DOI: 10.24411/0869-7175-2019-10011

УДК 553.043
© В.Б.Голенев, Д.А.Куликов, 2019

Сравнение российской и зарубежных классификаций и систем подсчёта запасов твёрдых полезных ископаемых

В.Б.ГОЛЕНЕВ, Д.А.КУЛИКОВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

В российской и зарубежных классификациях и системах подсчёта запасов используются общие принципы квалификации и оценки, которые предполагают сбор и анализ геологической информации, определение местоположения и формы тела, количества и качества полезного ископаемого, проверку достоверности получаемых данных. Различия между классификациями и системами оценки являются результатом их разработки независимо друг от друга, в разных внешних условиях и для разных пользователей. Понимание содержания и причин различия способствует росту доверия со стороны международных финансовых кругов к российской системе оценки запасов в условиях растущего международного взаимодействия в области недропользования и глобализации рынков сырья и капитала.
Ключевые слова: классификация, запасы, минеральные ресурсы, твёрдые полезные ископаемые.

Голенев Владимир Борисович
доктор геолого-минералогических наук
golenev_vb@mail.ru

Куликов Данила Алексеевич
кандидат геолого-минералогических наук
kulikov@tsnigri.ru

Comparison of the Russian and foreign nonfuel mineral reserve estimate classifications and systems

V.B.GOLENEV, D.A.KULIKOV (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

The Russian and foreign reserve estimate classifications and systems use common classification and estimation principles implying geological information collection and analysis, orebody location and form, mineral quantity and quality determination, data reliability verification. Differences in estimate classifications and systems are results of their independent development in various environments and for various users. Insight into contents and reasons for differences enhances confidence of international financial community in the Russian reserve estimation system in the context of growing international interaction in subsurface use and globalizing mineral and capital markets.
Key words: classification, reserves, mineral resources, nonfuel minerals.

В мировой практике используются четыре основных системы классификации и подсчёта твёрдых полезных ископаемых:

1) российская;

2) ООН для инвентаризации международных минеральных ресурсов;

3) индийская;

4) CRIRSCO (Денверского союза 1997 г.), куда входят австралийская система JORC (Австралийско-Азиатский стандарт, разработанный Объединённым комитетом по запасам руды Австралийско-Азиатского института горного дела и металлургии, Австралийского института геолого-геофизических исследований и Австралийского совета по минеральному сырью), общеевропейская Reporting Code, канадская CIM, разработанная Канадским институтом горного дела, металлургии и нефти, отражённая в канадском стандарте National Instrument 43-101, американская (США) SME Guide, 2007, южноафриканская SAMREC, чилийская IMEC и другие.

Зарубежные классификации минеральных ресурсов и запасов (на примере CRIRSCO). Как и российская, классификации CRIRSCO отражают постепенное возрастание достоверности геологоразведочных

данных для квалификации минеральных ресурсов по геологической изученности, а также данных о технологических, горнотехнических, экономических и прочих факторах, необходимых для перевода минеральных ресурсов в соответствующие категории запасов. При квалификации запасов и минеральных ресурсов в любой системе преследуется одинаковая цель – определить возможность, целесообразность и очерёдность продолжения работ по подготовке промышленного освоения месторождения, а также уровень достоверности оценки минерально-сырьевой базы. При этом используются общие принципы квалификации и оценки, предполагающие сбор и анализ геологической информации, определение местоположения и формы тела полезного ископаемого, подсчёт количества и качества минеральных ресурсов и пригодных к добыче запасов, проверку достоверности получаемых данных.

Классификациями стандартов CRIRSCO, наиболее распространённым за рубежом, по результатам геологоразведочных работ выделяются минеральные ресурсы и(или) минеральные запасы полезного ископаемого.

За рамки классификаций CRIRSCO выходит геологическая информация, получаемая на самых ранних этапах изучения недр, до тех пор, пока полнота изученности не позволит с уверенностью, соответствующей требованиям к минеральным ресурсам, оценить количество и качество полезного ископаемого. Эта информация представляется в геологической отчётности о результатах геологоразведочных работ (но не в Декларации о минеральных ресурсах и запасах) под различными терминами, например, **Exploration Target** (или **Exploration Potential**) и **Exploration Results**.

Под минеральными ресурсами понимаются скопления, концентрации или проявления в недрах или на поверхности минерального вещества в такой форме и при таком количестве и качестве, которые представляют самостоятельный экономический интерес, а изученность даёт основания предполагать или позволяет сделать обоснованный вывод о возможности его рентабельного извлечения из недр в обозримой перспективе. Местоположение, количество, качество, сплошность тел полезного ископаемого и прочие геологические характеристики изучены, оценены или интерпретированы на основании конкретных геологических данных и признаков, включая различные необходимые виды опробования. Участки недр, не имеющие реальных перспектив для рентабельной эксплуатации в обозримой перспективе, в состав ресурсов не включаются. Минеральные ресурсы полезных ископаемых в порядке возрастания геологической изученности, достоверности и обоснованности геологических данных делятся на **предполагаемые (Inferred Resources), выявленные (Indicated Resources)** и **измеренные (Measured Resources)**. С детальной характеристикой категорий минеральных ресурсов можно ознакомиться в специальных публикациях [2, 6, 7].

Единообразной методологии квалификации минеральных ресурсов по категориям геологической изученности за рубежом не существует. Процедура квалификации, по сути, является обоснованной экспертной оценкой, определяющейся исключительно опытом её исполнителя – компетентного лица.

В международной практике отсутствуют чёткие стандарты зависимости категории минеральных ресурсов от плотности сети. Обычно компетентное лицо использует при квалификации комбинацию нескольких факторов: плотность и геометрия сети, наличие и диапазон корреляционных связей (определяется вариографией), достоверность геологической информации (качество топосновы, привязки скважин и горных выработок, бурения, пробоотбора, аналитических исследований, определения объёмной массы руд и др.) и математически обоснованных показателей интерполяции, определённых в результате геостатистических исследований (радиус эллипсоида поиска, максимальное и минимальное количество проб, необходимых для оценки элементарного блока, минимальное количество пересечений в интерполяции и максимальное количество проб из одного пересечения), визуальный анализ выдержанности рудного тела или зоны минерализации в трёхмерном пространстве, оценка логичности положения рудного тела относительно геолого-структурных элементов строения месторождения, математический (геостатистический) анализ, опыт работы на месторождениях-аналогах при квалификации минеральных ресурсов по категориям, а также другие в основном специфические (индивидуальные) параметры месторождения (см. таблицы 1, 2).

Комплекс критериев, выбираемых для квалификации, и величина граничных параметров зависят от геолого-промышленного типа месторождения, формы, размеров и условий залегания рудных тел, характера распределения минерализации, сложности геологического строения, степени изученности объекта и других особенностей, влияющих на достоверность оценки количества, качества и контуров тел полезного ископаемого. Чем сложнее месторождение, тем больше параметров применяется при квалификации.

Основная величина, используемая при квалификации минеральных ресурсов, – соотношение расстояния между пересечениями и размера зоны влияния (по вариограмме) по трём основным направлениям изменчивости распределения полезного компонента, который (размер) характеризует расстояние распространения корреляционной связи между содержаниями полезного компонента. В общем случае минеральные ресурсы подразделяются на категории в зависимости от расстояния между пересечениями (пробами) следующим образом [5]: **Measured** не более 0,67 зоны влияния; **Indicated** от 0,67 до 1 зоны влияния; **Inferred** от 1 до 2 зон влияния.

Кроме плотности геологоразведочной сети, для целей квалификации минеральных ресурсов используются следующие показатели:

количество проб, попадающих в элементарную ячейку блочной модели (для категорий **Measured** и **Indicated** должно быть не менее 3 проб);

количество выработок, данные которых применяются для оценки средних значений параметра (для категорий **Measured** и **Indicated** должно быть не менее 2 выработок);

количество прогонов, достоверно оценивающих элементарную ячейку блочной модели (для категорий **Measured** и **Indicated** должно быть не более 1 прогона).

Величина остальных классификационных параметров зависит от индивидуальных геологических особенностей месторождения и особенностей методики его изучения.

Под запасами полезного ископаемого в классификациях CRIRSCO понимается часть только **измеренных** и(или) **выявленных** минеральных ресурсов, готовая к отработке, и разработка которой является экономически целесообразной. Запасы подсчитываются с учётом разубоживания и возможных потерь в процессе разработки. Для запасов должны быть выполнены соответствующие оценки и исследования с учётом реалистичных допущений относительно способа и систем разработки, обогащения, металлургической переработки, экономических, сбытовых, правовых, экологических, социальных факторов и отношений с органами власти различных уровней. Такие оценки на момент подготовки подсчёта должны свидетельствовать о возможности экономически эффективной отработки запасов. На основании запасов рассчитывается банковское технико-экономическое обоснование (ТЭО), график производства и проводится реальный экономический анализ проекта. По степени изученности запасы полезных ископаемых делятся на **вероятные (Probable Reserves)** и **доказанные (Proved Reserves).** С детальной характеристикой категорий запасов можно ознакомиться в специальных публикациях [2, 6, 7].

Российская классификация запасов и прогнозных ресурсов.

В российской классификации [1] минерально-сырьевая база твёрдых полезных ископаемых представлена запасами и прогнозными ресурсами.

Запасы подразделяются:

по экономическому значению на две группы: балансовые (экономические), забалансовые (потенциально экономические);

по степени изученности горнотехнических, технологических, экономических, социальных и других условий на две группы: запасы разведанных месторождений (изученность достаточна для разработки ТЭО постоянных разведочных кондиций), запасы оценённых месторождений (изученность достаточна для разработки ТЭО временных разведочных кондиций);

по степени геологической изученности на 4 категории в порядке уменьшения изученности: **A, B, C_1, C_2**.

Классификацией предусмотрено разделение разведываемых и разрабатываемых месторождений на 4 группы по сложности геологического строения. Эти группы определяют допустимые категории запасов на месторождениях. Запасы категории **A** выделяются на участках детализации месторождений 1 группы сложности геологического строения; категории **B** – на участках детализации месторождений 1 и 2 групп сложности; категории C_1 составляют основную часть запасов месторождений 1, 2 и 3 групп сложности, а также могут выделяться на участках детализации месторождений 4 группы сложности; категории C_2 – на месторождениях всех групп сложности, а для 4 группы составляют основную часть запасов, вовлекаемых в разработку.

Категория запасов устанавливается в зависимости от степени изученности, установления, выделения и оконтуривания:

1) размеров, формы и условий залегания тел полезного ископаемого, характера и закономерностей изменчивости их морфологии и строения;

2) безрудных и некондиционных участков внутри тел полезного ископаемого, при наличии разрывных нарушений – их положения и амплитуды смещения;

3) природных разновидностей, промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, их состава и свойств; качества выделенных промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого;

4) распределения и формы нахождения ценных и вредных компонентов в минералах и продуктах переработки и переделов полезного ископаемого.

Основные критерии, используемые при квалификации запасов в российской системе оценки, – группа сложности геологического строения, геолого-промышленный тип месторождения, плотность сети (для каждого месторождения устанавливается индивидуально и для одной категории запасов разная в зависимости от группы сложности и геолого-промышленного типа месторождения), качество геологоразведочных работ, геологическая изученность, включая изученность характера распределения содержаний полезных и вредных (при наличии) компонентов и мощности рудных тел, уверенность в однозначности геометризации рудных тел и надёжности выявления геолого-структурных факторов, контролирующих распределение полезного ископаемого.

При подсчёте запасов с применением геостатистических методов дополнительно используются показатели, позволяющие учесть при квалификации запасов: надёжность интерполяции и наличие несмещённой оценки среднего содержания полезного компонента, соотношение расстояния между пересечениями и размером зоны влияния (по вариограмме) по трём основным направлениям изменчивости оруденения [5]

(соответствие параметров вариограмм разведочной сети и опробованию; сопоставимость блочных моделей, отстроенных разными методами; количество проб в интерполяции; дисперсия кригинга; наклон линии регрессии между истинным (неизвестным) и оцениваемым значением параметра в блоке; вес, отнесённый к среднему (для простого кригинга), процент весов с отрицательным значением; количество проб в элементарной ячейке блочной модели; количество выработок, данные которых применяются для оценки средних значений параметра; количество прогонов, достоверно оценивающих элементарную ячейку блочной модели).

При разделении запасов по категориям в качестве дополнительного показателя разрешается использовать количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчётных параметров [1]. Установлены, но не являются обязательными предельно допустимые отклонения разведанных запасов от «истинных» в подсчётном блоке, объём которого соизмерим с годовой производственной мощностью горного предприятия [6] (в %): <15, <25, <40 и <60, соответственно, для категории **A, B, C_1** и **C_2**, что должно гарантировать точность интегральной оценки запасов на разведанных месторождениях с 15-летним сроком отработки на уровне <10, а на оценённых <15%.

Контур запасов полезного ископаемого всех категорий определяется [1] согласно с требованиями соответствующих кондиций по скважинам и горным выработкам (по результатам их опробования). Для запасов категории **C_1** учитываются также данные геофизических и геохимических исследований, а **C_2** – ещё и результаты геологических построений. Экстраполяция допускается только для запасов категории **C_1** и **C_2**.

Конкретные требования к запасам по категориям геологической изученности и в зависимости от стадии геологоразведочных работ (горнотехнических, технологических, экономических, социальных и других условий) изложены в нормативно-методических документах ГКЗ отдельно для каждого вида твёрдого полезного ископаемого в зависимости от группы сложности геологического строения и геолого-промышленного типа месторождений [3].

Прогнозные ресурсы участков недр подразделяются [1] на категории в порядке уменьшения степени их геологической обоснованности: **P_1, P_2** и **P_3**. Категория прогнозных ресурсов зависит от металлогенического ранга прогнозируемого объекта, то есть определяется его размером (площадью) и масштабом изучения прямых и косвенных предпосылок и признаков полезного ископаемого. Классификация отражает последовательное повышение достоверности оценки прогнозных ресурсов с уменьшением площади прогноза и прогнозно-поисковых работ и увеличением их масштаба. Изученность рудопроявления в результате поисковых работ (изученность глубоких горизонтов и флангов месторождения в результате оценки и разведки) должна быть достаточна для локализации прогнозных ресурсов категории **P_1**, рудного поля – категории **P_2**, перспективной площади в составе рудного района (узла) и иного таксона, превышающего размеры рудного поля, – категории **P_3**.

Требования к прогнозным ресурсам по категориям геологической обоснованности и в зависимости от масштаба и стадии геологоразведочных работ регламентируются нормативно-методическими документами Роснедра и изложены отдельно для каждого вида твёрдого полезного ископаемого в зависимости от рудно-формационного и геолого-промышленного типа прогнозируемых месторождений.

Соотношение российской классификации и системы подсчёта запасов с шаблоном CRIRSCO. Российская классификация [1] во многих отношениях схожа с шаблоном CRIRSCO и характеризует уровень достоверности оценки качественных и количественных характеристик, используемых для подсчёта прогнозных ресурсов и запасов. Один из важнейших принципов российской и зарубежных классификаций – необходимость подтверждения экономической целесообразности разработки запасов. Соответственно, в обоих случаях используется сходный набор геологических, технологических, горнотехнических, экономических и других факторов, на основе которых и строится классификация в зависимости от степени изученности и достоверности данных о полезном ископаемом.

Различия между классификациями являются результатом их разработки независимо друг от друга, в разных внешних условиях и для разных пользователей. Российская классификация разработана в условиях государственной собственности на недра, где принятие решений проводится и в интересах государства по общей утверждённой нормативными документами методологии, и коллективно. Зарубежные шаблоны, наоборот, предназначены для оценки недр, находящихся в частной собственности, предоставляют инвестору возможность оценивать месторождение и стратегию его разработки по предложениям, высказываемым лицом, которое собирается управлять проектом. Зарубежные кодексы также разработаны для защиты инвестора от неверной интерпретации разработчиком проекта потенциала месторождения.

Отличие заключается в том, что в российской классификации полезное ископаемое, оценённое по геологическим признакам, и полезное ископаемое, оценённое по изученности комплекса геологических, технологических, горнотехнических, экономических параметров объекта (без учёта потерь и разубоживания), обозначаются одним термином – запасы. В зарубежных классификациях отдельно существуют минеральные ресурсы, изученность которых определяется с учётом в основном только геологических показателей, и запасы, изученность которых определяется с учётом дополнительно к геологическим ещё и технологических, горнотехнических, экономических, экологических и других

1. Примеры месторождений, квалификация минеральных ресурсов на которых была проведена по параметрам разведочной сети. *По материалам Metallica Minerals Ltd, Info Mine, Scandium International Mining Corp, Resource Development (Phils) Inc, Geology for Investors и др.*

Показатели	Месторождения				
	Nyngan Scandium (Австралия), Agata Nickel (Филипины)	Kamoa Copper (Конго)	Karowe Diamond (Канада)	Samapleu Nickel-Copper (Кот-д'Ивуар)	Kipushi Polymetallic (Конго)
Геолого-промышленный тип	Латеритные кобальт-никелевые коры выветривания	Стратиформный медный в песчаниках и сланцах	Кимберлитовые трубки	Никелево-медный платиноносный в интрузивах мафит-ультрамафитового состава	Медно-цинковый в карбонатных породах
Морфология рудных тел	Плащеобразное субгоризонтальное тело, площадью 500–780×1000 м, мощностью 12–65 м	Пластовое тело площадью 20×15 км, мощностью 3–30 м	Удлинённое тело, состоящее из трёх сближенных конусообразных труб (диаметр наибольшей около 250 м, наименьшей около 70 м); площадь на поверхности 3,3 га, на глубине 120 м от поверхности – 7 га; установленная глубина 480 м	Samapleu – линзообразное круто падающее (40°–70°) тело, длина по простиранию 400 м, ширина 350 м, мощность 2–60 м; Samapleu Extension 1 – пластообразное крутопадающее тело, длина по простиранию 2 км, ширина 50–200 м; зона окисления мощностью 45 м	Крутопадающие (70°) плито- и трубообразные тела: плитообразные (Fault Zone, Série Récurrente и Southern Zinc zone) – 200–420 м по простиранию, 250–300 м по падению, мощностью 1–70 м (преимущественно 5–20 м); трубообразные (Big Zinc Zone) – 200×100 м, по падению на 600 м
Параметры разведочной сети, м	25×25, 50×50, 100×100	100×100, 200×200, 400×400	Сеть квадратная, расстояние между скважинами до глубины 400 м – 40–60 м, ниже 400 м сеть неравномерна, расстояние между скважинами 30–80 м (есть неразбурённые участки)	25×25, 50×50	Mineral Resources – по простиранию 15 м (Fault Zone и Big Zinc Zone) и 12,5 м (Série Récurrente zone), по падению – 10–50 м; на глубоких горизонтах (за пределами Mineral Resources) – по простиранию 15 м, по падению – 100 м
Размер блоков (субблоков) блочной модели, м	Nyngan – 25×25×5 (5×5×1); Agata – 20×20×1 (10×10×1)	100×100×переменная	25×25×12	5×5×2, дискретизация блока 2×2×2	5×5×5 (1×1×1)
Метод оценки количества и качества полезного ископаемого*	ОК	IDS, проверка NN	ОК	ОК	ОК
Комплекс критериев для квалификации	Параметры разведочной сети, геологическая непрерывность	Параметры разведочной сети, геологическая непрерывность	Густота разведочной сети (качественно), геологическая непрерывность	Параметры разведочной сети, геологическая непрерывность	Фиксированное расстояние (логически связанное с параметрами разведочной сети), геологическая непрерывность

Окончание табл. 1

Величины классификационных параметров	Measured: Nyngan – разведочная сеть от 25×25 до 50×50 м, Agata – 25×25 м; Indicated: Nyngan – разведочная сеть 100×100 м, Agata – от 50×50 до 100×100 м; Inferred: Agata – расстояние между скважинами >100 м, Nyngan – не выделялись (непрерывность минерализации в диапазоне >80 м)	Measured – расстояние между скважинами 100 м, геологическая непрерывность; Indicated – расстояние между скважинами 400 м, непрерывность геологических структур и содержаний; Inferred – расстояние между скважинами 800 м, экстраполяция 600 м, непрерывность геол. структур и содержаний Cu – 1%; параметры интерполяции: *1* прогон – сфера, радиус 500 м, количество проб 4–18; *2* прогон – сфера, радиус 1250 м, количество проб 4–18; *3* прогон – сфера, радиус 5000 м, количество проб 1–12	Measured – до глубины 400 м (сеть более густая), Indicated – ниже 400 м (сеть более редкая), параметры вариограмм South Primary – диапазон 115×115×83 м, эффект самородков – 0,12, силл – 0,175; Centre&North Primary – диапазон 90×90×77 м, эффект самородков − 0,172, силл – 0,133; параметры интерполяции: South Primary – 1 прогон: радиус эллипсоида поиска – 100×100×48 м, количество проб 3–10, 2 прогон: радиус эллипсоида поиска – 150×150×96 м, количество проб 3–10; Centre&North Primary – 1 прогон: радиус эллипсоида поиска – 100×100×60 м, количество проб 3–10, 2 прогон: радиус эллипсоида поиска – 150×150×108 м, количество проб 3–10	Samapleu: Indicated – на глубине от 75 м до 200 м от поверхности, расстояние между скважинами по простиранию 25 м, по падению 50 м; Inferred – на глубине до 400 м, сеть 50×50 м; Samapleu Extension 1: Indicated – от поверхности до глубины 150 м, сеть 25×25 м; Inferred – от поверхности до глубины 150 м, сеть 50×50 м; параметры вариограмм: Samapleu по всем направлениям диапазон 1–50 м, диапазон 2–130 м, эффект самородков 0,14% Ni; Samapleu Extension 1: 0°–50° диапазон 1–50 м, диапазон 2–100 м, 0°–140° диапазон 1–63 м, диапазон 2–100 м, 90°–0° диапазон 1–30,5 м, диапазон 2–75,5 м, эффект самородков 0,07% Ni; параметры интерполяции: радиус эллипсоида поиска 30×75×10 м, количество проб 2–12 (из 1 скв. макс. 4 пробы)	Measured – <20 м от скважины, Indicated − <50 м от скважины; разнонаправленные вариограммы: медь (Fault Zone) – диапазон по простиранию 60 м, по падению – 70 м, по мощности – 10 м; цинк (Big Zinc Zone) – диапазон по простиранию 60 м, по падению – 80 м, по мощности – 30 м; медь (Série Récurrente zone) – диапазон по простиранию 20 м, в плоскости минерализации – 150 м; параметры интерполяции: 1 прогон – радиусы эллипсоида поиска соответствуют параметрам вариограмм, количество проб 6–12, из одной скважины не более 4 проб, 2 прогон – радиусы эллипсоида поиска увеличиваются в 1,5 раза, количество проб 6–12, из одной скважины не более 4 проб; 3 прогон – радиусы эллипсоида поиска такие же, как во 2 прогоне, количество проб 5–10, из одной скважины не более 4 проб

Примечание. *Кригинг: OK − обыкновенный (ordinary kriging), IDS − обратных расстояний в квадрате (inverse distance squared), NN – ближайшего соседа (nearest-neighbour).

2. Примеры применения основных классификационных параметров в зависимости от морфологии рудных тел. *По материалам PolyMet Mining, Inc, Mining Journal, Metallica Minerals Ltd, Info Mine, Scandium International Mining Corp, Resource Development (Phils) Inc, Geology for Investors, Sama Resources Inc, Katanga Mining Ltd, Continental Gold Ltd. и др.*

Примеры месторождений	Морфология рудных тел	Расстояние по простиранию до ближайшего композита, м			Число скважин	Число проб	Октант	Содержание полезного компонента/мощность	Оценочный прогон	Оценка достоверности кригинга	Разумная перспектива экономической добычи (с учётом цены)	Сходимость при заверке модели другим методом	Предполагаемая группа сложности по российской классификации	Расстояния по простиранию между пересечениями для запасов российских категорий, м [3]
		Способ определения	Measured	Indicated										
Samapleu Au (Кот-д'Ивуа́р), Salave Polymet (Испания), La joya Ag (Мексика), Norton Lake Cu-Ni (Канада)	Мелкие линзовидные круто- и пологозалегающие тела простого строения	Сеть	<15	<50		±[4]		±[4]			±[4]		3	C_1 20–60
													4	C_1 10
Kipushi Au, Kalukundi Cu-Co, Katanga Au (Конго); Chibuluma (Замбия), Nyngan Co-Ni (Австралия), Agata Co-Ni (Филиппины), Talvivaara Polymet (Финляндия), Yaoure Au (Кот-д'Ивуар),	Пластообразные и крупные линзообразные круто- и пологозалегающие тела относительно простого строения	Сеть, редко диапазон вариограммы	25–50	40–100	±[4]	(±)		(±)	±[4]		±[4]		1	A 75–100 B 150–200 C_1 300–400
Kamoa Cu, Los Azules Au-Cu (Аргентина), Paracatu Au (Бразилия)			100–150	200–400									2	B 20–100 C_1 40–200
													3	C_1 20–60
Zinkgruvan Pb-Zn (Швеция); Cove* Au, Gold Rock Au, Atlanta Au (США)	Субпластовые штокверки, пласто- и линзообразные тела в тектонически нарушенном залегании (сочетание круто- и полого-залегающих структур)	Эллипсоид поиска	20–50	50–85	+[1]	+	±[4]		±				1	A 40–75 B 80–100 C_1 100–200
Livengood Au и Northmet Cu-Ni (США)			90–100	180–200									2	B 20–75 C_1 40–150
													3	C_1 20–60

Окончание табл. 2

Buriticá Au-Ag (Колумбия), Krumovgrad Au-Ag (Болгария), El Compas Au-Ag (Мексика), Longstreet Au-Ag (США), Waihi Au-Ag (Новая Зеландия), Don Nicolás, Pirquitas Ag (Аргентина), Chelopech Cu-Au (Болгария), Guadalupe Au-Ag (Мексика), Saza-Makongolosi Au (Танзания), Seabee Au (Канада), Paul Isnard Au (Гвиана), Buffalo Reef Au (Малазия), SGX Ag-Pb-Zn (Китай), Burnakura Au (Австралия)	Крутопадающие минерализованные жильно-прожилковые и жильные зоны, а также жилы относительно простого строения	Эллипсоид поиска, сеть	<10–25	<25–50	±	±		±[4]	(±)	(±)[3]	±[4]	±	2	B 10–50 C_1 20–100
													3	C_1 20–60
Ashanti Au (Гана), Reefton Au (Новая Зеландия), Sierra Mojada Polymet (Мексика), Вертикальное Ag (Россия)	Крутопадающие минерализованные прожилково-вкрапленные и жильные зоны сложного строения, системы круто- и пологопадающих залежей	Эллипсоид поиска, редко диапазон вариограммы	<20–40	<75	±[1]	+	±[4]	±[4]		(±)[3]	±[4]		3	C_1 20–60
													4	C_1 10
Didipio (Филипины), Sangdong (Ю.Корея), Blackwater Au (Канада), Maricunga Au (Чили), Cerro del Gallo Au-Ag-Cu (Мексика), Southern Oyu Au (Монголия),	Штокверки и штокверкоподобные крутопадающие (до субвертикальных) тела	Диапазон вариограммы, эллипсоид поиска, сеть	20–50	50–100	±	±	(±)	(±)	(±)	(±)[3]	±[4]		1	A 75 B 100 C_1 100
El Morro Au-Cu, Caspiche Au-Cu и Peñasquito Au-Polymet (Чили); Boa Esperança Cu-Co (Бразилия)			<50–70	<110–130									2	B 20–50 C_1 40–100
													3	C 20–60

Примечание. «+» – встречается на всех месторождениях группы, «±» – встречается не на всех месторождениях группы, но относительно часто, «(±)» – встречается редко;* – расстояния между скважинами на месторождении Cove (США) соответствуют принятым для мелких линзовидных тел; [1]в том числе учтены месторождения, на которых число скважин выраженно через число проб, необходимых для классификации, и максимальное число проб в одной скважине; [2]в том числе учтены месторождения, на которых число проб выраженно через число скважин, необходимых для классификации, и максимальное число проб в одной скважине; [3]в том числе учтены месторождения, на которых в качестве классификационных параметров использовались следующие параметры оценки достоверности кригинга: наклон линии условной погрешности кригинга, отклонение от нижнего 90% доверительного предела (дисперсия кригинга), эффективность кригинга, регрессия, нижний доверительный предел (блока); [4]параметры, встретившиеся на одном из месторождений рассматриваемой группы.

показателей. В российской классификации участок недр может быть учтён только в одной категории запасов или прогнозных ресурсов, в зарубежных – один и тот же объём одновременно может быть отнесён как к одной из двух категорий минеральных ресурсов, так и запасов.

В отличие от зарубежных, российская система оценки предусматривает необходимость подтверждения экономической возможности разработки не только запасов, но и прогнозных ресурсов, особенно категории $\mathbf{P}_1$ на новых объектах и площадях, оценённых прямыми способами за счёт средств федерального бюджета. Однако при наличии на месторождении запасов любой категории прогнозные ресурсы не учитываются при оценке экономических параметров разработки объекта, так же как и их эквивалент в зарубежных системах.

С точки зрения международной практики российские требования к детальности изучения объектов недропользования обеспечивают получение аналогичных, не меньших объёмов и достоверности геологических и других (горнотехнических, технологических, экономических и др.) данных, которые обычно предусматриваются в международных проектах [6].

Требования к составу, полноте и качеству информации, используемой для квалификации запасов в России, не уступают требованиям зарубежных стандартов (табл. 3). Данные, представляемые в ГКЗ, содержат всю необходимую информацию для проведения тщательной проверки, которая производится группой специалистов и включает рассмотрение сложности геологического строения месторождения, особенностей распределения полезных компонентов, степени изученности месторождения (сеть скважин, наличие подземных горных выработок, геофизические, геохимические, опробовательские, аналитические и другие виды работ), качества результатов геологоразведочных работ, способа и порядка подсчёта запасов, который выполняется в соответствии с регламентированными стандартными процедурами (методиками), показателей кондиций, а также целого ряда экономических, технологических, металлургических, горно-геологических, экологических и других необходимых характеристик. Со стороны Роснедр осуществляется контроль за квалификацией и оценкой запасов и прогнозных ресурсов, в том числе и за соблюдением интересов государства как собственника недр, за раскрытием информации о минерально-сырьевой базе полезных ископаемых.

Ответственность за подсчёт и квалификацию запасов по международным стандартам возлагается только на одно компетентное лицо, которое должно быть уверенным, что используемый им подход соответствует общепринятой практике, и которое единолично определяет, к какой категории запасов и минеральных ресурсов относятся выполненные расчёты. Методика и процедура подсчёта (производится по международным стандартам с применением геостатистики), соответствие геостатистического моделирования особенностям геологического строения месторождения детально не рассматриваются, не регламентируются, проверить и воспроизвести их зачастую невозможно. Подсчёт на основе геостатистических методов в зарубежных системах не контролируется, в отличие от российской системы, где контролю подлежит любой подсчёт, будь то традиционные методы геологических блоков или разрезов или с применением геостатистических методов.

Зарубежные кодексы регулируют отчётность, но не способ и методику, которыми оценивают минеральные ресурсы и запасы твёрдых полезных ископаемых. В этой связи зарубежные шаблоны регламентируют в основном структуру и содержание подсчётов, но не требования к методике и достоверности количественной и качественной оценки минеральных ресурсов и запасов и их квалификации.

При отсутствии геологических границ полезного ископаемого подсчёт в зарубежных системах проводится в других контурах рудных тел (свободных оболочках) по сравнению с российской системой, где границы устанавливаются «жёстко», только по кондициям для запасов или оценочным параметрам для прогнозных ресурсов. Поэтому количество, качество и контуры тел полезного ископаемого, определённые в российской и зарубежных системах подсчёта при отсутствии геологических границ, как правило, всегда различаются.

Показатели кондиций в российской системе утверждаются государством и регулируют его взаимоотношения как владельца недр с недропользователем. Кондиции не только влияют на границы, качественные и количественные характеристики запасов, передаваемых государством недропользователю, но и определяют отчётность по разработке месторождения: движение запасов, их подтверждаемость при разработке, фактические потери и разубоживание и др.

В зарубежных системах подсчёт минеральных ресурсов и запасов при отсутствии геологических границ ведётся в пределах области предполагаемого развития промышленных руд. Границы этой области при отсутствии геологических критериев (что характерно для многих видов твёрдых полезных ископаемых) выделяются по так называемому «природному борту» или условному экономическому содержанию в пробе, которые соответствуют примерно половине или даже ниже («природный борт») предполагаемого экономически обоснованного минимального содержания компонента в ячейке блочной модели и охватывают всю область проявления минерализации, включая и непромышленные концентрации. Это соотношение не имеет серьёзного обоснования, и вопрос выбора минимального содержания в пробе для построения границ области проявления полезной минерализации остаётся открытым. Определяется оно только решением компетентного лица. Далее в области минерализации выделение рудной и безрудной части происходит по минимальному

содержанию в элементарных ячейках блочной модели, а не по бортовому содержанию в пробах, максимальной мощности внутри рудного прослоя пустых пород и минимальной мощности рудного интервала, применяемых в России для выделения руды и относящихся к рядовым пробам.

Линейные рядовые пробы и трёхмерные элементарные ячейки блочной модели характеризуются разными размерами и геометрией, что предопределяет различие статистических распределений содержаний полезного компонента по ним. Разделение недр на рудную и безрудную части по одинаковой величине содержания в пробах и в элементарных ячейках приводит к появлению систематического различия в оценке средних содержаний в руде, запасов руды и полезного компонента при сравнении результатов подсчёта по рудным телам, выделенным, с одной стороны, по кондициям или, с другой стороны, по параметрам элементарной ячейки блочной модели, при одном и том же способе подсчёта (геостатистическими методами). Различия перечисленных оценок возрастают по мере повышения бортового содержания [5].

Величина различия также зависит от природных особенностей объекта, параметров геостатистической модели, размеров элементарной ячейки блочной модели, соотношения уровня содержаний бортового и для выделения минерализованной зоны или подсчётного объёма в блочной модели, плотности разведочной сети и от других факторов. В целом использование одинаковых значений для рядовых проб и элементарных ячеек блочной модели в условиях свободных оболочек всегда приводит к систематическим расхождениям в оценке содержаний. Для устранения расхождений даже существует специальный математический аппарат, реализованный в ряде информационных технологий специально для подгонки результатов к условиям Российской системы оценки запасов. Применение этого аппарата корректирует содержания в элементарной ячейке блочной модели, что обеспечивает некоторую сходимость результатов подсчёта в контурах, построенных: 1) с использованием кондиций и 2) по природному или условному экономическому борту с последующим выделением рудной части по содержанию в элементарной ячейке блочной модели.

Традиционно применяемые в России показатели кондиций не могут быть напрямую введены или не могут соблюдаться в практике работы с блочными моделями, как это принято в зарубежных системах подсчёта. А используемые в зарубежных системах показатели для оконтуривания рудных тел под геостатистические методы не применимы в российской системе оценки, так как не могут быть напрямую сопоставлены с показателями кондиций и относятся к другим объёмам руды.

Таким образом, отличия российской классификации и системы оценки запасов заключаются в том, что системы CRIRSCO:

1. Имеют стандарты отчётности о минеральных ресурсах и запасах, но не регламентируют способы и методики их квалификации по категориям и оценке (представлены в схематичной обобщённой форме), а российская – при наличии стандартов отчётности предусматривает проведение квалификации и оценки по категориям известными апробированными способами по утверждённым методикам, которые детализированы по каждому виду полезного ископаемого в серии инструкций и методических рекомендаций.

2. Базируются на доверии к компетентному лицу, производящему оценку, а российская – на возможности проведения проверки на любом этапе оценки и любых материалов, положенных как в основу квалификации, так промежуточных расчётов и итоговых результатов, и последующей коллегиальной приёмке оценок запасов и прогнозных ресурсов.

3. Используют способы оценки, основанные исключительно на геостатистических методах, реализуемых с помощью специальных горно-геологических компьютерных технологий и систем, а российская – более гибкая, допускает применение наряду с традиционным подсчётом геологическими блоками и разрезами также геостатистических методов и использование подсчёта как в «ручном» режиме, так и с помощью различных общераспространённых расчётных и графических пакетов компьютерных программ, а также и специальных горно-геологических компьютерных технологий и систем, в том числе с использованием трёхмерных моделей месторождений и рудных тел.

4. Определяют геологическую изученность объекта и квалификацию запасов и минеральных ресурсов в основном только в зависимости от плотности сети, а российская – в первую очередь от сложности геологического строения месторождения и его геолого-промышленного типа, которые в комплексе влияют на набор категорий запасов, выбор необходимого комплекса геологоразведочных работ и плотности сети.

5. Оценивают извлекаемые запасы с учётом потерь и разубоживания (только стандарт ООН предусматривает забалансовые запасы), а российская – в недрах, без учёта потерь и разубоживания, с разделением запасов по балансовой принадлежности (экономическому значению), извлекаемые (эксплуатационные) запасы российской классификацией не предусмотрены, а вводятся методическими рекомендациями ГКЗ [4].

6. Предусматривают в основном только два кондиционных показателя (минимальное содержание полезного компонента в элементарной ячейке и размеры элементарной ячейки блочной модели), величины которых выбираются произвольно и пересматриваются в зависимости от изменения экономической ситуации без регулирования со стороны государства, а российская – комплекс показателей кондиций, который обосновывается в процессе специальных исследований, проходит коллегиальную экспертную проверку,

3. Сопоставление основных критериев, используемых при квалификации запасов в России и минеральных ресурсов за рубежом по категориям геологической изученности

Параметры	Стандарты CRIRSCO	Российский стандарт
Точность и достоверность исходных данных	Оценивается качество геологоразведочных работ: топографической основы; привязки горных выработок и скважин; буровых работ (диаметр и интервалы бурения, выход керна и др.); горных работ; опробования; пробоподготовки; аналитических исследований (соблюдение методики аналитических исследований, оценка соответствия современным требованиям точности); определения объёмной массы; других факторов, влияющих на достоверность оценки запасов (ни один из факторов не контролирует квалификацию минеральных ресурсов и запасов, каждый фактор влияет на конечный результат)	
Проверяемость исходных данных	Учитывается (обычно сохраняются журналы документации предшествующих разведочных работ, вторые половинки керна или истёртых образцов и др., поэтому отсутствие данных какого-либо периода снижает категорию)	Могут не учитываться (керн и дубликаты проб часто утрачиваются или уничтожаются) при наличии результатов опробования, описания методики опробования и результатов внешнего и внутреннего геологического контроля анализов, в подсчёте и при квалификации запасов на равных используются современные и ретроспективные данные без учёта возможности их проверки
Непрерывность минерализации	Учитывается (геологическими наблюдениями и геостатистическими исследованиями (с учётом расстояния между пробами))	Учитывается (геологическими наблюдениями и статистическими исследованиями (без учёта расстояния между пробами); геостатистическими исследованиями (с учётом расстояния между пробами) на всех месторождениях при подсчёте блочным моделированием и на единичных месторождениях при подсчёте традиционными методами)
Однородность геологического строения, выдержанность условий залегания и др.	Учитывается (выделением доменов по вариографии (участки рудных тел, приуроченные к обособленным тектоническим блокам, но не отличающиеся по вариографии и статистическим параметрам оруденения в отдельные домены не выделяются), лито- и петрографическому составу вмещающих пород, статистическим параметрам (изменчивости мощности и содержаний), основным показателям качества и технологическим свойствам)	Учитывается (выделением подсчётных блоков однородных по геологическому строению (степени изменчивости мощности и содержаний, внутреннему строению и вещественному составу рудных тел), приуроченности к единому структурному элементу, в том числе тектоническому блоку, ограниченному нарушениями, основным показателям качества (средней мощности и среднему содержанию), технологическим свойствам и горнотехническим условиям разработки)
Плотность разведочной сети	Учитывается (математически в 3D формате с жёстко регламентированным предельно допустимым отклонением)	Учитывается (графически в 2D формате с нерегламентируемым предельно допустимым отклонением от номинала)
Степень изученности параметров, определяющих количество и качество руд	Учитывается (плотностью разведочной сети, 3D геометрией проб, расстоянием от центроида до ближайшего композита, диапазоном вариограммы, ограничением минимального и максимального количества проб, необходимого для квалификации)	Учитывается (плотностью разведочной сети, ограничением минимального количества проб, необходимого для подсчёта запасов в блоке)

Окончание табл. 3

Соответствие плотности разведочной сети сложности геологического строения месторождения	Учитывается (визуальным сопоставлением непрерывности геологических структур, содержаний, мощности с результатами многовариантного вариограммного анализа, данными отладки и проверки качества конфигурации кригинга (дисперсия и эффективность кригинга, наклон линии условной погрешности и др.), а также сопоставлением с сетями более детально изученных ближайших (по строению, обстановке нахождения и, по возможности, географически) месторождений-аналогов)	Учитывается (анализ геологических данных, формы и условий залегания рудных тел, содержаний, мощности на участках детализации сети и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям)
Разумная перспектива экономической добычи	Учитывается (вводятся браковочные кондиции (мощности и содержания (cut-off и cut-off grade), учитывающие предполагаемый способ отработки; строится оптимизированный контур карьера с учётом существующих на момент оценки и прогнозируемых в долгосрочной перспективе цен на минеральное сырье; минеральные ресурсы по степени изученности подразделяются на 3 категории, экономически значимая часть ресурсов двух наиболее изученных категорий относится к запасам, минеральные ресурсы наименее изученной категории (Inferred) в запасы не переводятся независимо от экономического значения)	Учитывается (вводятся браковочные кондиции (минимальная мощность рудного тела, максимальная мощность внутри рудного пустого прослоя, бортовое содержание полезного компонента и др.), учитывающие предполагаемый способ отработки; строится оптимизированный контур карьера с учётом сложившихся (на протяжении последних 3–5 лет, предшествующих оценке) цен на минеральное сырьё; запасы подразделяются на: 4 независимые категории по степени геологической изученности; 2 группы по экономическому значению (балансовые/забалансовые), категория изученности экономически не перспективных на момент оценки запасов не понижается; 2 группы в зависимости от изученности технологических, горно-геологических, экологических и других факторов (оценённые и разведанные))
Экстраполяция	Учитывается (возможность и параметры экстраполяции жёстко регламентированы в зависимости от категории минеральных ресурсов и запасов)	
Метод квалификации запасов	Блочное моделирование (геостатистический анализ)	Графический в 2D формате и(или) блочное моделирование (геостатистический анализ)
Основные классификационные параметры		Группа месторождения по сложности геологического строения; геолого-промышленный тип месторождения
	Качество геологоразведочных работ; степень уверенности в геологоразведочных данных, геологической интерпретации, геометризации рудных тел; равномерность и густота распределения данных (плотность, равномерность и выдержанность разведочной сети); изменчивость, выдержанность содержания полезного компонента и мощности рудных тел; соотношение параметров вариограммы, разведочной сети и опробования; результаты проверки качества конфигурации кригинга (наклон регрессии, эффективность кригинга и др.); сопоставимость моделей, построенных разными методами; количество проб, попадающих в элементарную ячейку блочной модели; количество выработок, данные которых применяются для оценки средних значений параметра; количество прогонов, достоверно оценивающих элементарную ячейку блочной модели	

утверждается уполномоченным государственным органом, изменяется также с ведома этого органа и регулирует отношения государства (собственника недр) и недропользователя.

7. Определяют границу рудного тела (подсчёта запасов и минеральных ресурсов) при отсутствии геологических критериев без серьёзного обоснования по заключению компетентного лица, как правило, по содержанию в пробе, равному примерно половине предполагаемого в зависимости от экономической конъюнктуры, содержания компонента в элементарной ячейке блочной модели, а российская – по обоснованному вариантными геолого-экономическими расчётами комплексу показателей кондиций, учитывающих законодательство и комплекс геологических, экономических, горно-технических, экологических и других условий, проверенных и утверждённых уполномоченным государственным органом.

8. Производят квалификацию и подсчёт минеральных ресурсов и запасов в области предполагаемого развития промышленного оруденения без требований к жёсткой геометризации промышленных контуров, а российская осуществляет это на основе выделения жёстких границ рудных тел по показателям кондиций с использованием ошибки геометризации (определения границ рудных тел) запасов в качестве одного из ведущих показателей их изученности.

9. Не регламентируют размеры подсчётных блоков, а российская – ограничивает их максимальные размеры для запасов категории **А**, **В** и $\mathbf{C_1}$.

10. Во главу угла при оценке запасов и минеральных ресурсов ставят только инвестиционную прозрачность и экономическое обоснование эксплуатации месторождения, а российская дополнительно учитывает необходимость полного использования недр и проведения в государственных интересах инвентаризации запасов и их учёта, в том числе и на основании геологических факторов (сложности геологического строения).

Сопоставлять с категориями зарубежных минеральных ресурсов и запасов желательно только запасы, утверждённые ГКЗ, и прогнозные ресурсы, апробированные профильным НИИ, уполномоченным для этих целей Роснедра. Факт прохождения запасами государственной экспертизы подтверждается экспертными заключениями, протоколами, утверждёнными в установленном порядке, и включением запасов в Государственный Баланс. Факт апробации прогнозных ресурсов подтверждается экспертными заключениями, протоколами, утверждёнными в установленном порядке, и постановкой прогнозных ресурсов на государственный учёт. Так называемые «авторские» оценки запасов и прогнозных ресурсов, как правило, нежелательно сопоставлять из-за их частого несоответствия нормативно-методическим документам, регламентирующим подсчёт и квалификацию запасов и прогнозных ресурсов в России, и оптимистичной, завышенной оценки качества и количества полезного ископаемого, инвестиционной привлекательности объекта.

Примерное соотношение категорий запасов и прогнозных ресурсов российской классификации и системы оценки с категориями запасов и минеральных ресурсов шаблона CRIRSCO приведено в табл. 4. Данное соотношение несколько отличается от рекомендуемого ГКЗ [6] в части большего учёта стадийности геологоразведочных работ и сложности геологического строения месторождений.

Балансовые и забалансовые (при условии, что последние имеют реальные перспективы рентабельного освоения в обозримый период) запасы категории **А, В,** $\mathbf{C_1}$ и $\mathbf{C_2}$ и прогнозные ресурсы категории $\mathbf{P_1}$ (при реальной перспективе рентабельного освоения в обозримый период) могут рассматриваться в качестве близкого эквивалента минеральных ресурсов в зарубежных стандартах по причине идентичного набора требований к выделению категорий. Как правило, балансовые и забалансовые (при условии, что последние имеют реальные перспективы рентабельного освоения в обозримый период) запасы категории **А, В** на месторождениях 1–2 групп сложности геологического строения и $\mathbf{C_1}$ по месторождениям 3 и 4 групп сложности геологического строения на стадии опережающая и сопровождающая эксплуатационная разведка, а также на участках детализации, созданных на стадии разведка, могут быть сопоставлены по геологической изученности с **измеренными (Measured)** минеральными ресурсами.

Балансовые и забалансовые (при условии, что последние имеют реальные перспективы рентабельного освоения в обозримый период) запасы категории $\mathbf{C_1}$ при отсутствии на месторождениях 1–2 групп сложности запасов категории **А** и (или) **В** (стадия оценка), 3–4 групп сложности участков детализации (стадии оценка, разведка) и частично $\mathbf{C_2}$ на месторождениях 1–4 групп сложности при наличии по рудному телу запасов категории $\mathbf{C_1}$ (стадии оценка и разведка) сопоставляются с **выявленными (Indicated)** минеральными ресурсами.

Балансовые и забалансовые (при условии, что последние имеют реальные перспективы рентабельного освоения в обозримый период) запасы категории $\mathbf{C_2}$ частично на месторождениях 1–4 групп сложности при отсутствии категории $\mathbf{C_1}$ (стадия оценка), а также в полном объёме прогнозные ресурсы категории $\mathbf{P_1}$ (при реальной перспективе рентабельного освоения в обозримый период) сопоставляются по изученности с **предполагаемыми (Inferred)** минеральными ресурсами.

Запасы категории $\mathbf{C_2}$ могут учитываться при планировании разработки месторождения. В зарубежных системах соответствующие им **предполагаемые** минеральные ресурсы не отражаются в составе запасов полезного ископаемого в официальных документах.

Прогнозные ресурсы категории $\mathbf{P_2}$ и $\mathbf{P_3}$ соответствуют понятию **результаты геологических исследований** (**Exploration Results, Exploration Target,**

4. Возможное соотношение запасов и прогнозных ресурсов российской классификации и системы оценки твёрдых полезных ископаемых с минеральными ресурсами и запасами шаблона CRIRSCO

Категории российской классификации и системы оценки	Категории шаблона CRIRSCO
Прогнозные ресурсы категории P_3 и P_2	Результаты геологических исследований (Exploration Results, Exploration Target, Exploration Potential)
Прогнозные ресурсы категории P_1*	Предполагаемые (Inferred) минеральные ресурсы
Балансовые и забалансовые** запасы категории C_2 на месторождениях 1–4 групп сложности при отсутствии категории C_1 (стадия оценка)	
Балансовые и забалансовые** запасы категории C_2 на месторождениях 1–4 групп сложности при наличии по рудному телу запасов категории C_1 (стадии оценка и разведка)	Выявленные (Indicated) минеральные ресурсы
Балансовые и забалансовые** запасы категории C_1 при отсутствии на месторождениях: 1–2 групп сложности запасов категории А и (или) В (стадия оценка); 3–4 групп сложности участков детализации (стадии оценка, разведка)	
Балансовые и забалансовые** запасы категорий: А и В на месторождениях 1–2 групп сложности; C_1 на месторождениях 3–4 групп на стадиях опережающая и сопровождающая эксплуатационная разведка, на участках детализации на стадии разведка, на месторождениях 1–2 групп сложности при наличии по рудному телу запасов категории А и(или) В	Измеренные (Measured) минеральные ресурсы
Балансовые эксплуатационные*** запасы категории C_2 на месторождениях 1–4 групп сложности при наличии по рудному телу запасов категории C_1 (стадии оценка и разведка)	Вероятные (Probable) запасы
Балансовые эксплуатационные*** запасы категории C_1 при отсутствии на месторождениях: 1–2 групп сложности запасов категории А и (или) В (стадия оценка); 3–4 групп сложности участков детализации (стадии оценка, разведка)	
Балансовые эксплуатационные*** запасы категорий: А и В на месторождениях 1–2 групп сложности; C_1 на месторождениях 3–4 групп на стадиях опережающая и сопровождающая эксплуатационная разведка, на участках детализации на стадии разведка, на месторождениях 1–2 групп сложности при наличии по рудному телу запасов категории А и(или) В	Доказанные (Proved) запасы

Примечание. *При реальной перспективе рентабельного освоения в обозримый период; **при условии, что забалансовые запасы имеют реальные перспективы рентабельного освоения в обозримый период; ***эксплуатационные запасы российской классификацией не предусмотрены, а вводятся Методическими рекомендациями по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчёта запасов месторождений твёрдых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев), 2007.

Exploration Potential), которые находятся за рамками классификаций, но включены в стандарты геологической отчётности CRIRSCO. Это понятие в зарубежной практике обычно рассматривается не столько с точки зрения количественных характеристик, сколько в качестве показателя потенциальной рудоносности перспективной площади или района. На основе результатов геологических исследований после проведения более детальных геологоразведочных работ могут быть получены минеральные ресурсы или запасы.

Полный эквивалент **вероятным** и **доказанным** запасам в трактовке зарубежных стандартов в российской классификации отсутствует. Наиболее близки к ним балансовые запасы категории **А, В, C_1** и **C_2**, но в отличие от **вероятных** и **доказанных** запасов, последние определяются без учёта охранных целиков, потерь и разубоживания. Однако эксплуатационные балансовые запасы категории **А, В, C_1** и **C_2** (последние частично в зависимости от обоснованности и уверенности выделения и только аналог категории **выявленные (Indicated)** ресурсы), которые подсчитываются уже с учётом потерь и разубоживания при определении технико-экономических показателей проекта разведочных кондиций в российской системе оценки, являются

наиболее близким аналогом **вероятных** и **доказанных** запасов в зарубежных стандартах. Набор критериев для квалификации **вероятных** и **доказанных** запасов аналогичен набору критериев, используемых для квалификации балансовых эксплуатационных запасов. Однако российской классификацией понятие эксплуатационных запасов не предусмотрено. Оно вводится Методическими рекомендациями ГКЗ [4]. При этом следует отметить некоторые различия, обусловленные тем, что эксплуатационные запасы в российской системе должны определяться и с учётом критерия максимального использования недр, в первую очередь в интересах государства.

Аналогом **вероятных (Probable Reserves)** запасов можно рассматривать эксплуатационные балансовые запасы разведанных и оценённых месторождений 1–4 групп сложности категории $\mathbf{C_2}$ (при наличии по рудному телу запасов категории $\mathbf{C_1}$), а также $\mathbf{C_1}$ при отсутствии на месторождениях: 1–2 групп сложности запасов категории **А** и (или) **В** (стадия оценка); 3–4 групп сложности участков детализации (стадии оценка, разведка). Аналогом **доказанных (Proved Reserves)** запасов полезного ископаемого в зарубежных стандартах можно рассматривать эксплуатационные балансовые запасы разведанных месторождений категории **А, В** (1–2 группа сложности) и $\mathbf{C_1}$ (месторождения 3 и 4 группы сложности геологического строения на стадии опережающая и сопровождающая эксплуатационная разведка, а также на участках детализации, созданных на стадии разведка).

Понятие забалансовые запасы, которые в перспективе могут быть переведены в балансовые, классификациями CRIRSCO не предусматривается. Эквивалент потенциально экономических запасов в зарубежных системах входит в состав минеральных ресурсов с сохранением категории по геологической изученности при условии, что они имеют достаточно реальные перспективы рентабельного освоения в обозримой перспективе, но не могут быть переведены в запасы на момент проведения оценки по причинам, не связанным с геологической изученностью.

Приведённое приравнивание категорий российской и CRIRSCO систем несколько отличается от мнения ГКЗ [6], однако, как и точка зрения ГКЗ, не является механическим и должно производиться на основе профессиональных и аргументированных решений применительно к конкретным геологическим, горнотехническим, географо-экономическим и другим особенностям каждого месторождения (что обусловлено многообразием видов твёрдых полезных ископаемых, геолого-промышленных типов и геолого-структурных условий локализации месторождений) и специфике геологоразведочных работ по его изучению.

Количество, качество и контуры тел полезного ископаемого в сопоставимых по изученности категориях российской и зарубежных классификаций могут быть одинаковыми только при наличии геологических границ рудных тел.

В сопоставимых по изученности категориях российской и CRIRSCO классификаций при отсутствии геологических границ фактически сравниваются разные объёмы полезного ископаемого. Причины – различный подход к выбору параметров для оконтуривания и разная методика оконтуривания тел полезного ископаемого в российской и зарубежных системах оценки, даже если подсчёт ведётся одним и тем же (геостатистическим) методом. В результате количество, качество и контуры тел полезного ископаемого в сопоставимых по изученности категориях российской и CRIRSCO классификаций практически всегда разные при отсутствии геологических границ.

Понимание содержания и причин различия российской и зарубежных систем классификации и оценки запасов способствует:

1. Росту доверия со стороны международных финансовых кругов к российской системе оценки запасов в условиях растущего международного взаимодействия в области недропользования и глобализации рынков сырья и капитала.

2. Выработке согласованного единого подхода специалистов при переводе оценок запасов из российской в зарубежные системы и наоборот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Классификация* запасов и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых. Утверждена приказом МПР РФ от 11.12.2006 г. № 278.
2. *Кодекс* JORC. AusIMM. Перевод А.А.Немытова (группа IMC Montan). 2012.
3. *Методические* рекомендации по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых. – М.: ГКЗ РФ, 2007.
4. *Методические* рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчёта запасов месторождений твёрдых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). – М.: ГКЗ РФ, 2007.
5. *Рекомендации* к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по технико-экономическому обоснованию кондиций и подсчёту запасов твёрдых полезных ископаемых с использованием блочного моделирования на месторождениях различного морфологического типа. – М.: ГКЗ РФ, 2015.
6. *Руководство* по гармонизации стандартов отчётности России и CRIRSCO. – М.: ГКЗ РФ, 2010.
7. *Требования* фондовых бирж Лондона и Торонто к техническим отчётам по месторождениям твёрдых полезных ископаемых / Отв. ред. К.А.Пшеничный. Перевод. – СПб.–М.: НАЭН, 2012. http://www.gold.1prime.ru/bulletin/analytics/show.asp?id=7934