

$$v = \sqrt{g \cdot d \frac{\gamma \cdot f}{\gamma_{ж} \left( \frac{\lambda}{m \varphi^2} + k \cdot f \cdot c \right)}} \quad (18).$$

Видно, что необходимая скорость потока промывочной жидкости для удаления частиц шлама с горизонтальной поверхности ствола скважины зависит от большего числа факторов, нежели чем скорость потока, необходимая для транспортировки шлама по вертикальному участку ствола скважины.

Так, при расчете скорости потока для транспортировки шлама на горизонтальном участке ствола скважины необходимо принимать во внимание условия накопления шлама на этом участке, учитывать вероятность возникновения процесса дюнообразования. Необходимая скорость потока в первую очередь будет зависеть от плотности размещения частиц на нижней части стенки скважины (дне). Также в формулу входит отношение скорости потока у дна к средней скорости потока, которое в общем случае зависит от шероховатости поверхности и стесненных условий течения потока. На выбор скорости потока будут оказывать влияние и удельный вес частиц шлама (породы) и коэффициент трения.

Из всего вышесказанного следует сделать вывод, что задача выбора скорости движения потока промывочной жидкости для транспортирования шлама по стволу скважины в горизонтальной его части и в вертикальной решается по-разному. Помимо влияния разных факторов на расчет скорости потока, следует выделить принципиальное различие. Этим принципиальным различием является тот факт, что при расчете необходимой скорости для транспортирования шлама по вертикальному стволу скважины влиянием частиц шлама, рассеянных (взвешенных) в потоке, друг на друга, как

правило, пренебрегают ввиду их малой концентрации. При расчете же необходимой скорости потока для удаления шлама на горизонтальном участке скважины следует обязательно учитывать плотность распределения частиц шлама, лежащих на нижней стенке скважины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Булатов, А.И. Справочник по креплению нефтяных и газовых скважин / А.И. Булатов. — М.: Недра, 1981. — 240 с.
2. Гукасов, Н.А. Справочное пособие по гидравлике и гидродинамике в бурении / Н.А. Гукасов. — М.: Недра, 1982. — 302 с.
3. Есьман, Б.И. Практическая гидравлика в бурении / Б.И. Есьман, Р.И. Шищенко. — М.: Недра, 1966. — 286 с.
4. Кнороз, В.С. Движение гидросмесей в напорных трубопроводах и метод их расчета / В.С. Кнороз. — Известия ВНИИГ. — Т. XXX. — 1941.
5. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Гидродинамика 3-е изд., испр. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. — 736 с. (т. VI).
6. Маковой, Н. Гидравлика бурения / Н. Маковой. — М.: Недра, 1986. — 536 с.
7. Панфилов, Г.А. Разработка научно-методических основ применения колебательных процессов для интенсификации бурения горизонтальных скважин / Г.А. Панфилов: Дисс... канд. техн. наук: 05.15.10. — Тюмень, 2000. — 297 с.
8. Пеньков, А.И. Справочник по промывке скважин / А.И. Пеньков, А.И. Булатов, Ю.М. Проселков. — М.: Недра, 1984. — 317 с.
9. Стронский, Н.М. Типовые задачи и расчеты в бурении / Н.М. Стронский, Я.М. Орсуляк. — М.: Недра, 1974. — 505 с.
10. Султанов, Б.З. Бурение наклонных и горизонтальных скважин / Б.З. Султанов, А.Г. Калинин, Б.А. Никитин, К.М. Солодкий. — М.: Недра, 1997. — 650 с.
11. Филатов, Б.С. Бурение геологоразведочных скважин с продувкой воздухом / Б.С. Филатов, Н.С. Макурин, М.Г. Абрамсон, А.И. Кирсанов. — М.: Недра, 1964. — 248 с.
12. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг. — М.: Наука, 1974. — 713 с.
13. Siferman, T.R. Drill-cutting transports in full-scale vertical annually J. Petr. Tech. November 1974: 1295-302 / T.R. Siferman, G.M. Myers, E.L. Haden.

© Тунгусов С.А., 2021

Тунгусов Сергей Александрович // SS SS tungusov\_sa@mail.ru

## УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА

УДК 553.042

Кушнарев П.И. (ФГБУ «ВИМС»)

### АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Работа посвящена определению фактических погрешностей оценки запасов на разведанных золоторудных месторождениях. Для их расчета предложен алгоритм, базирующийся на анализе характеристик изменчивости содержаний компонента в разведочных пробах. Оценка погрешности проведена для запасов кат. С<sub>1</sub>. Результаты исследований показывают, что относительная стандартная ошибка определения средних содержаний

в блоках, сопоставимых с годовой производительностью предприятия, для крупных и средних месторождений составляет 10–15 %; для мелких объектов она может увеличиваться до 30 %. **Ключевые слова:** изменчивость содержаний, категории запасов, погрешность оценки, годовая производительность.

Kushnarev P.I. (VIMS)

### ANALYSIS OF THE ERROR IN ESTIMATING THE RESERVES OF GOLD DEPOSITS

The work is devoted to determining the actual errors in the estimation of reserves in the explored gold deposits. For their calculation, an algorithm based on the analysis of the characteristics of the variability of the grade of the component in the exploration samples is proposed. The margin of error was

*estimated for category C<sub>1</sub> reserves. The research results show that the relative standard error in determining the average grades in blocks comparable to the annual production capacity of the enterprise for large and medium-sized deposits is 10–15 %; for small objects, it can increase up to 30 %.* **Keywords:** *grade variability, reserve categories, estimation error, annual productivity.*

Современное горное производство придает особое значение детальности знаний о качестве и количестве минерального сырья в определенном объеме недр, а также об их других свойствах — технологических, инженерно-геологических, гидрогеологических и т.д. На этих характеристиках базируется геолого-экономическая оценка месторождений, определяющая эффективность их освоения, в том числе риски неподтверждения планируемых показателей.

Под изученностью месторождений полезных ископаемых понимается детальность и полнота информации о всех его свойствах и характеристиках, которые рассматриваются как «факторы» геолого-экономической оценки. Наиболее важными факторами, с позиций планирования и ведения геологоразведочных работ, являются качество и количество полезного ископаемого в недрах. Получение информации об этих свойствах требует наибольших затрат времени и средств. С этих позиций целесообразно отдельно рассматривать понятие разведанности запасов, которое непосредственно связано с плотностью разведочной сети и особенностями опробования.

Разведанность запасов (ресурсов в зарубежных стандартах отчетности) реализуется в различных классификациях [9, 17, 18], которые играют важную роль как в определении стоимости самих объектов, так и в принятии тех или иных проектных решений. Практически все эти классификации используют главным образом качественные характеристики категорий, хотя попытки применить для них количественные показатели предпринимались еще более ста лет назад.

Количественные подходы к оценке квалификации запасов предлагались в многочисленных публикациях отечественных исследователей, в том числе в трудах В.В.Богацкого, Н.В. Барышева, В.А. Викентьева, В.И. Вилесова, М.Н. Денисова, В.М. Крейтера, А.Б. Каждана, П.Л. Каллистова, В.А. Петрова, М.В. Шумилина и др. [2, 4–8, 10–16]. Основным из показателей, которые анализировались в этих работах, являлась величина погрешности определения параметров запасов. Предельные/допустимые значения ошибок для запасов разных категорий, предлагавшиеся предшественниками, приведены в табл. 1.

Аналогичные подходы, в которых рассматривается допустимая величина доверительных интервалов для оценки содержаний, предлагаются зарубежными исследователями [1, 18–20]. Для ресурсов категории indicated рекомендуется использовать [1, 20] интервал погрешности  $\pm 15\%$  при доверительной вероятности 0.9. Оценка относится к блоку, сопоставимому по запасам руды с годовой производительностью.

В качестве другой важной характеристики разведанности ресурсов предлагается считать соотношение шага сети по определенному направлению с расстоянием (sill distance), при котором вариограмма выходит на пороговое значение. Для ресурсов категории indicated рядом исследователей считается, что шаг сети должен быть меньше 0.8 данного расстояния.

Попытки внедрения количественных подходов к оценке разведанности до сих пор не нашли отражения в каких-либо нормативных документах в нашей стране. Общеизвестная практика применения таких подходов за рубежом также не описана. Сложность решения задачи квалификации запасов/ресурсов на данной основе заключается не только в отсутствии обоснования предельных значений погрешностей, но и общепринятых приемов их расчета.

Представленная работа посвящена определению фактических погрешностей оценки запасов на разведанных золоторудных месторождениях. Для их расчета предложен алгоритм, базирующийся на анализе характеристик изменчивости геологоразведочных параметров. Оценка погрешности проведена для запасов кат. С<sub>1</sub>, объем которых при разведке месторождений явно преобладает. Относительно этой сети легко могут быть оценены параметры сетей для других категорий. При проведении исследований предполагается, что систематические ошибки в данных опробования отсутствуют.

Представляется, что результаты расчетов позволяют оценить эмпирически сложившиеся требования к разведанности запасов данной категории, что может быть использовано далее для обоснования параметров разведочной сети по этому критерию.

В настоящее время можно говорить о наличии концептуальных положений, вытекающих из анализа работ отечественных и зарубежных исследователей [1, 5, 11, 13, 20], которые позволяют наметить пути к решению поставленной задачи. В числе таких положений:

- погрешности оценки запасов должны применяться к минерализованным (рудным) объемам недр, сопоставимым с годовой/квартальной производительностью горнодобывающего предприятия;
- основой оценки изменчивости параметров оруденения являются их определения по разведочным пробам в пределах оконтуренного объема недр.

Годовая производительность предприятия определяется в ТЭО кондиций на основе расчетов. В случаях, когда она однозначно не установлена, величину произ-

**Таблица 1**  
**Предельные ошибки подсчета запасов по категориям**

Авторы	Категория А	Категория В	Категория С <sub>1</sub>
Барышев Н.В.	20	30–60	—
Богацкий В.В.	15	30	45
Вилесов В.И.	10–15	—	—
Каллистов П.Л.	15–20	25–30	40–45
Крейтер В.М.	15–20	20–30	30–60

водительности приближенно можно оценить с использованием формулы Тейлора:  $T = 6.5 \sqrt[4]{Q}$ , где  $Q$  — балансовые эксплуатационные запасы руды в млн т. Годовая производительность ( $A$ ) рассчитывается как отношение запасов руды к сроку отработки:  $A = Q/T$ . Применение формулы Тейлора позволяет обеспечить однообразие расчетов и возможность объективного сравнения месторождений по полученным результатам.

Для золоторудных месторождений ведущей характеристикой, определяющей их разведанность, является содержание полезного компонента в пробах. Оно представляет собой исходную характеристику оруденения, по отношению к которой все остальные геологоразведочные параметры являются производными. Ошибки в определении средних содержаний по подсчетным блокам сразу сказываются на экономических показателях эффективности отработки месторождения, в связи с чем их допустимый уровень должен регламентироваться особенно «жестко». Негативное влияние ошибок в определении других параметров обладает «отдаленным» эффектом; чаще всего они компенсируются приростом запасов в процессе доизучения объекта.

Изменчивость содержаний в существующей практике анализа результатов геологоразведочных работ обычно оценивается по разведочным пересечениям. Коэффициент вариации содержаний по ним указывается во всех отчетах, поступающих на государственную экспертизу. Такой подход представляется глубоко ошибочным и не эффективным для дальнейшего анализа. Выборки, включаемые в расчеты, являются разнородными по геометрической базе и не могут обеспечивать объективную оценку степени изменчивости содержания полезного компонента. Для предлагаемых далее расчетов используются характеристики изменчивости, определенные только по пробам или композитам.

Погрешность оценки среднего значения признака ( $\Delta_{cp}$ ) в соответствии с теоретическими положениями математической статистики определяется по формуле:

$$\Delta_{cp} = t_a * V / \sqrt{n} \quad (1),$$

где  $t_a$  — значение коэффициента Стьюдента для заданной доверительной вероятности  $a$ ;  $V$  — коэффициент вариации, %;  $n$  — число замеров/проб в выборке.

При изучении изменчивости содержаний полезного компонента исследователи сталкиваются с фактом существенного несоответствия распределения признака нормальному закону. Это несоответствие представляется не существенным, поскольку в конечном итоге рассматривается дисперсия оценки среднего выборочного значения, определенной по выборке достаточно большого объема. В соответствии с законом больших чисел [3] распределение выборочных средних значений «нормализуется» при увеличении числа наблюдений.

Другой особенностью свойств геологических объектов является то обстоятельство, что они, как правило, являются пространственными переменными, то есть зависят от координат пространства. Исследова-

ние месторождений с этих позиций осуществляется методами геостатистики. По результатам построения вариограмм в изменчивости признака, в зависимости от шага сети, принято выделять «закономерную» и «случайную» составляющие [7].

Изменение доли случайной компоненты в зависимости от расстояния характеризуется графиком нормированной по дисперсии полувариограммы. При значении полувариограммы равной 1, изменчивость признака полностью соответствует случайной схеме. При выявлении разведочной сетью закономерностей в пространственном изменении признака погрешность оценки среднего, в общем случае, снижается. Степень ее снижения зависит от соотношения между компонентами; если доля случайной составляющей будет находиться на уровне 0.8, что по мнению зарубежных исследователей [1, 20] достаточно для квалификации ресурсов по категории indicated, то погрешность оценки среднего значения снизится на 10 % относительных.

Для оценки влияния этого фактора для уже разведанных месторождений проведены исследования по определению соотношения характеристик вариограмм по разным направлениям и соответствующим им шагам сети, принятым для разведки ресурсов категории indicated или запасов кат.  $C_1$ . В основу сравнения приняты данные, имеющиеся в публичных отчетах отечественных и зарубежных компаний. По вариограммам определены расстояния, при которых их значения выходят на пороговый уровень. В сводном виде результаты сравнения приведены в табл. 2.

Приведенные данные показывают, что расстояния выхода вариограммы на пороговые значения только очень приближенно соответствуют шагу сети для указанных категорий; неоднократно между ними отмечаются расхождения разного знака. Следует также иметь в виду, что по ряду изученных объектов, не включенных в данную таблицу, полученные эмпирические вариограммы не позволяют провести их описание аппроксимирующей функцией. В целом можно сделать предварительный вывод о том, что при разведке запасов/ресурсов до категорий  $C_1$  или indicated, влияние закономерной составляющей изменчивости на погрешность оценки параметров оказывается не существенным. Это обстоятельство определяет возможность использования для расчетов только случайной компоненты изменчивости.

Исходными данными для проведения таких расчетов являются:

- проектная или фактическая производительность горнодобывающего предприятия;
- коэффициент вариации содержаний полезного компонента по пробам или по композитам;
- объемная масса руд;
- средняя длина проб или композитов в пересчете на направление истинной мощности рудного тела;
- площадь ячейки сети, принятой для разведки запасов кат.  $C_1$ .

Основные положения алгоритма расчетов сводятся к следующим операциям:

**Таблица 2**  
**Сопоставление пороговых расстояний вариограмм с шагом разведочной сети**

Месторождение	Год	Страна	Простирание, м		Падение, м	
			вариограмма	шаг	вариограмма	шаг
Тигр	2016	Канада	60	30	25	25
Бивер Дэм	2015	Канада	50	25	20	25
Вава	2016	Канада	15	25	12	25
Холлистер	2017	США	50	25	25	20
Сонгджигу	2016	КНР	80	60	40	60
Валентин Лейк	2018	Канада	40	25	40	25
Кларенс Стрим	2017	Канада	40	25	40	25
Роса Гранде	2016	Бразилия	25	50	15	30
Пилар	2015	Венесуэла	40	70	10	48
Пайн Гроув	2015	США	30	50	30	50
Бомборе	2017	Буркина Фасо	70	50	40	25
Карибу	2017	Канада	45	30	30	20
Асанко	2017	Гана	25	30	20	30
Павлик	2018	Россия	30	60	25	50
Наталка	2012	Россия	120	200	60	50

— определение объема блока, сопоставимого с годовой производительностью предприятия (ГП);

— определение объема недр, приходящегося на одну пробу или композит, как произведение площади ячейки на длину пробы/композита;

— вычисление среднего числа проб, характеризующих блок годовой производительности, как отношение объема блока к объему, приходящемуся на одну пробу;

— расчет погрешности оценки среднего содержания по формуле 1.

Для удобства пользования и дальнейших сопоставлений погрешность ( $\Delta$ ) предлагается оценивать, как относительное стандартное отклонение при доверительной вероятности 0.68 ( $t_a = 1$ ).

На основе изложенного подхода проведены исследования для отечественных месторождений, характеризующихся разной морфологией рудных образований и степенью изменчивости геологоразведочных

параметров. Предварительно объекты были сведены в группы, характеризующиеся разным масштабом оруденения и соответственно разной производительностью рудника (А, млн т/год). Части месторождений, предназначенные к отработке открытым или подземным способами, отмечены индексами ОГР или ПГР. Результаты расчетов по группам объектов представлены в табл. 3–5.

Данные расчетов показывают, что разведочная сеть, использованная для разведки запасов кат. С<sub>1</sub> на относительно крупных месторождениях (табл. 3), позволяет оценивать средние содержания в блоках ГП с погрешностью от 5 до 13 %.

Для месторождений среднего масштаба (табл. 4) она составляет, в среднем, 10–12 % и редко превышает 14 %. Для мелких месторождений, относящихся, как правило, к 4-й группе сложности классификации ГКЗ (табл. 5), погрешность оценки содержания повышается до 15–25 % и в отдельных случаях достигает 32 %. Повышенные значения ошибок определяются недостаточной плотностью сети в сочетании с высокой изменчивостью содержания в пробах.

Квалификация ресурсов за рубежом осуществляется по стандартам, которые входят в международный шаблон КРИПКО. Общепринятым является разделение на категории measured, indicated и inferred. Ресурсы категории indicated по степени изученности считаются аналогом запасов кат. С<sub>1</sub>.

Для сравнения требований к разведанности объектов такой же анализ проведен по золоторудным объектам за рубежом применительно к ресурсам категории indicated. В анализе использованы данные из публичной

**Таблица 3**  
**Погрешности оценки запасов по объектам с производительностью более 5 млн т/год**

Месторождения	А, млн т/год	Объем блока	Длина проб	Общая площ., м <sup>2</sup>	V, %	Сеть, м	Площ. ячейки	N проб	$\Delta$ , %	Группа
Наталка	25	9250000	2,5	3700000	2,5	50×200	10000	370	13,0	2
Сухой Лог	25	9250000	3	3083333	2,2	50×100	5000	616	8,9	2
Олимпиада	11	3985507	1.3	30657775	1,52	60×60	3600	852	5,2	2
Светлинское	8	2962963	1.07	2769124	3,47	50×50	2500	1108	10,4	3
Пионер	6,5	2407407	1	2407407	2,72	50×60	3000	802	9,5	3
Ункурташ	6,0	2222222	0,8	2777778	3,42	75×50	3750	7401	12,6	3
Кумтор	5,9	2070175	0.9	2300195	2,64	40×30	1200	1917	6	2
Куранах	5	2130000	4	532000	1,6	60×20	1200	433	7,7	3

Таблица 4

Погрешности оценки запасов по объектам с производительностью 1–5 млн т/год

Месторождения	А, млн т/год	Объем блока	Длина проб	Общая площ., м <sup>2</sup>	V, %	Сеть, м	Площ. ячейки	N проб	Δ, %	Группа
Воронцовское	4,2	1615385	0,95	1700405	3,38	60×50	3000	567	14,2	3
Вернинское	4	1540000	0,9	1711111	2,62	50×50	2500	684	10,0	3
Олим-да ПГР	4	1449275	1,3	1114827	1,48	60×60	3600	310	8,4	2
Албын	3,6	1333333	1	1333333	2,89	50×50	2500	533	12,6	3
Павлик	3	1111111	1,5	740740	2,1	50×60	3000	247	13,4	3
Майское	3	1111111	0,8	1388889	1,45	80×40	3200	434	7,0	3
Маломыр	2,9	1074074	1	1074074	2,81	40×40	1600	671	10,8	3
Ключевское	2,9	1062271	0,9	1180301	2,42	50×50	2500	472	11,1	3
Покровское	2,6	962963	1	962963	2,5	50×50	2500	385	12,7	3
Таборное	2,5	925926	1	925926	1,71	60×60	3600	257	10,7	3
Нежданинское	2	740741	1,91	387822	1,37	40×40	1600	242	8,8	3
Токинское	1,73	640741	0,97	660557	1,63	40×50	2000	330	9,0	3
Белая Гора	1,7	629630	1,5	419753	2,05	40×40	1600	262	12,7	3
Кочковское	1,5	555556	0,7	793650	1,14	50×50	2500	318	6,4	3
Дельмачик	1,4	518519	1	518519	1,67	40×50	2000	259	10,4	3
Наседкино	1	370370	0,96	385802	1,36	25×50	1250	309	7,7	3
Вост. Двойной	1,0	381680	1,2	318066	1,09	50×50	2500	127	9,7	3

Таблица 5

Погрешности оценки запасов по объектам с производительностью менее 1 млн т/год

Месторождения	А, млн т/год	Объем блока	Длина проб	Общая площ., м <sup>2</sup>	V, %	Сеть, м	Площ. ячейки	N проб	Δ, %	Группа
Березитовое О	0,85	304348	0,9	338164	2,36	40×30	1200	282	14,1	3
Олень ПГР	0,814	301481	1	301481	4,65	10×10	100	302	8,5	4
Бамское	0,8	296300	1	296300	1,5	40×100	4000	74	17,4	3
Первенец	0,75	265000	1	265000	1,8	40×60	2400	110	17,1	3
Многовершин.	0,7	268000	2,75	97454	2,1	40×50	2000	49	30,0	3
Сергеевское	0,7	259259	0,7	370370	1,65	40×50	2000	185	12,1	3
Малый Тарын	0,6	230760	0,54	427350	1,8	40×40	1600	267	11,0	4
Родниковое	0,6	222222	1	222222	0,97	10×60	600	370	5,0	3
Олень ОГР	0,5	185185	1	185185	7,04	10×10	100	1852	16,4	4
Озерновское	0,4	156863	0,8	196078						
Березняковское	0,3	110000	1	110000	3,8	20×40	800	69	32,4	4
Березитовое П	0,2	71430	0,9	79365	1,69	40×30	1200	66	20,8	4
Пинигинское	0,2	71430	0,9	79365	1,82	40×40	1600	45	27,2	4
Дарасун	0,2	74074	0,8	92593	7,1	3×50	150	617	28,6	4
Бараньевское	0,14	51852	1	51852	1,58	40×40	1600	32	27,8	4
Кунгурцевское	0,14	51852	1	51852	1,2	40×40	1600	32	21,1	4
Юж.-Агинское	0,14	51852	1	51852	1,43	20×40	800	65	17,8	4
Приморское	0,135	50943	0,7	72776	3,54	25×25	625	116	32,8	4
Левобережное	0,135	50000	0,95	52632	2,18	20×20	400	132	19	4
Надежда, Т.Ю.	0,13	49618	0,9	55131	1,92	10×10	100	551	8,2	4
Венера	0,05	18852	0,5	37693	2,22	10×10	100	377	11,4	4

**Таблица 6**  
**Погрешности оценки запасов категории indicated по зарубежным объектам**

Месторождения	A, млн т	Объем, м <sup>3</sup>	Длина	Общая пл.	V, %	Сеть, м	Пл.яч.	N	Δ, %	Тип
Сьембра Минера	31	12643438	3	4214146	2,32	50×100	5000	843	7,9	м зона
Брисас	15,4	7014079	3	2338026	1,06	50×50	2500	935	3,3	м зона
Асанко	6,2	2511197	1	2511197	3,48	25×40	1000	2511	7,0	м зона
Чоко	3,27	1168326	1,3	898712	2,83	25×50	1250	719	10,6	жилы
Бомборе	2,8	1120000	1	1120000	2,51	25×50	1250	896	8,4	м. зона
Сонгджигу	2,8	1037037	1	1037037	2,9	60×80	4800	216	19,7	залежь
Валле Хонда	2,76	1150810	1	1150810	3,0	50×50	2500	460	14,4	залежь
Розабель	2,3	980005	1	980005	2,56	30×50	1500	653	10,0	м. зона
Васса	2,1	819751	1	819751	2,92	25×25	625	1312	8,1	залежь
Голден Стар	1,54	595698	1	595698	2,53	25×25	625	953	8,2	залежь
Бивер Дам	1,25	456976	1	456970	2,63	25×25	625	731	9,7	залежь
Инкрейбл 6	1,11	420255	1,7	24208	2,65	30×40	1200	206	18,4	м зона
Кларенс Стрим	0,84	305454	1	305454	2,53	40×40	1600	191	19,7	залежь
Тигр	0,8	327869	0,8	409836	2,41	25×30	750	546	10,3	м зона
Голдборо	0,53	196296	1	196296	2,05	30×50	1500	131	17,9	м зона
Ео Клэр ПГР	0,52	178082	0,6	296804	2,65	45×45	2025	147	21,9	жилы
Пилар	0,48	165517	1	165517	2,32	48×70	3360	49	33	жилы
Роса Гранде	0,35	128205	1	128205	2,65	30×50	1500	86	28,7	жилы
Пайн Гроув	0,26	101562	1,2	84635	2,13	30×50	1500	56	28,4	м зона
Холистер	0,105	42169	1	42169	2,56	20×25	500	84	27,9	жилы

отчетности компаний за период 2012–2019 гг. При оценке масштаба объектов и определении проектной производительности учитывались ресурсы категории inferted, которые считаются эквивалентными запасам кат. C<sub>2</sub>. Расчеты проведены по описанному ранее алгоритму и представлены в табл. 6.

Относительные стандартные ошибки в определении средних содержаний золота по зарубежным объектам, так же как по объектам в России, обнаруживают тенденцию зависимости от масштаба месторождения. Для крупных и средних объектов погрешности оценки составляют 8–10 % и редко превышают уровень 15 %. Для мелких месторождений они могут достигать 30 %.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие предварительные выводы:

1. Погрешность оценки средних содержаний золота в блоках, сопоставимых по запасам с годовой производительностью предприятия, может рассматриваться в качестве критерия разведанности для запасов категории C<sub>1</sub>.

2. Расчеты погрешности могут проводиться на основе оценки изменчивости содержаний в рудных пробах по формулам математической статистики; учет закономерной составляющей изменчивости не обязателен в связи с ее незначительным влиянием в данных условиях.

3. Фактические значения ошибок по разведанным месторождениям являются достаточно стабильными, что дает возможность устанавливать их допустимые предельные величины при обосновании разведочной сети на начальных стадиях геологоразведочных работ.

4. При определении допустимых значений погрешности оценки для категории C<sub>1</sub> следует учитывать масштаб золоторудных месторождений; для крупных и средних объектов она может составлять 10–12 %, для мелких и очень мелких она может быть увеличена до 15–20 %.

5. Фактические погрешности оценки содержаний для ресурсов категории indicated на зарубежных объектах оказываются достаточно близкими к погрешностям для категории C<sub>1</sub> на отечественных объектах. Это обстоятельство подтверждает мнение о сходстве этих категорий. Кроме того, приведенные исследования позволяют определить основу для гармонизации подходов к оценке разведанности по отечественным и зарубежным стандартам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова, А.Е. Методы классификации запасов за рубежом / А.Е. Александрова, Д.А. Куликов // Недропользование XXI век. — 2019. — № 2. — С. 34–42.
2. Бирюков, В.И. Рациональная сеть предварительной разведки / В.И. Бирюков, М.Н. Денисов, С.Н. Куличихин и др. — М.: Недра, 1978. — 261 с.
3. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. — М.: Наука, 1964. — 576 с.
4. Викентьев, В.А. Экспертиза подсчетов запасов рудных месторождений / В.А. Викентьев, И.А. Карпенко, М.В. Шумилин. — М.: Недра, 1988. — 268 с.
5. Иванов, С.Н. Оценка разведанности запасов месторождений твердых полезных ископаемых / С.Н. Иванов, П.И. Кушнарев // Недропользование XXI век. — 2019. — № 2. — С. 82–92.

6. Каждан, А.Б. Методологические основы количественной оценки разведанности запасов твердых полезных ископаемых / А.Б. Каждан, М.В. Шумилин, В.А. Викентьев // Советская геология. — 1974. — № 11. — С. 7–19.
7. Каждан, А.Б. Методологические основы разведки полезных ископаемых / А.Б. Каждан. — М.: Недра, 1974. — 272 с.
8. Каждан, А.Б. Разведка месторождений полезных ископаемых / А.Б. Каждан. — М.: Недра, 1977. — 327 с.
9. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. — М.: ГКЗ, 2006.
10. Коган, И.Д. Подсчет запасов и геолого-промышленная оценка рудных месторождений / И.Д. Коган. — М.: Недра, 1974. — 304 с.
11. Коткин, В.А. Количественная оценка точности и достоверности разведанных запасов месторождений твердых полезных ископаемых / В.А. Коткин, Г.Н. Малухин, А.В. Мельникова, А.Н. Лазарев, Н.Н. Лагонский // Недропользование XXI век. — 2009. — № 1. — С. 29–33.
12. Крейтер, В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / В.М. Крейтер. — М.: Недра, 1969. — 384 с.
13. Кушнарев, П.И. Обоснование геометрии разведочной сети и квалификация запасов (на примере золоторудных месторождений) / П.И. Кушнарев // Недропользование XXI век. — 2019. — № 5 (74). — С. 39–47.
14. Методика разведки золоторудных месторождений / Под редакцией Г.П. Воларовича, В.Н. Иванова / ЦНИГРИ. — М., 1991. — 343 с.
15. Петров, В.А. О выборе сетей для разведки рудных объектов / В.А. Петров // Советская геология. — 1975. — № 11. — С. 104–115.
16. Смирнов, В.И. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых / В.И. Смирнов. — М.: Госгеолтехиздат, 1960. — 342 с.
17. Шпуров, И.В. Значимость и статус проекта новой Классификация запасов и прогнозных ресурсов месторождений твердых полезных ископаемых РФ / И.В. Шпуров, В.В. Шкиль, А.Б. Лазарев, В.Б. Саганюк // Недропользование XXI век. — 2019. — № 2. — С. 62–65.
18. Coombs, J. The Art and Science of Resource Estimation. A Practical Guide for Geologists and Engineers / J. Coombs. — Australia, Perth, 2008. — 231p.
19. Glacken, I. Common review — mineral resource estimation. The AusIMM Guide to Good Practice, second edition / I. Glacken, A. Trueman. — 2014. — PP. 263–276. (The Australasian Institute of Mining and Metallurgy: Melbourne).
20. Parker, H. Quantitative Criteria for mineral resource Classification. GKZ-CRIRCKO seminar on Russian and International Resource/Reserves Standarts / H. Parker. — Moscow, 2010.

© Кушнарев П.И., 2021

Кушнарев Петр Иванович // kushnarpi@mail.ru

УДК 553.5/6.04:666.122.2:6229(47+57)

**Корнилов А.В. (АО «ЦНИИгеолнеруд»), Садыков Р.К. (Татарстанский филиал ФГУ и ТФГИ по Приволжскому федеральному округу), Семенов Ф.В., Хасанов Р.А. (АО «ЦНИИгеолнеруд»)**

### **КВАРЦЕВЫЕ ПЕСКИ КАК ОБЪЕКТ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ВЕДЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*На основе дополнительного разграничения предметов ведения в недропользовании для экономического роста субъектов Российской Федерации предлагается шире исполь-*

*зовать ресурсы полезных ископаемых, относящиеся к ведению федеральных органов исполнительной власти. Перевод отдельных видов полезных ископаемых в категорию «общераспространенных» позволит диверсифицировать экономику субъектов Российской Федерации и более активно использовать ресурсы недр на их территории, в т.ч. для формирования большого числа агломераций. Об этом свидетельствует опыт Московской области, где в перечень общераспространенных полезных ископаемых впервые внесены стекольные и формовочные кварцевые пески. В настоящее время перечень общераспространенных полезных ископаемых преждевременно вносить в Закон Российской Федерации «О недрах». **Ключевые слова:** кварцевые пески, разграничение, недропользование, общераспространенные полезные ископаемые, перечень, субъект Российской Федерации, агломерация, Московская область.*

Kornilov A.V. (TSNIIGeolnerud), Sadykov R.K. (Tatarstan branch of the FBU and TFGI in the Volga Federal District), Semenov F.V., Khasanov R.A. (TSNIIGeolnerud)

### **QUARTZ SANDS AS AN OBJECT OF DIFFERENTIATION OF SUBJECTS OF MANAGEMENT IN THE MODERN SUBSURFACE USE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

*In the subsoil for economic growth of Russian regions are encouraged to use the resources of the minerals on the basis of additional accrual of subjects relating to the jurisdiction of the Federal bodies of Executive power. The transfer of certain types of minerals to the category of «common» will allow dividing the economy of the constituent entities of the Russian Federation and more actively using the mineral resources on their territory. This is important for the formation of a large number of agglomerations. This is evidenced by the experience of the Moscow region, where glass and molding quartz Sands were first introduced into the list of common minerals. Currently, it is premature to introduce an updated list in The law of the Russian Federation «on subsoil». **Keywords:** quartz Sands, delineation, subsurface use, common minerals, list, subject of the Russian Federation, agglomeration, Moscow region.*

С целью увеличения федерального и регионального бюджетов правительством страны предлагается с 2021 г. последовательно увеличить в 3,5 раза налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ) для большой группы неметаллических полезных ископаемых (ПИ). Рекомендуется ввести «рентный коэффициент» к действующей ставке НДПИ согласно Налоговому кодексу Российской Федерации на видовую группу ПИ, относимых к агрохимическому, горнорудному и горнотехническому сырью. Ожидаемое повышение налоговой ставки коснется всех видов твердых ПИ, за исключением угля, алмазов, золота, общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ) [6]. По экспертным оценкам эта мера приведет к росту платежей в консолидированном бюджете в объеме около 90 млрд руб. в год, но для этого необходимо внести соответствующие изменения в Налоговый кодекс Российской Федерации.

Предпринимательское сообщество в стране, имеющее дело с разработкой месторождений твердых по-