Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
том XC, 1981 г.

УДК 338.525:550.8

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Н.В.ПАШКЕВИЧ

Несмотря на большое количество работ, посвященных вопросам экономической эффективности геологоразведочных работ (ГРР) проблема эта далека от окончательного решения. Анализ отечественных и зарубежных публикаций показывает, что единое мнение относительно самого понятия экономическая эффективность ГРР, его основных показателей и способа их оценки среди геологов и экономистов в настоящее время отсутствует.

Чаще всего экономическая эффективность ГРР выражается дробью, в числителе которой потенциальная ценность разведанных полезных ископаемых, а в знаменателе затраты на их разведку [2]. Иногда с этой же целью используется обратное соотношение. Таким образом, в самом общем виде намечаются два основных направления по повышению экономической эффективности ГРР: снижение затрат на проведение этих работ и увеличение потенциальной ценности выявляемых объектов.

Снижение затрат на ГРР, в свою очередь, может быть достигнуто за счет уменьшения стоимости основных видов этих работ и сокращения их объемов.

Снижение стоимости основных видов ГРР возможно при улучшении их техники и технологии, правильном подборе и расстановке кадров, выборе наиболее рациональных транспортных средств и т.п., т.е. при повышении производительности труда ГРР.

Второй путь снижения затрат на ГРР предусматривает мероприятия по сокращению их объемов. Обязательным условием этого является выполнение данных работ в целесообразной последовательности. Принцип подразделения общего геологоразведочного процесса на стадии и подстадии предусматривает последовательное приближение, при котором предыдущие геологические и экономические исследования природных объектов служат основанием для последующих. От ранних стадий к более поздним растет детальность изучения, увеличивается объем получаемой информации и повышается ее достоверность.

Обязательное проведение ГРР по стадиям узаконено с 1959 г., однако правило это постоянно нарушается. В большинстве случаев имеет место за-

вышение объемов работ на стадии предварительной разведки. Обычно это связано с желанием геологов максимально застраховать себя от ошибок при окончательной оценке месторождения.

Нередко с целью выполнения плана прироста запасов высоких категорий в детальную разведку вовлекают месторождения, эксплуатация которых вообще не предвидится или намечается на отдаленное будущее. Во многих случаях организации, проводящие ГРР, не руководствуются требованиями к степени разведанности месторождений. Так, по многим месторождениям цветных металлов Казахстана вместо требуемых и достаточных для обоснования и строительства рудников 10 % запасов категории В фактически разведано 65-70 % всех учтенных запасов. Все это, естественно, требует дополнительных объемов ГРР и резко снижает их экономическую эффективность.

Помимо этого, большое значение имеет обоснование необходимого и достаточного минимума горно-буровых работ для месторождений различных геологопромышленных типов на всех стадиях их освоения. Известно, что плотность и форма разведочной сети, с одной стороны, определяет степень достоверности данных о геологическом строении месторождений полезных ископаемых, а с другой - объем материальных затрат на разведку.

В настоящее время рациональную плотность поисковой и разведочной сети выработок, как правило, определяют по аналогии с разрабатываемыми, разведанными и изученными однотипными месторождениями. В инструкциях ГКЗ для каждой геологопромышленной группы месторождений по каждому виду полезного ископаемого даются рекомендации, предусматривающие вид сети и расстояния между выработками для отнесения запасов к конкретной категории. Однако не всегда, особенно на начальных стадиях геологоразведочного процесса, имеются все необходимые данные о геологическом строении объекта, да и существующая классификация геологопромышленных типов и подтипов месторождений еще далека от совершенства. Между тем, при недостаточно четком разграничении задач в процессе работ, поисковые сети бывают рассчитаны не только на обнаружение, но и на оконтуривание, а нередко и выявление тел полезных ископаемых.

Таким образом, строгое обоснование рациональной густоты поисково-разведочной сети является одной из основных задач геологической науки в настоящее время. Несомненно перспективными в этом отношении представляются математические методы, которые до сих пор при подобных расчетах носили вспомогательный характер.

Автором статьи, совместно с А.И.Бочкаревым и В.П.Переясловым, была проанализирована густота поисково-разведочной сети на золотоносных россыпных месторождениях Куларского района (Якутская АССР) с целью ее возможного разрежения.

По мнению геологов, изучавших ранее Куларские месторождения, подавляющее большинство их относится к выдержанным россыпям с неравномерным распределением полезных компонентов. Согласно инструкции [I], для таких россыпей расстояния между разведочными линиями принимаются в 150-200 м (категория В) и 300-400 м (категория C_1), а расстояния между выработками соответственно 10-20 и 20-40 м. Подавляющее большинство изученных россыпей Куларского района разведывалось при линейном способе расположения выработок по сети 400÷800 х 20 (предварительная разведка) и

Таблица 1

Ошибки определения средних вертикальных запасов россыпей Куларского района в зависимости от количества выработок

Месторождение	Количество выработок	Коэффициенты вариации вертикальных запасов, %	Средний вертикальный запас, г/м^2	Случайная выборка			
				20 x 20		20 x 15	
				Средний вертикальный запас, г/м^2	Ошибка, %	Средний вертикальный запас, г/м^2	Ошибка, %
Киенг-Юрэх	161	63	7,51	7,17	4,5	7,24	3,6
Старково	57	83	6,07	5,94	2,1	5,92	2,5
Кюсентей	79	84	18,90	13,22	3,6	19,79	4,7
Суор-Уйалаах	65	72	13,99	13,15	6,0	14,26	1,9
Энтузиастов	117	75	19,33	19,58	1,3	20,83	7,8
Онкучах	45	54	12,58	12,41	1,4	12,26	2,5
Бургуат-Эмись	458	60	12,04	12,09	0,4	11,61	3,6
Улахан-Батор-Юрэх	111	74	15,50	14,84	4,3	15,52	0,1

Таблица 2

Количество выработок, обеспечивающих заданную точность определения средних показателей по Куларским золотоносным россыпям

Месторождение	Коэффициент вариации вертикальных запасов	Заданная точность разведки, %														
		15	25	40	15	25	40	15	25	40	15	25	40	15	25	40
		$p > 95$			$p > 90$			$p > 80$			$p > 70$			$p > 50$		
Кюсентей	84	126	45	18	85	31	12	53	19	7	34	12	5	15	5	2
Старково	83	121	44	17	84	30	12	52	19	7	33	12	5	14	5	2
Энтузиастов	75	100	36	14	68	24	9	42	15	6	27	10	4	12	4	2
Улахан-Батор-Юрэх	74	97	35	14	66	24	9	41	15	6	26	10	4	11	4	2
Суор-Уйалаах	72	92	33	13	63	23	9	39	14	5	25	9	4	10	4	1
Киенг-Юрэх	63	71	23	10	48	17	7	30	11	4	19	7	3	8	3	1
Бургуат-Эмись	59	64	23	9	44	16	6	27	10	4	17	6	2	7	3	1
Онкучах	54	52	19	7	35	13	5	22	8	3	14	5	2	6	2	1

Примечание. p – требуемая вероятность того, что точность разведки находится в заданных пределах.

200 х 20 (детальная разведка). Основная масса разведанных запасов была отнесена к категории C_I.

Анализ применяющейся разведочной сети производился двумя способами. Во-первых, с помощью формул вариационной статистики было определено минимально необходимое количество выработок для разведки главных россыпей района. Все определения вертикальных запасов по отдельным выработкам в пределах промышленного контура каждой россыпи рассматривались как генеральная выборка. Из них, с помощью таблиц случайных чисел, было составлено по 20 выборок для каждого месторождения по I5 и 20 проб. Хотя фактическое сочетание проб в каждом варианте было случайным, все пробы (определения вертикальных запасов) участвовали в выборках одинаковое количество раз.

Результаты измерений (табл.I) показали, что ошибка определения среднего вертикального запаса даже в случае выборки из I5 проб не превышает 8 %. Таким образом, теоретически для некоторых месторождений Куларского района (например, Бургуат-Эмиси) число разведочных выработок можно было бы уменьшить в 20 раз.

Практически можно считать достаточной точность в I5 % при вероятности события свыше 0,80. В таком случае для разведки россыпей Куларского района следует ограничиваться 35-40 выработками, т.е. можно примерно вдвое разредить ныне существующую разведочную сеть (табл.2). Эти данные хорошо согласуются с имеющимися в литературе данными, по которым в разведанном контуре россыпи достаточно иметь шесть-восемь разведочных линий с пятью выработками на каждой [4].

С целью проверки этого теоретического вывода было проведено экспериментальное разрежение сети выработок вдвое на четырех уже разведанных месторождениях района. Разрежение осуществлялось путем исключения промежуточных линий в двух вариантах.

Средние параметры новой сети около 400 х 20 м. При этом, естественно, менялись размеры блоков подсчета и категория запасов. Подсчет запасов по новой разведочной сети показал, что в половине рассмотренных вариантов ошибка составляет свыше 40 % (табл.3)[x].

Таблица 3

Сравнительная характеристика величины балансовых запасов россыпных месторождений Куларского золотоносного района

Месторождение	Величина запасов по данным Куларской ПРП, %	Величина запасов, подсчитанных по разреженной сети, по варианту, %	
		первому	второму
Кинг-Юрэх	100	100	97
Улахан-Батор-Юрэх	100	103	59
Энтузиастов	100	146	113
Старково	100	121	69

[x] Подсчет запасов в Куларской ПРП ведется линейным способом с построением блоков подсчета между двумя разведочными линиями.

В последнее время сторонников количественного выражения точности подсчета запасов различных категорий разведанности становится все больше, хотя действующая инструкция [I] этого не предусматривает. По мнению В.М.Крейтера [3], величина допустимой погрешности запасов для категории C_I колеблется в пределах 30-60 %. Таким образом, даже разрежение вдвое разведочной сети на золотоносных россыпях Куларского района гарантирует достоверность подсчета их запасов по этой категории.

Однако горнодобывающая промышленность, в частности приисковая служба Куларского района, требует, чтобы на передаваемых в эксплуатацию россыпях коэффициенты намыва были близки к единице, а соответствующая погрешность в подсчетах запасов даже категории C_I не превышала ± 5 %, что фактически соответствует точности подсчета запасов по категории В [3]. Именно поэтому геологи вынуждены сгущать разведочную сеть в среднем вдвое по сравнению с теоретическими расчетами. Средние коэффициенты намыва на россыпях Куларского золотоносного района составляют по пескам, среднему содержанию и запасам, соответственно I,I7; 0,82 и 0,96.

Учитывая, что затраты на добычу в Куларском районе в 20 раз превышают затраты на разведку передаваемых в эксплуатацию россыпей, представляется целесообразным разрешить существующее противоречение не снижением требований к точности подсчета запасов, а повышением их официальной категории разведанности.

Несмотря на широкое внедрение в практику ГРР мероприятий, направленных на снижение их стоимости, анализ экономической эффективности этих работ за последние I5-20 лет показывает неуклонный рост удельных затрат на выявление I т минерального сырья.

Помимо субъективных факторов это обстоятельство объясняется рядом объективных причин. Назовем главные:

I) проведение значительной части ГРР в слабо освоенных восточных и северных районах страны;

2) проведение трудоемких и дорогих геологосъемочных, геофизических и геохимических исследований, поисков и разведки не выходящих на поверхность и глубоко залегающих месторождений;

3) повышение требований к новым промышленным месторождениям по содержанию в них полезных компонентов и более благоприятным горнотехническим и географо-экономическим условиям расположения.

Объективным факторам, снижающим экономическую эффективность затрат на ГРР, должен быть противопоставлен прогресс научной и технической мысли в геологии, обеспечивающий, прежде всего, увеличение количества новых промышленных месторождений. Основным направлением для повышения результативности ГРР в настоящее время является изучение закономерностей размещения важнейших видов полезных ископаемых и условий их образования в целях разработки критериев выявления крупных месторождений, не выходящих на поверхность.

В последнее время при разработке объективных критериев оценки запасов „слепых" месторождений широко применяются математические методы, в частности, многомерный статистический анализ.

Изучение геологических данных хорошо освоенного района позволяет выявить основные факторы, влияющие на оруденение. На их основе составляются модели регрессии и классификации Байеса, позволяющие прогнозировать запасы полезных ископаемых как в этом, так и в районе с аналогичным геологическим строением. Конечным этапом подобного прогнозирования является выделение конкретных участков, величина которых зависит от масштаба исследований, с количественно определенными прогнозными запасами и вероятностной характеристикой их обнаружения. Особый интерес представляет прогнозирование по упомянутой методике ожидаемой прибыли, что можно использовать в качестве показателя перспективности для планирования поисково-разведочных работ.

Большое значение для долгосрочного планирования обеспеченности минерально-сырьевой базы народного хозяйства имеют исследования вероятности обнаружения новых месторождений. Ее можно рассчитать, оперируя данными затрат на ГРР и количеством выявленных, например за последние 20 лет, месторождений. Так, на основании подобных исследований для Канады [5] определено, что вероятность обнаружения промышленных месторождений за последние 19 лет уменьшилась в 10 раз - с 0,01 в 1951 г. до 0,001 в 1969 г. При этом средние затраты на одну программу ГРР („попытку") принимались равными 30 тыс.долларов.

Пользуясь этими данными, можно рассчитать вероятность обнаружения по меньшей мере одного месторождения для любой суммы ассигнований на ГРР; вероятность, в конечном итоге, „краха" или успеха поисковых программ; величину предполагаемой прибыли от затрат на ГРР. Кроме того, можно определить минимальное значение капитальных вложений, необходимых для того, чтобы поисково-разведочные работы были рентабельными.

Упомянутые методы прогнозирования только еще начинают использоваться в производственной практике. Несомненно, их внедрение резко повысит экономическую эффективность ГРР.

Этой же цели должны способствовать новые, более совершенные формы и методы планирования и экономического стимулирования с широким использованием таких экономических категорий как стоимость, цена, прибыль, рентабельность. Обоснованное определение этих категорий применительно к геологоразведочному производству - первоочередная задача одной из самых молодых отраслевых экономик - экономики ГРР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по применению классификации запасов к россыпным месторождениям золота, платины, олова, вольфрама, титана, ниобия, редких земель и алмазов. М., изд.ВИЭМС, 1982.

2. Каганович С.Я., Мареева З.И. Методические рекомендации по определению экономической эффективности геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые. М., изд. ВИЭМС, 1977.

3. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1969.

4. Методы разведки и подсчета запасов россыпных месторождений полезных ископаемых / Под ред. Н.А.Хрушова. М., изд. ВИЭМС, 1965.

5. Roscoe W. - GLM, 1971, v.64, N 707.