

• контур II площадью 200 м^2, размещенный в пределах контура I на участке широкого распространения участков старательской добычи золота из золотоносных россыпей;

• контур III площадью 30 м^2, размещенный в пределах контура II на участках развития специфических геологических образований – «диафторитов»;

• контур IV площадью 200 м^2 в пределах 10-километровой зоны влияния действующей автомагистрали федерального значения.

Результаты расчетов сведены в таблицу. Для оценки масштабов возможного оруденения, в соответствии с формулой $Q'_H = 10^n C_к$, кларки элементов приняты следующими: для золота 5 ppb ($5 \cdot 10^{-7}$ %), для меди 30 ppm ($3 \cdot 10^{-3}$ %).

* *Квятковский Е.М.* Литохимические методы поисков эндогенных рудных месторождений. Л., 1977. 190 с.

Kvyatkovsky E.M. Litokhimichesky methods searches of endogenny ore fields. Leningrad, 1977. 190 p.

Как видно из представленных материалов, сокращение площади оценки в 2,5 раза (контуры I и II) практически не сказывается на оценке ресурсов золота, что позволяет говорить о том, что установленные ресурсы золота, соответствующие по масштабу оруденения среднему по запасам месторождению (коэффициент $n = 7$), размещены именно в нижней (по течению) части реки в зоне широкого развития золотоносных россыпей (ныне отработанных). Для меди ресурсы уменьшаются пропорционально уменьшению площади оценки и по масштабам оруденения ($n = 4{,}3 \div 4{,}7$) соответствуют рассеянной рудной минерализации. Расчет ресурсов золота в контуре III позволяют говорить о том, что наблюдаемые ресурсы связаны именно с золотоносными породами – «диафторитами». Учитывая небольшие размеры расчетного контура (30 км^2) и близость к действующей федеральной автодороге (50-70 км), этот объект представляет несомненный интерес для дальнейшего изучения. Ресурсы меди в пределах контура III незначительны и интересны лишь с позиций геологического изучения объекта.

Инвестиционная привлекательность всех трех рассмотренных участков в отношении ресурсов золота достаточно высока: народнохозяйственное значение полезного ископаемого – 5, развитость горно-рудной промышленности – 5, мировая цена полезного ископаемого – 5, развитость транспортной инфраструктуры – 4, наличие свободной рабочей силы – 3. Общий коэффициент 0,82.

Расчет ресурсов золота в контуре IV ($n = 4$) свидетельствует о рассеянной минерализации и промышленного интереса не представляет. Для меди в этом контуре ресурсы существенно выше: $n = 5{,}4$, что соответствует рудопроявлению по классификации, приведенной в работе*. Однако, учитывая реалии хозяйственного освоения рассматриваемой территории, такие объекты интереса не представляют. Последнее отражает и коэффициент инвестиционной привлекательности для ресурсов меди, равный 0,44.

* *Квятковский Е.М.* Литохимические методы поисков эндогенных рудных месторождений. Л., 1977. 190 с. *Kvyatkovsky E.M.* Litokhimichesky methods searches of endogenny ore fields. Leningrad, 1977. 190 p.