

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
Всесоюзной научно-исследовательский институт экономики
минерального сырья и геологоразведочных работ (ВНИЭМС)

Для служебного пользования

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО ОЦЕНКЕ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ
ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Выпуск I
Принципы и методы оценки

Изложены научно-методические основы, принципы и методы прогнозирования ресурсов месторождений твердых полезных ископаемых. Охарактеризованы цели, задачи и содержание работ, требования к исходным материалам для прогнозирования и категоризации прогнозных ресурсов в соответствии с действующей стадийностью геологоразведочного процесса. Рассмотрены методы и приемы количественной оценки, общий порядок апробации и учета прогнозных ресурсов, принципы их использования для перспективного планирования геологоразведочных работ.

Выпуск подготовлен по материалам ВИМСа, ВИЭМСа, ВНИИгеол-неруда, ВСЕГЕИ, ИМГРЭ, ЦНИГРИ.

Редакционная коллегия "Методического руководства по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых";

главный редактор В.М.Волков, зам.гл. "редактора А.И.Ксивцов, В.М.Терентьев, члены редколлегии З.С.Быкадоров, Н.1; Зедерников, М.Н.Денисов, В.В.Иванов, И.Л.Мигачев, В.А.Нэосеев, З.Т.Докалов, И.Прокопчук, В.Д.Зедорчук, И.Б.Флеров

Ответственный редактор выпуска I А.И.Кривцов

Введение

"Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986-1990 гг. и на период до 2000 года" перед геологами поставлена задача - повысить уровень научного обоснования прогнозов и геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых.

Уровень достоверности прогнозных построений и геолого-экономических оценок прямо влияет на результативность геологоразведочных работ, в первую очередь поисковых и поисково-оценочных, доли этих работ, обеспечивающих создание необходимого задела для развития минерально-сырьевой базы СССР, существенно возрастает в XII пятилетке. В соответствии с этим важнейшим направлением геологических исследований является создание и внедрение эффективных научно обоснованных методик прогноза перспективных площадей и оценки прогнозных ресурсов на геолого-экономической основе. Количественное геологическое прогнозирование становится одним из наиболее действенных средств интенсификации геологоразведочного производства. Оно позволяет локализовать работы на ограниченных наиболее перспективных площадях, обеспечивая тем самым обнаружение месторождений с минимальными затратами.

Составлению данного "Методического руководства" предшествовало рассмотрение принципов и методов прогнозирования на ряде отраслевых и межведомственных совещаний. Анализ методов предшествующих оценок прогнозных ресурсов был проведен головными НИИ Мингео СССР; полученные материалы были обобщены на выездной сессии секции НТС Мингео СССР, проведенной в Ленинграде в феврале 1965 г. Секцией НТС были определены принципы построения "Методического руководства", его содержание и организации-составители.

"Методическое руководство" составлено в соответствии с приказом Мингео СССР от 27.08.86 № 468.

Цель "Методического руководства по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых" - внедрить в практику геологоразведочных работ научно обоснованные методы и методики прогноза минеральных ресурсов, что особенно важно в условиях введения в системе Мингео СССР противозатратного хозяйственного механизма.

При подготовке "Методического руководства" обобщены передовые достижения в

области металлогении и геологии месторождений полезных ископаемых, полученные в последние годы. В Руководстве рассматриваются научно-методические основы прогнозирования, опирающиеся на приемы формационного анализа, получившие в настоящее время интенсивную разработку. Исходной методологической предпосылкой прогнозирования служит принцип геологической аналогии, который используется для определения позиций месторождений по геологическим ситуациям а также для определения количественных и качественных параметров прогнозных ресурсов. Раздел, посвященный методам количественного геологического прогнозирования, включает сводку практически всех известных подсчетных формул для оценки прогнозных ресурсов. Это дает возможность выбрать одну из них применительно к конкретным условиям прогноза. Данные, характеризующие продуктивность различных формаций, облегчают количественное прогнозирование ресурсов. Правила категоризации прогнозных ресурсов впервые приведены в соответствии с действующей стадийностью геологоразведочных работ. Детально рассмотрены особенности прогнозирования при геологической съемке, поисках, поисково-оценочных и разведочных работах. Все это должно помочь выработке единой стратегии и тактики количественного геологического прогнозирования, способствовать повышению достоверности и надежности прогнозных оценок и обеспечить сопоставимость результатов прогнозирования по различным месторождениям, районам и регионам страны.

Введение прогнозных ресурсов в конечные результаты работ всех стадий геологоразведочного процесса определяет обязательность их геолого-экономической оценки. Ее цель состоит в том, чтобы своевременно установить возможное народнохозяйственное значение ресурсов прогнозируемых месторождений и определить целесообразность дальнейших работ. Положительные результаты геолого-экономической оценки служат основанием для принятия решения о выборе первоочередных объектов. Применение оценочных кондиций, отражающих современные требования промышленности к количеству и качеству ресурсов, помогает избежать принятия ошибочных решений и предотвращает проведение работ на объектах с недостаточно высоким потенциалом ресурсов полезного ископаемого. Благодаря выбору под первоочередные работы только наиболее высоко оцениваемых при прогнозировании объектов реально повышается практическая результативность геологоразведочных работ, а тем самым и их народнохозяйственная эффективность.

"Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых" состоит из следующих выпусков:

I. Принципы и методы оценки. ВИЗДС, ВМС, ВНИИгеолнеруд, ВСЕГЕИ, ИМГРЭ, ЦНИГРИ.

II. Оценка прогнозных ресурсов при региональных металлогенических исследованиях. ВСЕГЕИ.

III. Оценка прогнозных ресурсов при составлении Госгеолкарта-50 и общих поисках. ВСЕГЕИ.

IV. Оценка прогнозных ресурсов твердых горючих полезных ископаемых. ВНИГРИуголь.

V. Оценка прогнозных ресурсов черных и легирующих металлов (железо, марганец, хром, титан, ванадий). ВИМС.

VI. Оценка прогнозных ресурсов меди, свинца, цинка, никеля и кобальта. ЦНИГРИ.

VII. Оценка прогнозных ресурсов олова, вольфрама и молибдена. ВИМС.

VIII. Оценка прогнозных ресурсов ртути и сурьмы, ВИЗИС, ВСЕГЕИ, ИМГРЭ.

IX. Оценка прогнозных ресурсов бокситов. ВИМС.

X. Оценка прогнозных ресурсов неметаллических полезных ископаемых. ВНИИгеолнеруд.

XI. Оценка прогнозных ресурсов висмута, лития, рубидия, стронция, циркония, германия и цезия. ИМГРЭ.

ХП. Оценка прогнозных ресурсов тантала, ниобия, бериллия. ИМГРЭ, ВСЕГЕИ.

В перечисленных выпусках обобщается накопившийся в научно-исследовательских и производственных геологических организациях опыт прогнозирования минеральных ресурсов. Основное внимание уделяется инструктивным и методическим аспектам прогнозирования, которые представляют сейчас наибольший интерес для специалистов, занятых поисками месторождений твердых полезных ископаемых и прогнозом их ресурсов. Обобщенные в "Методическом руководстве" разработки, возможно, потребуют дополнений и уточнений на основе широтой апробации. В связи с этим предполагается переиздание руководства в 1987 г. Конкретные предложения по совершенствованию руководства поручено обобщить ВИЭМСу.

научно-методические основы прогнозирования и оценки прогнозных ресурсов

Оценка прогнозных ресурсов производится на перспективных площадях разного ранга, оконтуриваемых при прогнозных (прогнозно-металлогенических) исследованиях. Задача выделения перспективных площадей в наиболее общем случае заключается в опознании по геологической ситуации тех частей геологического пространства, в пределах которых возможно обнаружение тех или иных скоплений полезных ископаемых. При прогнозировании используется комплекс признаков (прогнозных факторов), отвечающих геологическим обстановкам нахождения месторождения и получающих отражение в характеристиках, которые выявляются не собственно геологическими методами (геофизическими, геохимическими и др.). Набор комплексов признаков зависит от детальности прогнозно-металлогенических исследований, выражающейся в ранге перспективных площадей.

В последние годы наряду с традиционными видами прогнозирования, основанного на использовании качественных приемов обработки информации с соответствующими графическими построениями, интенсивно развивается количественное прогнозирование, под которым понимаются прогнозные построения на базе применения количественных характеристик и методов обработки информации. Количественное прогнозирование и количественные методы оценки прогнозных ресурсов далеко не всегда совпадают.

Выделение перспективных площадей по геологической ситуации основано на приуроченности определенных рудно-формационных типов месторождений к определенным геологическим обстановкам. Эта объективная закономерность, установленная обширной практикой геологоразведочных работ, отражена в формационных основах специальной металлогении, интенсивно разрабатывающихся, в СССР в течение последнего десятилетия.

Базисные положения этого направления определяются приуроченностью тех или иных рудных формаций к определенным геотектоническим режимам и палеогеодинамическим обстановкам, а также к определенным геологическим формациям либо их сочетаниям в качестве естественных составляющих.

Цель рудно-формационного анализа - установление закономерных ассоциаций продуктов рудообразования с определенными геологическими формациями и последующее решение обратной задачи - выделение перспективных площадей по наличию соответствующих геологических формаций и признаков их рудоносности.

Задаче прогноза отвечают те определения рудной формации, которые отражают упомянутые естественные ассоциации. Соответственно под рудной Формацией понимается группа месторождений или рудопроявлений, однотипных по элементному и минеральному составу руд и геологической обстановке нахождения, которая характеризуется определенной геологической формацией (либо сочетанием геологических формаций) и структурными условиями рудогенеза (приложение I).

При выделении геологических формаций обычно исходят из известного определения

Д.А.Кузнецова, согласно которому под геологической формацией (осадочной, магматической, метаморфической) понимаются естественные сообщества пород, возникающие в определенной геологической обстановке и отвечающие отдельным этапам развития того или иного участка земной коры. Соответственно каждая геологическая формация фиксирует определенный режим развития, а ассоциирующая с ней рудная формация характерна для данного режима. При ассоциации рудных формаций с сочетанием геологических формаций режим периода рудонакопления, как правило, сопоставим с режимом становления наиболее молодой из геологических формаций.

Рудная формация принимается в качестве основной классификационной единицы при мелко- и среднемасштабных прогнозно-металлогенических исследованиях. Рудная формация может разделяться на субформации и (или) минеральные типы с учётом особенностей вещественного состава и геохимических характеристик, имеющих количественное выражение. Рудные формации, постоянно наблюдаемые в однотипных геологических формациях либо их сочетаниях и различающиеся по составу руд, выделяются в ассоциации рудных формаций. В семейства рудных формаций объединяются рудные формации, сходные по составу руд, но ассоциирующие с разными геологическими формациями.

Оценка прогнозных ресурсов проводится применительно к геолого-промышленным типам месторождений. Под геолого-промышленными понимаются такие рудно-формационные типы, которые отвечают современным требованиям горно-добывающей промышленности к минеральному сырью. При выделении геолого-промышленных типов в первую очередь учитывается комплекс признаков, характеризующих сами рудные тела (масштаб, морфология, химический и минеральный состав, уровень концентраций рудообразующих компонентов, технологические свойства, экономическая значимость сырья и месторождений и др.). Во вторую очередь, учитываются признаки, характеризующие вмещающую среду (состав, структура, гидрогеология и др.) (приложение 2).

При прочих равных условиях геолого-промышленные классификации месторождений базируются на требованиях промышленности к минеральному сырью и требованиях, предъявляемых к результатам работ оценочных и разведочных стадий. Формационные классификации более близки целям прогноза и поисков.

Изложенным определяется неполнота совпадения формационных и геолого-промышленных классификаций, а также возможность объединения, в один геолого-промышленный тип формационно различных объектов и включения в один формационный тип месторождений, различающихся по геолого-промышленным характеристикам.

Для целей прогнозирования на формационной основе определяющее значение имеет установление роли той или иной генетической формации в возникновении либо становлении соответствующей рудной формации. При этом следует различать наблюдаемые соотношения рудных и геологических формаций (установленная роль) и интерпретации их пространственно-временных ассоциаций (предполагаемая роль).

Д.В.Рундквистом с соавторами выделены рудовмещающие формации, которые являются благоприятной средой для рудоотложения; рудоносные продуктивные, непосредственно содержащие в своем составе промышленно ценную минерализацию; рудоносные материнские, рассматриваемые как источник оруденения.

Г.Н.Щерба и Т.М.Лаумулин в качестве рудоносных выделяют те геологические формации, с которыми (либо с частью которых) непосредственно или во взаимодействии с другими геологическими формациями (наложенными процессами) связаны определенные рудные формации. Продуктивными считаются разновидности или части геологических формаций, с которыми непосредственно, связаны рудные формации.

А.И.Кривцов разделяет геологические формации по роли в рудогенезе с учетом среды рудоотложения, источников транспортирующих агентов, рудного вещества и энергии следующим образом:

- рудовмещающие, выступающие в качестве среды рудоотложения, которое вызвано становлением иных формаций. В наиболее общем случае формационно однотипные геологические образования могут вмещать месторождения различной формационной принадлежности;

- рудоносные, представляющие частный случай рудовмещающих формаций и выделяющиеся как формационно однородные геологические образования, несущие формационно однотипные продукты рудогенеза;

- рудогенерирующие - те геологические образования, которым приписывается роль источников вещества, энергии и транспортирующих агентов для продуктов рудогенеза, локализованных как правило, в формационно иной среде;

- рудообразующие - такие геологические образования, при становлении которых происходит перераспределение рудного вещества, ранее содержащегося в иных формациях (рудоносных), с возникновением промышленных скоплений.

Обстановки рудонакопления, определяющие приемы прогнозно-металлогенического районирования и выделения перспективных площадей, отвечают ограниченному числу сочетаний формаций и вариантов их роли в рудогенезе. Для обеспечения формационных основ прогноза тех или иных типов месторождений требуется соблюдение следующей обобщенной последовательности систематизации исходной информации:

- установление ведущих характеристик известных скоплений рудного вещества с определением их рудно-формационной либо геолого-промышленной принадлежности;

- выявление формационных признаков рудовмещающих геологических образований с определением их принадлежности к тому или иному режиму развития;

- анализ зависимостей между формационными характеристиками рудных скоплений и вмещающей среды с оценкой постоянства их пространственно-временных ассоциаций и соответствия режиму становления;

- конкретизация роли рудовмещающей среды с оценкой ее принадлежности к рудоносным либо к рудовмещающим формациям и определение возможных рудогенерирующих и (или) рудообразующих формаций;

- обоснование принадлежности рудных скоплений к определенной геологической формации либо к соответствующему сочетанию геологических формаций.

Подобный анализ обеспечивает получение данных, необходимых для выделения площадей возможного развития тех или иных рудных формаций по обстановкам пространственного размещения геологических формаций и их сочетаний.

При прогнозных исследованиях выделяются перспективные площади – пространственные прогнозно-металлогенические или металлогенические категории - разных рангов и размеров. Классификация этих категорий, основанная на формационных подходах, отличается от классификаций, разработанных ранее при синтезе информации по пространственному размещению месторождений.

В известной классификации Е.Т.Баталова пространственные металлогенические единицы выделялись по размерам и форме площадей развития месторождений. К элементарным линейным площадям были отнесены элементарные металлогенические пояса, весьма крупные линейные площади выделялись в качестве металлогенических поясов, их эквиваленты при иной форме рассматривались как металлогенические провинции, для крупных линейных площадей принималось наименование металлогеническая зона (рудный пояс), а при иной форме - металлогеническая область. Рудоносные площади средних размеров и нелинейной формы обозначались как рудные районы, включающие рудные узлы, а при линейной форме - как рудные зоны. Для линейных площадей небольших размеров было принято наименование рудные поля, в пределах которых располагается минерализованные зоны.

В.И.Смирновым выделены следующие площади распространения полезных ископаемых: провинции (металлогенические провинции), отвечающие крупным участкам земной коры; области, охватывающие части провинций; районы, эквивалентные узлам и

входящие в области; рудные поля, объединяющие группы однотипных месторождений; месторождения, состоящие из одного или нескольких рудных тел.

При прогнозных исследованиях положение и границы перспективных определяются не столько по позиции известных месторождений, сколько по геологической ситуации, имеющей формационное выражение. Это обстоятельство потребовало уточнения классификации пространственных прогнозно-металлогенических категорий на базе их формационного содержания.

В качестве основной классификационной единицы в ряде работ принимается металлогеническая (структурно-металлогеническая) зона, эквивалентная структурно-формационной зоне. Под последней понимается участок земной коры, образованный двумя-четырьмя геологическими формациями, которые близки по режиму и времени становления и сопровождаются рядом рудных формаций. Структурно-формационные зоны по комплексу характеристик контрастно отличаются от смежных зон. Поскольку структурно-формационные зоны возникают на разных временных отрезках с существенно различными режимами развития в регионах со сложной геологической историей, возможны совмещения, наложения, перекрытия, пересечения соответствующих металлогенических зон.

Структурно-формационные комплексы, характеризующие разные геотектонические режимы, этапы и стадии тектоно-магматического развития, существенно различаются как по общей металлоносности, так и по насыщенности месторождениями соответствующих формационных и геолого-промышленных типов (рис.1, табл.1).

Материалы, обобщенные в табл.1, отражают сложившиеся представления о металлоносности различных структурно-формационных комплексов и преобладание тех или иных генетических концепций. Подавляющее большинство перспективных площадей "привязано" к гранитоидной группе комплексов. В то же время, весьма ограничено число площадей в полях развития осадочных и метаморфических комплексов, которые, как известно, во многих странах мира включают крупные и уникальные месторождения ряда металлов.

В металлогенические зоны входят рудные районы, которые представляют собой подзоны структурно-формационных зон, образованные одной геологической формацией либо однотипным сочетанием двух формаций. В пределах рудных районов выделяются рудные поля, которые рассматриваются как структурно обособленные блоки подзон определенной информационной (геологической и рудной) специализации.

Принятые наименования пространственных категорий не зависят от геометрии соответствующих площадей, поскольку последние отражают формы распространения одних и тех же элементов (геологических формаций), на что влияет тектонический режим как периода их становления, так и более поздних этапов.

Сочетания рудных и геологических формаций, определяющие тип металлогенических зон, при прочих равных условиях отражают специфику геотектонического режима развития тех или иных участков земной коры. Устойчивыми связями между режимом развития, геологическими формациями и рудными формациями определяются металлогенические обстановки. В качестве главных металлогенических обстановок В.И.Смирновым выделены: дно океанов; эвгеосинклинальные; миогеосинклинальные; парагеосинклинальные (вторично-геосинклинальные); неактивизированных платформ; активизированных платформ. Специфика дофанерозойского развития земной коры отражается в существовании следующих обстановок: протоконтиненты, зеленокаменные пояса, протогеосинклинали, гранитогнейсовые купола, протоплатформенные чехлы, зоны протоактивизации.

Детализация указанных обстановок при классическом подходе производится по отрезкам тектономагматических циклов. Для целей прогноза более результативно использование приемов реконструирования соответствующих режимов – палеогеографических, палеогеодинамических и др.

Сочетания рудных и геологических формаций, их положение в тектономагматических циклах и приуроченность к тем или иным ренинам, в сумме характеризующие различные

металлогенические обстановки, отражены в табл.1 и классификационных схемах остальных выпусков руководства.

Набор прогнозных факторов, используемых при выделении перспективных площадей, зависит от их ранга и специфики прогнозируемых месторождений. Формационные факторы, имеющие "сквозное" выражение, для каждого ранга прогнозируемой площади дополняется специфическими критериями и признаками, сумма которых составляет элементы соответствующей геологической модели искомого объекта.

Модели объектов прогноза и поисков являются основой технологических схем реализации геологоразведочного процесса, вошедших в практику работ под наименованием прогнозно-поисковых комплексов. В этих комплексах каждая стадия геологоразведочного процесса рассматривается как система взаимосвязанных элементов «методы-признаки-объект». Формирование модели объекта, оптимизация описывающих ее признаков и оптимизация методов, выявляющих признаки, а через них объекты, составляет сущность создания прогнозно-поисковых комплексов как оптимизированных технологических схем каждой стадии и их сочетаний в принятой последовательности. Моделями и их признаками определяются требования к изученности территорий по стадиям, а методами и их сочетаниями - необходимые затраты на реализацию потенциала рудоносности.

В последующих разделах руководства применительно к важнейшим видам твердых полезных ископаемых и их основным геолого-промышленным типам рассмотрены факторы и признаки выделения и оконтуривания прогнозных площадей разного ранга, требования к результатам работ соответствующих стадий и исходным материалам, факторы и методы оценки прогнозных ресурсов площадей разного ранга.

При прогнозных построениях используются следующие базовые понятия.

Зона минерагеническая (металлогеническая) - эквивалент структурно-формационной зоны, образованной рядом родственных пространственно совмещенных геологических и рудных формаций определенной стадии тектономагматического цикла.

Критерий поисковый - свойство (признак или закономерность), сопутствующее определенному типу месторождений и указывающее в случае его обнаружения при поисковых работах на перспективность исследуемого участка либо непосредственно на характер и масштаб оруденения объекта изучения.

Метод прогнозирования - последовательность логических, математических и интуитивных заключений, объединенных общей идеей, вытекающих из анализа имеющейся информации и завершающихся получением промежуточного или окончательного результата прогнозирования

Методика прогнозирования - упорядоченная совокупность приемов и методов прогнозирования, направленных на выяснение количественных или качественных значений параметров, характеризующих объект прогноза.

Объект прогнозный - участок земной коры определенного ранга, отделенный от внешнего окружения с помощью естественных или искусственных границ, отличающийся от него комплексом характерных признаков и исследуемый с целью определения неизвестных значений параметров объекта с помощью прогнозирования.

Объект эталонный - детально изученный объект той же геологической природы и того же иерархического уровня, что и прогнозный; привлекается в качестве эталона для сравнения его свойств со свойствами прогнозных объектов.

Поле рудное - структурно обособленный блок в пределах рудного района, образованный специфическими геологическими фациями рудоносной формации и включающий месторождения и проявления полезного ископаемого единой ,формационной принадлежности.

Потенциал минерагенический (металлогенический) - качественная или приближенная количественная оценка рудоносности металлогенических или продуктивности минерагенических провинций и зон, определяемая вне категорий прогнозных ресурсов по набору

потенциальных металло- и минерагенических формаций и общегеологическим оценкам возможности выявления месторождений определенных формационных типов.

Пояс минерагенический (металлогенический) планетарный - глобальные единицы, образованные группами сопряженных геотектонических зон разного режима развития, сформированные в несколько тектономагматических циклов и характеризующиеся несколькими сериями минерагенических или металлогенических формаций.

Прием прогнозирования - одна или несколько последовательных логических или математических операций, выполняемых в ходе прогнозирования для решения частной задачи.

Признак - элемент описания геологического объекта, характеризующий одно из его наблюдаемых свойств.

Принцип прогнозирования - основное положение, используемое для построения на его основе методики прогнозирования.

Провинция минерагеническая (металлогеническая) - крупные участки земной коры уровня геосинклинально-складчатых систем одного или нескольких тектоно-магматических циклов, вулcano-плутонических поясов, зон активизации и т.п.; характеризуются серией металлогенических или минерагенических формаций.

Прогнозирование геологическое - научное предвидение непознанных свойств геологических систем и объектов на основе известных закономерностей их развития. Различаются следующие его виды:

- качественное - процедура выделения перспективного объекта из их общего множества или перспективного участка на фоне бесперспективной площади;

- количественное - процедура определения неизвестного количественного значения параметра, характеризующего объект прогноза (в том числе прогнозных ресурсов руды и ее компонентов, нести, протяженности и глубины залегания тел, содержаний полезных компонентов и т.п.);

- локальное - выделение, оконтуривание и оценка перспективных участков, предполагаемых месторождений и тел полезного ископаемого с определением их прогнозных ресурсов категорий P_1 и P_2 .

- региональное - выделение, оконтуривание и оценка перспективности крупных территориальных единиц типа провинций, зон, районов или их частей с определением их минерагенического (металлогенического) потенциала или прогнозных ресурсов категории P_3 ;

- мелкомасштабное - выделение и оконтуривание минерагенических (металлогенических) провинций и зон с определением минерагенического (металлогенического) потенциала территорий по материалам геологической съемки масштаба 1:1 000 000 - 1:500 000;

- среднемасштабное - выделение и оконтуривание рудных районов с определением прогнозных ресурсов категории P_3 по материалам геологической съемки масштаба 1:200 000 - 1:100 000;

- крупномасштабное - выделение и оконтуривание рудных полей с определением прогнозных ресурсов категории P_2 по материалам геологической съемки масштаба 1:50 000 и общих поисков.

Проявление полезного ископаемого - природное скопление минерального вещества, удовлетворяющее требованиям промышленности по качеству, но не удовлетворяющее по количеству из-за недостаточности или невыявленности запасов полезного ископаемого.

Район рудный - часть металлогенической зоны, образованная одной либо несколькими геологическими формациями в определенный период тектономагматического цикла и характеризующаяся одной, реже несколькими металлогеническими формациями, которые могут включать несколько рудных субформаций либо минеральных типов месторождений.

Ресурсы прогнозные - предполагаемые запасы полезного ископаемого в пределах обнаруженных и неразведанных месторождений и тел, наличие которых в пределах

оцениваемого объема (или площади) земной коры ожидается на основании благоприятной геологической обстановки, известных закономерностей образования месторождений и наличия прямых и косвенных, поисковых и прогнозных признаков.

Рудоносность (продуктивность) удельная - количество (масса или объем) ресурсов и запасов минерального сырья, приходящееся на единицу массы, площади или объема соответствующей единицы иерархического ряда минерало- или металлоносных образований.

Тип месторождений геолого-промышленный - совокупность месторождений, объединяемых общностью состава залежей полезного ископаемого, сходством внутренней структуры и взаимоотношений с вмещающей средой, близкой морфологией и условиями залегания тел полезного ископаемого, которое по количеству и качеству запасов и горно-техническим условиям эксплуатации отвечает современным, или перспективным требованиям промышленности.

Участок поисковый - структурно обособленный Фрагмент рудного поля, характеризующийся специфическим составом и строением рудовмещающих пород на уровне фаций и субфаций, содержащий признаки промышленного оруденения и расцениваемый как потенциальное месторождение.

Фактор - независимое внешнее воздействие на геологическую систему (или объект), вызывающее изменение значений ее (его) параметров.

Формация геологическая - естественные сообщества пород, возникающие в определенной геологической обстановке и отвечающие отдельным этапам развития того или иного участка земной коры (по Ю.А.Кузнецову). Каждая геологическая формация фиксирует определенный режим развития, а ассоциирующая с ней рудная формация отвечает этому режиму. Выделяются следующие типы формаций:

- рудовмещающая - комплекс пород, образующий среду рудоотложения, которое связано с другими геологическими явлениями;
- рудогенерирующая - комплекс пород, послуживший источником вещества, энергии и транспортирующих агентов в процессе рудогенеза;
- рудоносная - комплекс пород одной формации, постоянно несущий однотипные продукты рудогенеза, часто являющийся средой рудоотложения и в ряде случаев служащий источником рудного вещества;
- рудообразующая - комплекс пород, под влиянием которых происходит накопление рудного вещества, содержащегося в иных геологических формациях; фактор регенерации рассеянных рудных компонентов, которая вызывается энергетическим и Флюидным воздействием соответствующих процессов магматизма, метаморфизма и др.

Формация минерагеническая (металлогеническая) - устойчивая, постоянно наблюдаемая ассоциация геологических, метасоматических и рудных формаций.

СТАДИЙНОСТЬ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОГО ПРОЦЕССА И КАТЕГОРИЗАЦИЯ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ

В стадийности геологоразведочных работ реализован принцип последовательного приближения, что обеспечивает их рациональное и экономически целесообразное выполнение. Разделение процесса на стадии определяется необходимостью периодической оценки результатов работ и принятия решений о проведении более детальных исследований. Основанием для постановки работ последующей стадии служит перспективность изучаемых площадей, практическое значение прогнозных ресурсов или промышленная ценность запасов полезных ископаемых, обнаруженных на предшествующей стадии. Принятая в СССР классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых отражает последовательное повышение точности и надежности оценки с ростом информации о них. Соответственно на каждой стадии геологоразведочного процесса выделяются собственные категории прогнозных ресурсов и

запасов. При этом на всех стадиях работ соблюдается эквивалентность между геологическими объектами, пространственными металлогеническими категориями и прогнозными ресурсами.

От ранних к поздним стадиям геологоразведочного процесса обеспечивается последовательная локализация перспективных площадей, в наиболее общем виде отвечающих ряду: металлогеническая или минерагеническая зона, рудный район - узел, рудное поле, месторождение. На разведочных стадиях выделяются отдельные участки, рудные тела и блоки в пределах месторождений, отличающиеся друг от друга количественными и качественными особенностями состава, строения и залегания полезного ископаемого, а также степенью разведанности.

Общие ресурсы твердых полезных ископаемых в недрах слагаются из разведанных запасов (категории А, В, С₁), предварительно оцененных запасов (категория С₂) и прогнозных ресурсов (категории Р₁, Р₂ и Р₃). Прогнозными считаются ресурсы месторождений, наличие которых в пределах оцениваемого объема или площади земной коры предполагается на основании известных закономерностей размещения и образования месторождений определённого типа и комплекса обнаруженных прогнозных и поисковых признаков. Разведанные и предварительно оцененные запасы подсчитываются в пределах геометризованных контуров тел полезного ископаемого. Прогнозные ресурсы оцениваются в пределах перспективных площадей, проявлений и месторождений, как правило, без пространственной геометризации тел полезного ископаемого на картах, планах и разрезах.

Классификация прогнозных ресурсов устанавливает общие принципы их разграничения на категории, а также предусматривает общий подход к определению их параметров, степени обоснованности и практического значения. Достоверность, обоснованность и категорийность прогнозных ресурсов определяются степенью детальности геолого-съёмочных, поисковых, поисково-оценочных или разведочных работ, а также методическим совершенством применяемых способов прогнозирования (табл.2).

Цели геологоразведочных работ и прогнозные оценки на каждой из стадий заключаются в следующем:

- на стадии регионального геологического изучения территории СССР - создание мелкомасштабной геолого-геофизической основы для выявления геологического строения региона и общих закономерностей размещения полезных ископаемых (по результатам геолого-геофизических исследований, проведенных в масштабе 1:1 "000 000 -1:500 000), что обеспечивает возможность оценки минерагенического (металлогенического) потенциала структурно-формационных зон; среднемасштабное картирование региона, обоснование поисковых признаков и критериев, выделение с их помощью перспективных геологических объектов ранга рудных районов и определение их прогнозных ресурсов с отнесением их к категории Р₃ (по результатам геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000).

- на стадии геолого-съёмочных работ масштаба 1:50 000 с общими поисками – крупномасштабное картирование территории, оконтуривание перспективных площадей ранга рудных полей, локализация в их пределах участков с благоприятными поисковыми признаками, выявление проявлений полезных ископаемых, определение прогнозных ресурсов категории Р₂ и их геолого-экономическая оценка;

Подразделение геологоразведочных работ на твёрдые полезные ископаемые на стадии

наименование	Назначение работ	Результаты работ	примечания
1	2	3	4
<u>Стадия 1</u> Региональное геологическое изучение территории СССР	Изучение геологического строения крупных регионов страны и закономерностей размещения полезных ископаемых в их пределах	Государственная геологическая карта, на основании которой устанавливаются перспективные в отношении полезных ископаемых геологические структуры, их поисковые критерии и признаки	
а. региональные геолого-геофизические исследования масштаба 1:1000 000-1:500 000	Создание геолого-геофизической основы для определения главных особенностей геологического строения региона и общих закономерностей размещения полезных ископаемых	Геологические, геофизические и прогнозные карты, опорные глубинные разрезы геологических регионов	
б. региональные геофизические, геолого-съёмочные, гидрогеологические и инженерно-геологические работы масштаба 1:200 000 (1:100 000)	Изучение геологического строения региона и обоснование поисковых критериев и признаков полезных ископаемых для выделения перспективных геологических структур.	Геологическая карта по листам принятой разграфки, карта полезных ископаемых с выделением перспективных на полезные ископаемые геологических структур, гравитационные, магнитные, радиометрические карты. Прогнозные ресурсы полезных ископаемых по категории P ₃ с определением их возможного геолого-экономического значения.	При обнаружении проявлений полезного ископаемого на значительной площади возможна постановка поисковых работ до завершения геологической съёмки региона
<u>Стадия 2</u> Геологосъёмочные работы масштаба 1:50 000 (1:25 000) с общими поисками	Планомерное крупномасштабное изучение геологического строения территории, выявление геологических обстановок, благоприятных для локализации полезных ископаемых, прогнозная оценка перспективных участков	Государственная геологическая карта изученных территорий с выделением прогнозируемых бассейнов, рудных полей для поисковых и поисково-оценочных работ: оценка по ним прогнозных ресурсов полезных ископаемых по категории P ₂ и определение их возможного геолого-экономического значения	При обнаружении проявлений полезного ископаемого на значительной площади возможна постановка работ последующих стадий до завершения геологической съёмки района
<u>Стадия 3</u> Поисковые работы	Выявление месторождений и проявлений полезных ископаемых и определение целесообразности их дальнейшего изучения	Выявление отдельных месторождений или отдельных групп месторождений полезных ископаемых с оценкой прогнозных ресурсов по категории P ₂ и определением их возможного геолого-экономического значения	Для некоторых видов полезных ископаемых на хорошо изученных участках концентрации минеральных проявлений могут определяться прогнозные ресурсы по категории P ₁
<u>Стадия 4</u> Поисково-оценочные работы	Предварительная оценка выявленных месторождений полезных ископаемых и выбор объекта для проведения предварительной разведки	Установление возможного промышленного значения выявленного месторождения полезного ископаемого с оценкой запасов по категории C ₂ и прогнозных ресурсов категории P ₁ и составление технико-экономических соображений (ТЭС) для решения о целесообразности проведения пред-	Поисково-оценочные работы могут проводиться после любой предшествующей стадии геологической съёмки или поисков на участках, где выявлены перспективные проявления полезных ископаемых

- на стадии поисковых работ - выявление и оконтуривание перспективных участков и рудопроявлений полезных ископаемых, определение прогнозных ресурсов категорий P_2 и P_1 и их геолого-экономическая оценка;

- на стадии поисково-оценочных работ - определение общих ресурсов выявленного объекта, по категориям C_2 и P_1 , оценка их промышленного значения и технико-экономические соображения (ТЭС) о целесообразности и своевременности его предварительной разведки;

- на стадии предварительной разведки - подсчет запасов по категориям C_1 и C_2 на основании временных кондиций, оценка ресурсов категории P_1 , промышленная оценка месторождения, составление технико-экономического доклада о целесообразности его детальной разведки;

- на стадии детальной разведки - подготовка месторождения или его части к промышленному освоению, разработка и утверждение технико-экономического обоснования (ТЭС) постоянных кондиций, подсчет запасов категории А, В, C_1 , C_2 , и оценка прогнозных ресурсов категории P_1 , утверждение запасов в ГКЗ СССР;

- на стадии доразведки - подготовка к эксплуатации ранее не разведанных частей, месторождения, подсчет их запасов по категориям А, В и C_1 , при необходимости пересчет запасов и их переутверждение в ГКЗ СССР;

- на стадии эксплуатационной разведки - оперативные подсчеты запасов в блоках, подготовленных к выемке; уточнение результатов детальной разведки.

Рассмотренные соотношения стадий и различных категорий прогнозных ресурсов должны соблюдаться при проведении всех видов работ, исполняемых после введения новой стадийности геологоразведочных работ (приказ Мингео СССР №161 от 20.04.84 г.). Оценка ресурсов соответствующих категорий обязательна при проведении прогнозных и прогнозно-металлогенических исследований (в рамках научно-исследовательских и тематических работ), выполняемых с детальностью тех или иных стадий.

Различные категории прогнозных ресурсов соответствуют определённым стадиям. Исключение в этом отношении составляют ресурсы категории P_1 , которые могут быть получены по результатам поисковых работ, а также оцениваются за контурами запасов категорий C_2 , при поисково-оценочных работах, предварительной разведке, детальной разведке и доразведке.

На стадиях предварительной, детальной разведки и доразведки месторождений осуществляется прогноз ресурсов категории P_1 , только неразведанных их частей, главным образом на флангах и глубоких горизонтах, где геологические перспективы благоприятны для обнаружения новых тел полезного ископаемого, но их разведка преждевременна из-за достаточной обеспеченности горно-добывающего предприятия разведанными запасами.

При переоценке прогнозных ресурсов по ранее изученным площадям допустимо понижение категорий в соответствии с табл.3

Таблица 3

Виды геологоразведочных работ,
по результатам которых проводится оценка
и переоценка прогнозных ресурсов

Виды работ	Оцениваемые категории прогнозных ресурсов
Прогнозно-металлогенические исследования и переоценка результатов ранее выполненных прогнозных работ масштабов 1: 200 000 1:50 000	P_3 P_2
Геолого-съёмочные работы и переоценка результатов работ масштабов 1:200 000 1:50 000	P_3 P_2

Общие поиски и поиски: оценка по завершении работ переоценка по ранее выполненным работам поисково-оценочные работы: оценка ресурсов по завершении работ переоценка	P ₂ , P ₁ P ₃ , P ₂ , P ₁
--	---

Прогнозные ресурсы определяются отдельно для каждого вида полезных ископаемых. В процессе их оценки устанавливаются вероятные размеры месторождений, их промышленный тип, возможная величина ресурсов руды и средних содержаний компонентов, интервалы и глубины распространения ресурсов, а также другие характеристики. Параметры прогнозных ресурсов оцениваются прямым или косвенным путем исходя из фактических данных, полученных в процессе проведения на объектах прогноза работ очередной стадии, а также по аналогии с параметрами хорошо изученных месторождений такого же типа. Значение прогнозных ресурсов устанавливается на основе их геолого-экономической оценки.

В зависимости от результатов, получаемых на каждой стадии геологоразведочных работ, осуществляется текущее и перспективное планирование, а также долгосрочное прогнозирование развития минерально-сырьевой базы страны.

Прогнозирование ресурсов полезных ископаемых на стадии регионального геологического изучения территории СССР

Работы по региональному изучению геологического строения территории СССР включают геолого-геофизические исследования в масштабе 1:1000 000 - 1:500 000, а также геологические и геофизические съемки в масштабе 1:200 000 (1:100 000).

Цель геолого-геофизических исследований в масштабе 1:1 000 000 - 1:500 000 заключается в составлении новых или обновлении существующих мелкомасштабных карт, а также в прогнозной оценке возможностей региона на нахождение месторождений. По данным проведенных работ составляются полистные и сводные карты геологического и прогнозного содержания масштаба 1:1 000 000 - 1:500 000. Объектами прогноза служат потенциально перспективные территориальные единицы крупного размера (металлогенные пояса, зоны, бассейны), для которых на основе обобщения данных более крупномасштабных съемок уточняются или определяются заново прогнозные ресурсы категории P₃.

При оценке территорий прогнозные ресурсы категории P₃ устанавливаются для всех видов полезных ископаемых, месторождения которых могут быть здесь обнаружены. Прогнозные ресурсы определяются в целом для выделенной перспективной площади, если выявление месторождений считается более или менее равновероятным в любом ее месте, или для отдельных участков этой площади, если их перспективы расцениваются более высоко, чем в остальной части.

Возможность нахождения месторождений на площади прогноза должна подтверждаться наличием их прямых признаков или обосновываться сходством косвенных признаков оцениваемой территории с такими же признаками, типичными для эталонных площадей с уже известными месторождениями данного полезного ископаемого. Количественные и качественные характеристики прогнозных ресурсов категории P₃ определяются по предположительным параметрам (удельной продуктивности, интенсивности и экстенсивности оруденения, прямой аналогии и т.п.) на основе сравнения с более изученными районами, площадями, зонами, полями и т.п., где имеются разведанные или оцененные месторождения такого же типа, что и предполагаемые. Этим обеспечивается соответствие параметров прогнозных ресурсов современным или перспективным требованиям промышленности к количеству и качеству запасов минерального сырья.

Ресурсы категории P₃ получают положительную геолого-экономическую оценку, если

их масштабы и качество свидетельствуют о возможности открытия на территории прогноза промышленно значимого месторождения. Исходя из предположительных параметров месторождений, которые предполагается обнаружить, и требования о том, что эти месторождения не должны быть меньше по размеру и хуже по качеству такого месторождения, которое еще можно считать промышленно значимым в географо-экономических условиях рассматриваемого района, выносится решение об их перспективности. Параметры минимальных месторождений устанавливается на основе районных оценочных кондиций или определяются расчетным путем с учетом особенностей размещения прогнозных ресурсов и их предполагаемых характеристик.

Прогнозные ресурсы категории P_3 служат основой для долгосрочного прогнозирования развития минерально-сырьевой базы и планирования геологической съемки масштаба 1:50 000 в сочетании с общими поисками. При региональной оценке помимо количества и качества прогнозных ресурсов и типа ожидаемых месторождений необходимо учитывать:

в освоенных районах - возможность обеспечения деятельности существующих здесь предприятий в будущем;

в неосвоенных районах - возможность одновременного освоения совокупности месторождений различных полезных ископаемых, а также совместной эксплуатации различных природных ресурсов (минерально-сырьевых, земельных, водных, лесных и прочих) и создания новых территориально-производственных комплексов.

С учетом этих условий определяется приоритетность районов для первоочередной постановки геолого-съёмочных работ масштаба 1:50 000 и общих поисков.

Прогнозирование ресурсов полезных ископаемых на стадии геолого-съёмочных работ масштаба 1:50 000 (1:25 000) с общими поисками

Геологическая съемка масштаба 1:50 000 (в районах с очень сложным геологическим строением масштаба 1:25 000), сопровождаемая общими поисками, является основным средством крупномасштабного изучения геологического строения территории СССР и создания геологической основы для локального прогнозирования и специализированного поиска месторождений полезных ископаемых. Работы этой стадии проводятся в первую очередь в пределах известных горно-рудных районов, районов организации территориально-производственных комплексов и районов с наиболее высокими перспективами на обнаружение и освоение промышленных месторождений полезных ископаемых.

Основная цель геологической съемки масштаба 1:50 000 (1:25 000) заключается, в составлении Государственной геологической карты, а общих поисков, входящих в состав работ этой стадии как их обязательная часть, - выделение, изучение и оконтуривание перспективных площадей типа рудных полей и выявление в их пределах участков с прямыми и косвенными признаками наличия полезного ископаемого. Общие поиски должны быть специализированы на главные для изучаемого района полезные ископаемые и в то же время ориентированы на оценку потенциала всех видов полезных ископаемых, которые могут быть здесь сосредоточены.

На выявленных при геологической съемке масштаба 1:50 000 и поисковых работах проявлениях полезного ископаемого, участках с положительными признаками оруденения, геофизических и геохимических аномалиях, природа и возможная перспективность которых установлена, прогнозные ресурсы квалифицируются по категории P_2 . Количественная оценка ресурсов предполагаемых месторождений, представления о форме и размерах тел полезного ископаемого, минеральной составе и" качестве руд основываются на аналогиях с известными месторождениями такого же типа. Определение количества и качества прогнозных ресурсов производится преимущественно косвенными методами (с помощью методов моделирования, классификации, экспертной оценки).

Прогнозные ресурсы категории P_2 получают обязательную геолого-экономическую оценку. Основным средством определения практического значения прогнозных ресурсов всех категорий служат оценочные кондиции. Оки рассчитываются исходя из технико-экономических показателей деятельности существующих горно-обогатительных предприятий и горно-геологических условий эксплуатируемых месторождений. Оценочные кондиции составляются применительно к промышленному типу месторождений и выражают минимальные требования промышленности к количеству и качеству их ресурсов. В окончательном виде они представляют собой график, функцию или таблицу, которые указывают положение разграничивающей линии в координатах "ресурсы руды" - "содержание компонента". Эта линия разделяет область существования месторождений данного типа на поля перспективных и бесперспективных объектов. Процедура геолого-экономической оценки нового объекта сводится к простейшему приему определения положения точки, соответствующей этому объекту, относительно линии оценочных кондиций.

Для применения оценочных кондиций необходимо установить:

- промышленный тип ожидаемого месторождения, обуславливающий особенности строения, залегания и состава тел полезного ископаемого, что, в свою очередь, предопределяет выбор одинаковых для этого типа систем добычи и способов обогащения, извлечение одного и того же набора основных и попутных компонентов;
- величины прогнозных ресурсов руды и содержаний в ней полезных компонентов, от которых зависят сроки существования будущего горно-обогатительного комбината, его производственная мощность, количество и качество получаемой товарной продукции, ее себестоимость и в конечном итоге рентабельность эксплуатации месторождения;
- глубину залегания тел полезного ископаемого, что предопределяет выбор открытого, подземного или комбинированного способа добычи и, как следствие, уровень затрат на добычу;
- географо-экономическое положение оцениваемого объекта, от которого в очень большой степени зависит экономическая эффективность освоения месторождений.

Прогнозные ресурсы категории p_2 в случае, если их параметры признаны отвечающими требованиям оценочных кондиций, служат основанием для положительной оценки перспектив рассматриваемого объекта и принятия решения с необходимостью продолжения на нем работ следующей стадии. Если на объекте исследования требуется детализация геологических наблюдений, уточнение его контуров, вскрытие и опробование полезного ископаемого, то проектируются поисковые работы. Если исследования такого рода проведены, то на объекте проектируются сразу поисково-оценочные работы.

Прогнозные ресурсы категории P_2 позволяют ранжировать объекты по степени перспективности и определять их очередность вовлечения в дальнейшие геологоразведочные работы.

Прогнозирование ресурсов полезных ископаемых на стадии поисковых работ

Поисковые работы организуются на перспективных участках, выделенных по результатам геологических съемок масштаба 1:50 000 и 1:200 000. Поиски проводятся в пределах ранее известных или впервые выделенных территорий ранга рудных полей, где возможность обнаружения месторождений подтверждена наличием поисковых признаков или проявлений полезного ископаемого. Объектами прогноза на этой стадии являются участки, ограниченные в результате поисков до размеров, соизмеримых со средними размерами месторождений ожидаемого типа. К ним могут относиться проявления полезного ископаемого, локальные участки концентрации прямых или косвенных признаков отыскиваемой минерализации, характерные геофизические и геохимические аномалии, шлиховые ореолы, коры выветривания, наиболее перспективные фрагменты продуктивных структур, горизонтов и комплексов пород, околорудные зоны

гидротермальных изменений вмещающих пород и т.п. Для выделений на стадии поисковых работ перспективных объектов уточняются ранее выполненные оценки прогнозных ресурсов категории P_2 или определяются ресурсы категории P_1 того полезного ископаемого, ради которого были поставлены поиски.

В процессе поисковых работ должны быть выделены и локализованы все объекты, потенциально перспективные на обнаружение месторождений, на части из них произведено вскрытие полезного ископаемого в коренном залегании, а на остальных получены доказательства принадлежности к тому или иному геолого-промышленному типу.

Прогнозные ресурсы определяются в целом для участка. Параметры прогнозных ресурсов оцениваются прямым или косвенным методом. Применимость того или иного метода зависит от объема и характера информации, полученной в ходе поисковых работ.

Для оценки прогнозных ресурсов категории P_2 используются методы их прямого и косвенного (с помощью моделирования и классификации) определения, а ресурсов категории P_1 - преимущественно методы прямого определения. Экспертной оценкой пользуются главным образом тогда, когда не имеется эталонов сравнения, то есть тогда, когда месторождение отличается необычностью свойств.

Геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов категории P_2 (или совместно категорий P_1+P_2) производится с помощью оценочных кондиций или укрупненных расчетов. При этом учитываются географо-экономические условия района размещения ожидаемого месторождения, его геолого-промышленный тип, возможное количество и качество ресурсов, способ разработки. Решение о перспективности объектов с ресурсами категории P_2 (или P_1+P_2) выносится в зависимости от полученных результатов геолого-экономической оценки. Если параметры прогнозных ресурсов удовлетворяют требованиям оценочных кондиций, правила применения которых такие же, что и на предшествующей стадии работ, или если укрупненные расчеты показывают, что эксплуатация месторождения не будет убыточной, то объекту дается положительная оценка. Это дает основания для проектирования на нем поисково-оценочных работ.

Прогнозирование ресурсов полезных ископаемых на стадии поисково-оценочных работ

Поисково-оценочные работы планируются и проводятся на участках проявлений полезного ископаемого, обнаруженных в результате поисков и получивших положительную геолого-экономическую оценку по их завершении. Основная цель поисково-оценочных работ состоит в отбраковке проявлений, для которых не подтвердилась современная или перспективная промышленная значимость, определении вероятного народнохозяйственного значения выявленных месторождений и выборе объектов, на которых целесообразна и своевременна постановка предварительной разведки. В процессе поисково-оценочных работ должны быть детально исследованы поверхностная и приповерхностные части месторождения, а также его непосредственные окрестности.

По результатам вскрытия тел полезных ископаемых в естественных обнажениях и горных выработках приблизительно оконтуривается их положение в пространстве и в пределах этого геометризованного объема подсчитываются запасы категории C_2 . По всей остальной, менее изученной части месторождения, оцениваются в количественном и качественном отношении прогнозные ресурсы категории P_1 . Параметры прогнозных ресурсов устанавливаются на основании экстраполяции результатов по рудным телам, запасы которых квалифицированы категорией C_2 , с учетом остальных известных геологических, геофизических, геохимических и геоморфологических данных, а также по аналогии с другими (эксплуатируемыми, разведанными или оцененными) месторожде-

ниями такого же типа.

Под геометризацией месторождений подразумевается пространственная привязка элементов строения и состава с последующим отображением на картах, планах и разрезах морфологических особенностей тел полезных ископаемых, закономерностей размещения и изменения концентраций полезных и вредных компонентов внутри тел, положения структурно-тектонических, стратиграфических, литолого-петрографических и прочих геологических границ, а также контуров разведанных запасов и прогнозных ресурсов различных категорий и групп.

В качестве контура подсчетного блока запасов категории C_2 может выступать либо естественная граница тела полезного ископаемого, либо некоторая условная линия, внутри которой полезное ископаемое соответствует требованиям по мощности рудного тела и по содержанию полезных и вредных компонентов руды, либо также условная линия (обычно прямая), предназначенная для разделения крупного блока на отдельные более мелкие части или для размежеваний запасов категории C_2 и прогнозных ресурсов категории P_1 .

Среднее содержание компонентов вычисляется как средневзвешенное на мощность интервала промышленных содержаний. Оконтуривание и подсчет запасов производятся с учетом требований оценочных кондиций или кондиций, разработанных для месторождений аналогичного типа, то есть бортовые содержания, минимальные промышленные содержания по блоку или телу полезного ископаемого, минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность пустых пород, состав и текстурно-структурные качества полезного ископаемого должны находиться для оцениваемого месторождения в соответствии с такими же параметрами промышленного месторождения-аналога.

В наиболее благоприятных случаях подсчет запасов категории C_2 производится теми же методами, что и подсчет запасов более высоких категорий (методом горизонтальных или вертикальных сечений, ближнего района, изолиний и т.д.).

Оценка ресурсов категории P_1 на стадии поисково-оценочных работ основывается на результатах геологического, геофизического и геохимического исследования площади предполагаемого месторождения с привлечением необходимых экстраполяции, вытекающих из данных, полученных по наиболее изученной части этого же месторождения, где подсчитаны запасы категории C_2 , а также из данных поисково-оценочных работ, предварительной и детальной разведки месторождений такого же типа, исходя из фактического материала о форме, условиях залегания, составе тел полезного ископаемого, содержании основных и попутных, полезных и вредных компонентов, структурно-тектонических особенностях, литологии и стратиграфии, минерагении и металлогении, а также из сравнения этого материала с аналогичными данными по этому же и другим подобным месторождениям делаются заключения о площади распространения, контурах и размерах тел полезного ископаемого, глубине их простираения, количестве и качестве ресурсов.

Оценка прогнозных ресурсов категории P_1 производится на следующих объектах:

- на выявленных и частично разведанных по категории C_2 телах полезного ископаемого в пределах того объема (преимущественно на флангах и в глубине), который остался недостаточно изученный для того, чтобы его запасы можно было бы квалифицировать категорией C_2 ;
- на телах полезного ископаемого, вскрытых в коренном залегании в единичных точках и не прослеженных сетью поисковых выработок;
- на невыявленных телах полезного ископаемого, присутствие которых подтверждается прямыми поисковыми признаками (обломками оруденелых пород в элювиальных, делювиальных и т.л.рыхлых отложениях, шлиховыми и металлометрическими ореолами, корами выветривания, характерными геофизическими и геохимическими аномалиями);
- на невыявленных телах полезного ископаемого, вероятное залегание которых в пределах месторождения предполагается по косвенным признакам (литолого-

стратиграфическим, тектоно-магматическим, петрологическим, минерагеническим).

Прогнозные ресурсы частично разведанных тел оцениваются в границах блоков, подвешенных на глубину или прирезанных с флангов к блокам с запасами категории C_2 . Их контуры устанавливаются по геологическим, геофизическим, геохимическим и геоморфологическим признакам, а если они отсутствуют, то контуры определяются с использованием экстраполяции.

Оценочные параметры тел полезного ископаемого, которые остались непрослеженными или вообще не вскрытыми, принимаются по аналогии с известными телами и с поправками на различие между ними. Степень различия выясняется при сравнении фактического материала, характеризующего вскрытые и невскрытые, прослеженные и непрослеженные тела. На участках, где предполагается присутствие тел полезного ископаемого, которые на стадии поисково-оценочных работ не могут быть выявлены и оконтурены, оценка прогнозных ресурсов категории P_1 может быть получена с использованием коэффициента рудоносности или удельной продуктивности пород, вмещающих полезное ископаемое. Значение коэффициента рудоносности и удельной продуктивности определяется на эталонном участке этого же месторождения.

По результатам определения запасов категории C_2 и прогнозных ресурсов категории P_1 производится оценка предполагаемого промышленного значения исследуемого месторождения в двух вариантах: для предварительно оцененных запасов категории C_2 и для суммы ресурсов категорий $C_2 + P_1$. Как правило, в процессе поисково-оценочных работ должно быть выявлено столько запасов категории C_2 , чтобы они удовлетворяли требованиям оценочных кондиций. Суммарный же потенциал ресурсов позволяет не только создать представление о крупных или мелких масштабах месторождения, но и ранжировать его в ряду подобных, а тем самым определить очередность его вовлечения в предварительную разведку.

Поисково-оценочные работы завершаются составлением технико-экономических соображений (ТЭС) о возможном промышленном значении месторождения, которые должны содержать следующие разделы:

1. Географо-экономические условия района размещения месторождения.
2. Краткие результаты проведенных геологоразведочных работ.
3. Геологическое строение и горно-технические особенности месторождения.
4. Предполагаемые способы добычи, транспортировки и переработки полезного ископаемого.
5. Методика, объемы и затраты на проведение поисково-оценочных работ.
6. Оценка возможного промышленного значения месторождения.
7. Рекомендации о целесообразности проведения на месторождении предварительной разведки.

ТЭС является документом, который служит обоснованием для проектирования на месторождении предварительной разведки. Хотя геолого-экономическая оценка ресурсов категории $C_2 + P_1$ является прогнозной и не исключает полностью случаев, когда объект в процессе дальнейших геологоразведочных работ будет отнесен к разряду непромышленных, она препятствует вовлечению в разведку заведомо непромышленных рудопроявлений.

Прогнозирование ресурсов полезных ископаемых на стадиях предварительной и детальной разведки

Предварительная разведка проводится на месторождениях, промышленная ценность которых доказана технико-экономическими соображениями (ТЭС), составленными по результатам поисково-оценочных работ. Без составления ТЭС, обосновывающих целесообразность и своевременность предварительной разведки, ее планирование, проектирование и финансирование не допускается. Основная цель работ этой стадии состоит в

оконтуривании тел полезного ископаемого, выяснении их размеров и формы, особенностей залегания и внутреннего строения, природных и технологических типов к сортов полезного ископаемого, горно-технических, инженерно-геологических, гидрогеологических и прочих природных факторов, влияющих на условия вскрытия и разработки месторождения.

Специальных работ по выявлению прогнозных ресурсов на стадиях разведочных работ не производится. Тем не менее на стадии предварительной разведки возникают следующие прогнозные задачи:

- оценить ресурсы месторождения на горизонтах, лежащих ниже глубин, достигнутых разведочными работами, если геологические, геофизические и геохимические предпосылки свидетельствуют о дальнейшем распространении тел полезного ископаемого по падению;

- оценить ресурсы новых, не известных ранее тел полезного ископаемого, впервые вскрытых единичными горными выработками или буровыми скважинами и не разведанных в силу тех или иных обстоятельств;

- переоценить ресурсы известных ранее, но не вовлеченных в предварительную разведку тел полезного ископаемого (что особенно характерно для крупных месторождений, разведываемых не на всей их площади) в соответствии с новыми данными об условиях залегания, размерах, строении и составе разведанных тел.

Во всех перечисленных случаях прогнозные ресурсы относятся к категории P_1 .

Параметры прогнозных ресурсов должны удовлетворять требованиям временных кондиций, разработанных и утвержденных для месторождения. З числе этих требований устанавливаются: бортовое содержание, при котором производится оконтуривание балансовых запасов полезного ископаемого; минимальное промышленное содержание по блокам, участкам, горизонтам; допустимый коэффициент рудоносности для месторождений, где изменчивость мощности или содержания настолько велики, что не позволяют на этой стадии изученности месторождения выделять отдельные тела; условия отнесения руд к определенным технологическим типам и сортам; минимальная мощность полезного ископаемого и максимальная мощность пустых прослоев, включаемых в подсчетный контур запасов; перечень полезных и вредных компонентов, учитываемых при подсчете запасов; принятая глубина отработки открытым способом и максимально допустимое отношение объемов вскрышных пород и полезного ископаемого. Если параметры прогнозных ресурсов, определенные при поисково-оценочных работах, находятся в противоречии с требованиями временных кондиций, то они требуют переоценки. Необходимость последней вызывается также тем, что в процессе предварительной разведки гораздо точнее, чем на стадии поисково-оценочных работ, определяются параметры тел полезных ископаемых. Появляется возможность сравнить прогнозные и разведочные данные, оценить их сходимость и внести необходимые поправки к результатам определения прогнозных ресурсов на телах, оставшихся неразведанными.

Прогнозные ресурсы категории P_1 учитываются (при составлении технико-экономического доклада о целесообразности промышленного освоения вновь открытого месторождения полезного ископаемого и необходимости перехода к детальной, разведке) в качестве резерва для получения прироста разведанных запасов в отдаленной перспективе, увеличения производственной мощности или продления срока деятельности горно-обогатительного комбината, который будет разрабатывать это месторождение.

Детальная разведка производится по заявкам тех отраслевых министерств, предприятия которых будут эксплуатировать эти месторождения.

При детальной разведке работы почти исключительно проводятся в пределах контуров, где подсчитаны запасы категорий C_1 и C_2 , поэтому вероятность обнаружения неизвестных ранее тел полезных ископаемых, для которых может потребоваться оценка прогнозных ресурсов, резко снижается. Остается главным образом задача переоценки прогнозных ресурсов, особенно на глубоких горизонтах и на флангах крупных месторождений. Если общие запасы таких месторождений превышают перспективную потребность будущего горно-добывающего предприятия, то детальная разведка проводится только на части месторождения, а запасы категорий А, В и C_1 разведываются лишь в объеме, мини-

мально необходимом для обеспечения нормативных сроков службы предприятия. На остальной части месторождения дополнительных работ не проводится. Прогнозные ресурсы, оцененные при поисково-оценочных или предварительных разведочных работах, подлежат переоценке после разработки и утверждения для месторождения постоянных кондиций, требованиям которых они должны удовлетворять, а также в связи с получением и уточнением новых данных по месторождению, которые могут повлиять на результаты прогнозирования.

Переоценка прогнозных ресурсов на стадии детальной разведки производится с соблюдением тех же правил и теми же методами, что и на стадии предварительной разведки.

Если появляется необходимость в получении прироста запасов промышленных категорий за пределами разведанного месторождения и геологические предпосылки благоприятны для обнаружения оруденения в его окрестностях, то на перспективных участках проводится комплекс геологоразведочных работ в их нормальной последовательности, начиная с поисков и кончая детальной разведкой. Полная стадийность соблюдается также при поисках и разведке новых рудных тел на глубоких горизонтах разведанных месторождений.

ОБЗОР И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ

Возникновение месторождений - обособление значительных масс высококонцентрированного рудного вещества - обусловлено такими геологическими процессами, при которых происходит однонаправленная миграция рудообразующих компонентов со снижением их концентраций (деконцентрированием) в одних и накоплением (концентрированием) в других, как правило, локальных участках земной коры. Интенсивность таких процессов оценивается в кларках-концентрациях или в уровнях накопления, представляющих отношение содержания компонентов в руде к их содержаниям в земной коре либо в породе определенного состава. Связь между процессами концентрации и рассеяния элементов отражается в существовании зависимости между их кларками и суммарными запасами в земной коре. Поэтому предполагается, что запасы элементов, сосредоточенные в месторождениях, находятся в прямом корреляционном отношении с их геохимическими ресурсами в земной коре при колебании этих отношений в относительно небольших пределах.

Возможные запасы полезных компонентов Месторождений и рудоносных площадей различного ранга, их средние и минимальные промышленные содержания зависят от распространенности этих компонентов в земной коре (кларков). Так, месторождения железа обладают запасами до миллиардов тонн металла при средних содержаниях его в рудах, составляющих десятки процентов (кларк железа по А.П.Виноградову - 4,65).

Запасами в сотни и десятки миллионов тонн при содержании полезного компонента в десятки процентов обладают месторождения элементов с кларками порядка $n \cdot 10^{-2}$ - это месторождения хрома, марганца.

Металлы с кларками порядка $n \cdot 10^{-3}$ образуют обычно месторождения с запасами в миллионы и сотни тысяч тонн при содержаниях в целые проценты и в десятые доли процента - это месторождения никеля, меди, свинца, цинка.

Для металлов с кларками порядка $n \cdot 10^{-4}$ характерны месторождения с запасами в сотни и десятки тысяч тонн со средними содержаниями в десятые доли процента - это месторождения вольфрама, олова, молибдена.

Месторождения ртути (кларк ртути $n \cdot 10^{-6}$) имеют запасы в десятки, реже в сотни тысяч тонн при содержаниях десятые доли - целые проценты.

Месторождения золота (кларк - $n \cdot 10^{-7}$) обладают запасами лишь в десятки, сотни, редко - первые тысячи тонн с содержаниями в первые граммы на тонны (редко более).

Месторождения одних и тех же металлов при различной рудно-формационной

принадлежности существенно разнятся по диапазону значений запасов и их средней величине. Вместе с тем для каждой из рудной формации частота встречаемости месторождений того или иного ранга обратно пропорциональна величине запасов полезных компонентов в них. В пределах крупных территорий распределение запасов полезных компонентов по объектам различного ранга неравномерное: большая часть запасов сосредоточена обычно в первых нескольких объектах убывающего рангового ряда. Крупные и уникальные по запасам месторождения, известные для многих рудных формаций, обладают рядом специфических черт, пока не выявленных во всей полноте.

Прогнозирование оруденения и количественное прогнозирование базируется на следующих основных принципах.

Принцип вероятного подобия. Наиболее вероятно, что сходным геологическим обстановкам со сходной историей развития будет свойственно близкое по типу и масштабам оруденение. На этом принципе базируется метод оценки прогнозных ресурсов по геологической аналогии. При количественном прогнозировании эта аналогия часто проводится путём сопоставления численно выраженной интенсивности действия геологических факторов и оруденения, а также связей факторов между собой и рудоносностью. Градация геологических явлений (признаков) на разные категории интенсивности позволяет осуществлять их геометризацию, определять оптимальные по влиянию на оруденения значения и проводить аналогию на количественной основе, в частности, с помощью математических методов и ЭВМ. Оценки прогнозных ресурсов, основанные на принципе подобия, имеют вероятностный характер, что вытекает из вероятностного подхода к сопоставлению объектов по принципу подобия.

Принцип обратной зависимости частоты встречаемости рудоносных объектов от их размеров. Из него, в частности, вытекает следствие, что крупные месторождения - редки, а уникальные - единичны. Применение принципа подобия к уникальным объектам вследствие их единичности затруднительно. Однако следует иметь в виду, что они являются закономерными членами общего статистического ряда распределения месторождений по масштабам. Принцип обратной зависимости позволяет вывести закономерности таких упорядоченных по запасам ранговых рядов, которые лежат в основе соответствующих методов оценки прогнозных ресурсов.

Принцип обратной зависимости выдерживается для металлогенических подразделений любого иерархического уровня. В природе широко распространена другая закономерность распределения объектов и явлений, а именно – по нормальному или сводящимся к нему законам, по которым наиболее часто встречаемыми являются объекты средних или иных промежуточных (между максимальными и минимальными) размеров.

Принцип взаимосвязи характеристик рассеяния и концентрации элементов. Масштабы накопления элемента в промышленных концентрациях в месторождениях и в пределах рудоносных площадей различного иерархического уровня, его средние концентрации и пределы колебания концентраций определяются его распространённостью в земной коре.

Принцип системности. Согласно этому принципу сопоставляемые при прогнозировании эталонные и оцениваемые объекты, а также металлогенические, структурные, вещественные, временные категории должны быть соизмеримы, т.е. относиться к одному иерархическому уровню. С другой стороны, исследуемые объекты и прогнозируемые в их пределах объекты оценки должны различаться на порядок. Например, в пределах металлогенических провинций выделяются и оцениваются структурно-металлогенические зоны, в пределах последних - рудные районы и т.п.

Принцип системности подразумевает также соответствие рудоконтролирующих факторов иерархическому уровню прогнозируемых объектов, т.е. как бы учет "разрешающей способности" той или иной группы факторов. Соблюдение этого положения особенно важно на этапе выделения перспективных объектов, непосредственно предшествующему оценке прогнозных ресурсов. При этом на каждом иерархическом уровне выделяются геологические позиции, однородные по отношению к рудоконтролирующим факторам

именно данного уровня.

Принцип системности подразумевает также преобладание индуктивного подхода (анализ "снизу вверх") при выявлении закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых и анализе рудоконтролирующих факторов, а дедуктивного ("сверху вниз") - при выделении на основе установленных закономерностей и критериев рудоносных объектов различного иерархического уровня.

Изложенные принципы по-разному учитываются в известных методах оценки прогнозных ресурсов, вследствие чего их классификация с каких-либо единых, позиций весьма затруднительна. В табл.4 методы подразделены на группы в зависимости от типа исходной информации. Эта информация прежде всего подразделяется на комплексную - геологическую плюс геохимическую плюс геофизическую плюс аэрокосмическую и т.д. и специализированную - геохимическую, геофизическую, структурную и т.д. Комплексная информация может быть и параметризованной (выраженной количественно) и непараметризованной, а специализированная всегда параметризована, ибо только в этом случае может быть применена для оценки прогнозных ресурсов соответствующими специализированными методами.

Определенные группы или отдельные методы требуют соответствующих способов обработки или анализа того или иного вида информации. Так, сравнение по аналогии оцениваемых объектов с эталонными, запасы которых известны на качественном уровне, лежит в основе метода геологической аналогии. Если при отсутствии эталонов или при других осложняющих обстоятельствах параметры оценки или сама оценка прогнозных ресурсов определяются на основе организации экспертного опроса и статистической обработки его результатов, то соответствующая группа методов называется методами экспертных оценок. Сравнение оцениваемых и эталонных объектов по параметризованным характеристикам, т.е. проведение как бы количественной аналогии лежит в основе различных математических (геолого-статистических) методов. Регрессионный анализ по одному параметру или ограниченной группе параметров характерен для геохимических методов, основанных на установлении взаимосвязей между показателями рассеяния и концентрации рудных компонентов, и для геофизических, базирующихся на установлении взаимосвязей между параметрами физических свойств вмещающей среды и оруденения. использование симметрии в расположении рудоносных объектов лежит в основе структурно-геометрического метода. Экстраполяция во времени и пространстве различных геолого-экономических показателей, анализ их распределения представляют собой способ оценки прогнозных ресурсов группой экономических методов. Если параметры среды и оруденения легко измеряемы и позволяют рассчитать по ним прогнозные ресурсы, то используются методы прямого расчета.

Выделенные группы методов оценки прогнозных ресурсов и сами их названия достаточно условны. Наиболее часто применяются методы геологической аналогии и математические. При оценках прогнозных ресурсов обычно в комплексе с вышеуказанными часто используются "геохимические и геофизические методы, в меньшей мере - методы экспертной оценки, хотя ее элементы, так же как и принципы аналогии, входят практически во все методы. Большинство остальных методов по существу являются либо экзотическими, либо вспомогательными и требуют дальнейшего развития и внедрения.

В целях контроля и повышения достоверности прогноза при оценке прогнозных ресурсов необходимо использовать всю доступную информацию и рационально комплексировать различные методы оценки» При этом определение прогнозных ресурсов территорий может проводиться интегральным или дифференциальным путем, или комбинацией того или другого подхода. Интегральный путь предполагает суммирование известных и прогнозных ресурсов локальных объектов в пределах оцениваемой территории (месторождений, рудоносных площадей более высокого порядка), например структурно-геометрическим методом. Поскольку интегральный подход приемлем для оценки ресурсов хорошо изученных территорий, последние могут

составлять лишь отдельные части рассматриваемой площади.

Дифференциальный путь противоположен по смыслу интегральному. Он базируется на анализе особенностей геологического строения территорий, выявлении закономерностей размещения полезных ископаемых, критериев прогнозной оценки площадей, установлении закономерностей связи рудоносности с особенностями геологического строения территорий, например, методом аналогии. Сам процесс анализа направлен при этом от региональных масштабов к локальным. При оценке прогнозных ресурсов в этом случае требования предъявляются к четкости формулирования критериев прогноза, выявлению их значимости и рационального комплектования. Подобно тому как для выделения перспективных площадей важны критерии, максимально сокращающие прогнозные площади, для количественного прогнозирования необходимы критерии, максимально коррелирующие с запасами полезных компонентов. Иллюстрацией к комплексному подходу могут служить регрессионные методы. Ресурсы в пределах элементарных площадных ячеек в этом случае оцениваются при помощи выявления связей между запасами и параметрически выражаемыми рудоконтролирующими факторами (метод аналогии, дифференцированный путь), а общие ресурсы территории оцениваются суммированием запасов и прогнозных ресурсов элементарных ячеек (интегральный путь).

Наиболее широко применяемым является метод геологической аналогии. Принципы аналогии как один из этапов входят в большинство методов. В данном случае имеется в виду метод, целиком базирующийся на принципе подобия, на оценке степени сходства хорошо изученных эталонных и прогнозируемых металлогенических подразделов. Количественная оценка прогнозных ресурсов проводится обычно на основании установленной по эталонным территориям удельной рудоносности (продуктивности) для структур данного типа с учётом геометрических характеристик (объёма, площади, длины) оцениваемой перспективной территории (продуктивной формации) по так называемой формуле Быховера или ей подобным. Значения удельной рудоносности металлогенических зон применительно к ряду рудных формаций приведены в табл.5

Рудные формации (в скобках металл, для которого рассчитана q)	Пределы колебаний значений (J)	Наиболее вероятные значения d . (в скобках указаны вероятности)
I	2	3

Железорудная кремнисто-гематитовая (Fe)	$1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$	$n \cdot 10^4(0,6)$
Железорудная оолитовая (Fe)	$1 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^5(0,8)$	$(1-5) \cdot 10^5(0,8)$
Титанистых магнетитов(/ге)	$3 \cdot 10^5 - 9 \cdot 10^5$	$n \cdot 10^5(1)$
Апатит-редкометалльно-железорудная карбонатитовая (Fe)	$3 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$	$n \cdot 10^4(0,7)$
Железорудная скарновая (Fe)	$3 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^5$	$n \cdot 10^4(0,6)$
Железорудная магнезио-ферритовая скарновая (Fe)	$4 \cdot 10^4 - 6 \cdot 10^4$	$(4-6) \cdot 10^4(1)$
Апатит-титан-железорудная (Fe)	$5 \cdot 10^4 - 8 \cdot 10^4$	$(5-8) \cdot 10^4(1)$
Железорудная кварцитовая, генатит-магнетитовые тип (Fe).	$4 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^5$	$n \cdot 10^4(0,6)$
Железорудная кварцитовая, иагнетит-гематитовый тип (Fe)	$2 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^5$	$(2-5) \cdot 10^5(1)$
Кор выветривания, маритовый тип (Fe)	$n \cdot 10^4 - n \cdot 10^5$	$n \cdot 10^4 - (1-2) \cdot 10^5$
Кор выветривания, тип бурых железняков (Fe)	$n \cdot 10^3 - n \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$
Хромитовая с платиноидами(Cr)	$n \cdot 10^{2-3} - n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^4$
Медно-цинковая колчеданная (Cu)	$n \cdot 10 - 880$	$100-200(0,3)$
То же (Zn)	$n \cdot 10 - 500$	$n \cdot 100(0,8)$
Медно-свинцово-цинковая колчеданная (Cu)	$n \cdot 10 - 400$	$100-200(0,5)$
То же (Pb+Zn)	$n \cdot 10 - 1400$	$100-200$
Медистых песчаников в (Cu)	$n \cdot 10 - 1500$	$300-600(0,2)$
Медно-цинковая черносланцевая (Cu)	$10-160$	$50-600(0,3)$
Сульфидная медно-никелевая (Cu), авлакогенный тип	$450-4000$?
Сульфидная медно-никелевая (Cu), рифтогенный тип (в связи с габбровелитовой формацией)	$n \cdot 10 - 500$	$400?$
Сульфидная медно-никелевая (Cu), рифтогенный тип (в связи с перидотит-пироксенит-норитовой формацией)	$n \cdot 10 - 200$	$100?$
Сульфидная медно-никелевая (Ni)	$n - 1000$	$n \cdot 10(0,7)$
Медно-молибденовая порфириновая (Cu),	$n \cdot 10 - 900$	$100-200(0,4)$
То же (Mo)		$7-9$
Медно-свинцово-цинковая (Pb+Zn)	$n \cdot 10 - 200$	$n \cdot 10(0,8)$
Свинцово-цинковая карбонатная (Pb+Zn)	$n \cdot 10 - 400$	$100-200(0,6)$
Железо-марганец-свинцово-цинковая (Pb+Zn)	$500-1200$	$500-800(0,5)$
Ртутная опалитовая (Hg)	$n \cdot 0,01-2$	$n \cdot 0,1(0,8)$
Ртутная листовитовая (Hg)	$n \cdot 0,01-4$	$1-2(0,5)$
Ртутная аргиллизитовая карбонатная (Hg)	$n \cdot 0,01-6$	$n \cdot 0,1(0,6)$

Ртутная аргиллизитовая терригенная (Hg)	$n \cdot 0,01-10$	$n \cdot 0,1(0,5)$
Ртутная флюорит-сурьмяная джаспероидная (Hg)	$n \cdot 0,1-n$	$n \cdot 0,1-(1)$
То же (Sb)	$n \cdot 0,1-n \cdot 10$	n
Сурьмяная и вольфрамсурьмяная аргиллизитовая (Sb)	$n \cdot 0,1-n \cdot 10$	$n \cdot 0,1(0,7)$
Золотосурьмяная березитовая (Sb)	$n \cdot 0,1-n \cdot 10$	$n \cdot 0,5$
Сурьмяная сульфосолюно- полусульфидная березитовая (Sb)	$n \cdot 0,1-n$	n
Никелевая силикатная (Ni)	$n-100$	50-60(0,4)
Вольфрамовая редкометалльная грейзеновая (WO ₃)	$n \cdot 0,1-20$	$n \cdot (0,6)$
Вольфрамовая скарновая (WO ₃)	$n \cdot 0,1-30$	$n \cdot (0,5)$
Вольфрамовая гумбеитовая (WO ₃)		$n \cdot 10$
Касситеритовая силикатно- сульфидная (Sn)	3-7	$n \cdot (1)$
Касситеритовая кварцевая (Sn)	2-28	$n \cdot (0,75)$

При использовании метода аналогии важно сопоставлять объекты одного иерархического уровня. Чем определеннее эти объекты ограничены в пространстве (структурно-металлогенические зоны, месторождения), тем надежнее оценки ресурсов по аналогии.

Таким образом, в основе прогнозирования по геологической аналогии должна лежать типизация территорий по тем или иным признакам на определенных иерархических уровнях, т.е. создание как бы "металлогенических моделей", предопределяющих вид и вероятные масштабы рудоносности. сказанное направление прогнозирования оруде-нения, базирующееся на выявлении взаимосвязей масштабов проявления рудоносности и истории развития геологических структур в основном путем структурно-формационного анализа развивается главным образом в СССР.

Методы экспертных оценок применяются обычно при резкой "информационной недостаточности", например, при отсутствии эталонов, слабой изученности оцениваемой территории, оценке ресурсов месторождений новых промышленно-генетических типов и т.п. Часто производится также экспертная "корректировка" прогнозных оценок, полученных другими методами. Оценка экспертным методом производится на основе интуиции, опыта и знаний специалистов. Оценку ресурсов или ее корректировку (экспертизу) может производить один эксперт (простая экспертиза) или группа экспертов. В последнем случае применяются различные приемы подбора экспертов, организации опроса, последующей обработки результатов, в зависимости от которых различат те или иные разновидности методов экспертных оценок. Основной целью является при этом получение прогнозной оценки, отражающей коллективное мнение группы экспертов, превосходящее по надежности любое индивидуальное суждение.

Статистические методы позволяют количественно обосновать степень подобия сопоставляемых территорий. Они требуют использования формализованной и количественно выраженной информации о геологических, геофизических, геохимических, экономических и прочих параметрах, критериях эталонных и оцениваемых территорий, связь которых с рудоносностью статистически: подтверждена и может быть выражена численно. Для этого часто проводится предварительный факторный анализ, позволяющий

сократить число исходных признаков, выделив наиболее информативные. В отличие, от упомянутых выше методов прогнозирование статистическими методами возможно по любым блокам, как правило, при снятии исходной информации по определенной сети с примерно равновеликими ячейками. Ячейки с известной рудоносностью являются эталонными. По ним путем регрессионного анализа рассчитываются уравнения связи между группой признаков и запасами минерального сырья. Затем по этим уравнениям оцениваются ресурсы остальных ячеек. При отсутствии хороших эталонов применяются классификационные методы, с помощью которых ячейки разделяются на группы по степени близости к тем или иным критериям рудоносности. Эти методы применяются и при наличии разнотипных эталонов, по степени близости к которым происходит классификация оцениваемых объектов.

Статистические методы ориентируются на машинную обработку исходного материала на основе существующих или создаваемых информационных баз. Они лежат в основе создания автоматизированных информационно-прогнозирующих систем.

Корреляционным методом определяются прогнозные ресурсы полезного компонента, имеющие корреляционные связи с известными запасами другого компонента. Таким способом, например, могут быть рассчитаны ресурсы элементов-примесей.

Геохимические методы количественного прогнозирования широко используются для оценки прогнозных ресурсов металлических полезных ископаемых. Они основаны на использовании теоретических и эмпирических закономерностей взаимосвязей характеристик рассеяния и концентрации металлов. Оценка прогнозных ресурсов в глобальных, общепланетарных масштабах представляет теоретический интерес. На наличие связей между такими характеристиками, как кларки, ферсмы, концентрации элементов в месторождениях, запасы месторождений, запасы крупных регионов, промышленные и геохимические запасы в земной коре давно обращалось внимание. Основу прогнозирования составляет использование зависимости запасов металлов в промышленных концентрациях (в месторождениях) от их содержаний в земной коре (кларков) или, что то же самое, от их общей массы в земной коре. С теоретических позиций взаимосвязь суммарных запасов металлов в повышенных (промышленных) концентрациях с их геохимическими и термодинамическими свойствами и предопределяемыми ими особенностями миграции используется при глобальных оценках ресурсов методами по эквиваленту миграции, энергетическому и др. В первом случае мировые ресурсы определяются в конечном счете на основе их связи с атомными весами и валентностями металлов, во втором - на основе другой частной геохимической модели - взаимосвязи мировых ресурсов с энергией рудообразования.

Как уже отмечалось, кларки химических элементов обуславливают связи между ними и запасами месторождений полезных ископаемых. Эти связи предопределяют и распределение запасов в ранговых рядах месторождений. Оценка прогнозных ресурсов той или иной территории еще не определяет ее реальную ценность. Необходимо установить вероятное соотношение на данной площади месторождений различного размера, определить долю запасов, приходящуюся на крупные, средние и мелкие месторождения и т.д., т.е. охарактеризовать закономерности ранговых рядов месторождений.

Теоретические соображения и геологоразведочная практика приводят к выводу, о том, что распределение объектов различного ранга по запасам отвечает какой-либо разновидности распределения Парето, отражающему основную закономерность: чем крупнее объект, тем реже он встречается.

Геохимические методы оценки прогнозных ресурсов при средне- и крупномасштабном прогнозировании развивались преимущественно в СССР. Они также основываются на взаимосвязи характеристик рассеяния и концентрации элементов. Это главным образом методы оценки прогнозных ресурсов по первичным и вторичным ореолам рассеяния, использующие пропорциональность запасов первичных рудных тел и продуктивностей ореолов рассеяния. Сюда же относятся методы, базирующиеся на закономерностях

распределения рудных элементов в системах сопряжённого гидротермально-метасоматического изменения пород.

Геофизические методы оценки прогнозных ресурсов, как известно, основываются на их корреляции с интенсивностью и форме»; проявления геофизических аномалий. Последние могут быть предварительно использованы для установления параметров рудоносных объектов (размеров, формы, глубины залегания), которые затем берутся за основу прямого расчета ресурсов. Тип используемых аномалий зависит от ожидаемой рудоносности.

Симметрия геологических тел, их расположение в пространстве являются объектом обширных исследований. Возможности ее использования при прогнозировании оруденения можно проиллюстрировать на примере структурно-геометрического метода. Он основан на симметрии в расположении "узлов повышенной рудоносности", приуроченных обычно к узлам пересечений разрывных структур. Последние выявляются с помощью дешифрирования высотных и космических снимков, геоморфологических данных, анализа различных геологических, тектонических, металлогенических карт. В итоге выделяются системы рудоконтролирующих линейных и кольцевых разрывных структур и намечаются узлы их пересечений. По ним определяется возможное количество еще невыявленных крупных, средних и мелких месторождений и прогнозны ресурсы, исходя из среднестатистического масштаба рудоносности месторождений данного типа.

Методы геолого-экономической экстраполяции развиты в большей мере в зарубежных исследованиях и наиболее широко применяются пока при оценке нефтегазоносности; в меньшей мере - при оценке ресурсов металлов. В литературе они называются также бихейвиористическими, историко-геологическими. В их основе лежит учет динамики развития и темпы прироста запасов и ресурсов в зависимости от продолжительности освоения объектов оценки, вкладываемых средств, объема горных и буровых работ. Эти методы основаны по существу на выявлении аналогии между состояниями минерально-сырьевой базы эталонных и оцениваемых объектов во времени. В большей мере, чем для оценки прогнозных ресурсов, они используются также при долгосрочном прогнозе добычи, переработки потребления минерального сырья.

Не использования геолого-экономической экстраполяции основывается также методы оценки прогнозных ресурсов по сложности геологического строения территорий и распределению содержаний металлов в рудах. Эти методы в настоящее время ещё недостаточно разработаны. Первые из них часто ориентированы на оценку всего комплекса полезных ископаемых (выражаются, например, в их суммарной или удельной стоимости). В ряде работ показывается наличие взаимосвязей между ресурсами территории и специально выводимыми показателями сложности их геологического строения.

Методы оценки ресурсов по распределению содержаний полезных компонентов основаны на установлении связи между ними, построении статистических моделей распределения запасов по различным содержаниям. В пределах месторождений эти связи описываются известным законом С. Ласки, основой которого является обратно пропорциональная зависимость между запасами месторождений и содержаниями полезных компонентов в рудах с теми или иными уточнениями. Для территорий зависимости между средними концентрациями полезных компонентов в рудах и запасами месторождений более сложные и неоднозначные. Использование их при прогнозных оценках требует дополнительных исследований. Термодинамический подход к исследованию связи "запас - содержание" имеет также и более общее, чем только количественное прогнозирование, значение.

Методы прямого расчета в региональных масштабах могут применяться для простых морфологических типов оруденения, когда в качестве параметров среды может выступать ограниченное число или даже одна переменная, характеризующая изменчивость какого-либо геологического фактора, главного для оценки прогнозных ресурсов данного

формационного типа, например, объем рудоносных пород. В некоторых случаях при этом могут быть использованы и параметры оруденения - объем продуктивного пласта, его мощность, протяженность, средние содержания в нем полезных компонентов, число пластов.

Приложимость перечисленных методов к конкретным геолого-промышленным типам месторождений, перспективным площадям разного ранга, стадиям и видам геологоразведочных работ рассмотрена в последующих выпусках руководства.

ОБЩИЙ ПОРЯДОК ОЦЕНОК, ПЕРЕОЦЕНОК, АПРОБАЦИИ И УЧЕТА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ

Оценка прогнозных ресурсов полезных ископаемых производится по итогам каждой стадии геологоразведочных работ (геолого-съёмочных, общих поисков, поисков, поисково-оценочных, предварительной, и детальной разведки) и соответствующих по масштабам металлогенических, прогнозно-металлогенических прогнозных тематических и научно-исследовательских работ, которыми решаются задачи предпроектного прогноза. Переоценка ранее выявленных прогнозных ресурсов осуществляется при получении принципиально новых геологических данных, меняющих представления о степени перспективности соответствующих площадей, либо при постановке специальных работ по переоценке. Оценку и переоценку производят те подразделения производственных или научно-исследовательских организаций, которые выполняли работы на прогнозных площадях либо объектах.

Прогнозные оценки и их результаты приводятся в разделах (главах) окончательных отчетов, где дается обоснование выделения перспективных площадей и участков с характеристикой использованных критериев и признаков, излагается использованный метод подсчета прогнозных ресурсов и отражаются следующие данные:

- прогнозируемый геолого-промышленный тип месторождений;
- фациально-формационная принадлежность пород, вмещающих рудные тела, и пород, с которыми генетически связывается оруденение;
- прогнозные ресурсы руды и содержащихся в ней основных компонентов, средние концентрации основных компонентов;
- размер площади, на которой проведена оценка;
- глубина прогноза;
- категоричность ресурсов с ее обоснованием;
- геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов.

При оценке металло- или минерагенического потенциала приводятся сведения о предполагаемых типах месторождений с указанием отечественных или зарубежных аналогов и возможных масштабов объектов.

При оценке ресурсов категории P_3 указывается вероятное число прогнозируемых объектов соответствующего геолого-промышленного типа и их масштабы.

Геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов категорий P_2 и P_1 и запасов категории C_2 , выделяемых по результатам поисковых и поисково-оценочных работ, представляется в виде расчётных таблиц (приложение 3, 4)

Результаты оценок прогнозных ресурсов рассматриваются научно-техническими советами производственных или учеными советами научно-исследовательских организаций - исполнителей работ при защите и приемке окончательных отчетов и направляются для апробации, а также утверждения в соответствующие региональные научные советы по прогнозированию (РНСП). Оценки прогнозных ресурсов, выполненные соответствующими головными институтами и принятые их учеными советами, подлежат передаче соответствующим производственным организациям с защитой на научно-технических советах без проведения апробации в РНСП. Утвержденные РНСП оценки возвращаются в управления геологии союзных республик и производственные

геологические объединения для последующего обобщения, а также в соответствующие головные институты.

Головные НИИ по соответствующим видам минерального сырья в порядке, устанавливаемом Мингео СССР, подготавливают сводки, которые передаются в ВИЭМС и НТС Мингео СССР (либо непосредственно НТО Мингео СССР). После утверждения НТС Мингео СССР сводные данные передаются объединению "Союзгеолфонд" для подготовки к изданию.

Ресурсы категории P_1 , как и запасы категории C_2 , апробируются территориальными комиссиями по запасам, а затем представляются ЦКЗ для утверждения. Оценки прогнозных ресурсов категории P_1 , выполненные головными институтами, могут представляться непосредственно ЦКЗ.

Переоценка прогнозных ресурсов по состоянию на 1 января третьего года пятилетки производится лишь по территориям, на которых со времени предшествующих оценок не проводились работы. После переоценки по состоянию на 01.01.1988 г. прогнозные ресурсы учитываются по сумме ежегодных оценок. Материалы переоценок подготавливаются в той форме, которая предусмотрена для текущих и годовых оценок, апробируются и утверждаются в изложенном выше порядке.

Результаты прогнозирования, проведенные первичными геологическими организациями, ежегодно обобщаются в целом по площади, находящейся в ведении республиканского или территориального геологического объединения (управления). Сведения о состоянии фонда прогнозных ресурсов по территории деятельности ПГО и ГУ включаются в их годовые отчеты в виде карты размещения прогнозных объектов, таблицы прогнозных ресурсов, их оценки (приложения 5,6,7) и краткого пояснения к ним, где отражаются наиболее существенные результаты в изменении фонда прогнозных объектов, категоричности и размере их ресурсов за истекший год.

В материалах, которые подготавливаются министерствами и управлениями геологии союзных республик, перечень прогнозных объектов, состояние и основные изменения в размере, качестве, категоричности прогнозных ресурсов по сравнению с состоянием на предшествующее пятилетие должны быть обоснованы в объяснительной записке, сопровождаемой картой размещения прогнозных объектов и таблицей с параметрами прогнозных ресурсов (приложения 6,7). В записке должны найти отражение, следующие вопросы:

- характеристика исходных материалов, использованных при прогнозировании;
- общие методы и частные приемы количественной оценки прогнозных ресурсов;
- геологические, геофизические, геохимические и прочие обоснования параметров прогнозных ресурсов, принятые представления о закономерностях размещения и образования месторождений полезного ископаемого;
- количественные закономерности, характеризующие зависимость масштаба и качества прогнозных ресурсов от прямых и косвенных признаков оруденения;
- принятые для геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов оценочные кондиции или исходные и расчетные данные, использованные для вычисления показателей промышленной значимости месторождений;
- ранжирование прогнозных объектов по степени их предпочтения для первоочередного проведения геологоразведочных работ следующей стадии;
- достоверность проведенной ранее оценки по итогам выполненных работ.

ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ И ПЛАНИРОВАНИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Прогнозные ресурсы служат для долгосрочного и текущего планирования геологоразведочных работ в масштабах страны и отдельных регионов, а также могут использоваться

при проектировании

Поисковых и поисково-оценочных работ. Совокупность таких работ должна обеспечивать получение прироста запасов категории C_2 , являющегося основным результатом суммы указанных стадий. Для определения рациональных путей решения этой задачи требуется определение прогнозных ресурсов, необходимых для получения намеченных приростов, расчёт эквивалентных площадей постановки работ соответствующих стадий, оценка потребных затрат на работы необходимых стадий.

В соответствии с принятой стадийностью геологоразведочного процесса для получения на той или иной слабо изученной территории необходимого прироста запасов категории C_2 требуется выполнение комплекса работ, обеспечивающих реализацию металлогенического потенциала в ресурсы категории P_3 , перевод ресурсов категории P_3 в P_2 , категории P_2 в P_1 и, наконец, ресурсов категории P_1 в запасы категории C_2 соответствующим образом от стадии площадей требуемых работ.

Представляется очевидным, что значения металлогенического потенциала и прогнозных ресурсов всех категорий неэквивалентны значениям запасов категории C_2 , выявляемых на той же площади. Это зависит от целого ряда причин как объективного, так и субъективного характера. К числу главных их них принадлежат: недостаточная достоверность оценок прогнозных ресурсов, определяемая несовершенством геологических основ прогнозирования и его вероятностным характером: рассредоточенность прогнозирувавшейся массы металла по серии мелких объектов; превышение выявляемых масштабов объектов над предполагавшимися; несоответствие качества обнаруженных руд современным промышленным требованиям; недоступность глубин залегания месторождения для поискового и промышленного освоения; субъективные ошибки при выборе направлений работ и т.п. количественные расхождения между прогнозными ресурсами разных категорий и запасами категории C_2 могут быть выражены через соответствующие коэффициенты. С использованием этих коэффициентов при заданном приросте запасов категории C_2 могут быть определены значения прогнозных ресурсов категории P_1, P_2, P_3 , необходимые для получения заданного прироста, по следующим выражениям:

$$P = C_2 : K_1; \quad P_2 = P_1 : K_2; \quad P_3 = P_2 : K_3$$

или через значение C_2 :

$$P_2 = C_2 : K_1 \cdot K_2; \quad P_3 = C_2 : K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Прогнозные ресурсы различных категорий учитываются по соответствующим площадям, для которых применительно к конкретным геолого-промышленным типам месторождений может быть рассчитана металлоносность (продуктивность) в количестве металла на единицу площади. Эта характеристика также определяется по данным известных запасов и добычи в крупных хорошо изученных регионах. Значения продуктивности рудных районов (Π_3), рудных полей (Π_2) и перспективных участков (Π_1) существенно различаются. По ряду обобщений для ведущих геолого-промышленных типов месторождений цветных металлов отношение $\Pi_3 : \Pi_2 : \Pi_1$ составляет примерно 1:10:100 при обратном соотношении соответствующих площадей. Примеры значений упомянутых величин приведены в табл.б.

С использованием значения продуктивностей и расчетных значений прогнозных ресурсов, необходимых для получения прироста запасов категории C_2 , определяются площади, требующие поискового освоения по соответствующим стадиям:

- общих поисков $S_3 = P_3 : \Pi_3;$
- поисков $S_2 = P_2 : \Pi_2;$
- поисково-оценочных работ $S_1 = P_1 : \Pi_1;$

По расчетным значениям площадей могут быть определены необходимые затраты на работы соответствующих стадий и полные затраты на получение намеченного прироста запасов категории C_2 . Для этого используются значения приведенных затрат (руб/км²), определяемые для каждой стадии через затраты на работы, требуемые оптимальными прогнозно-поисково-оценочными комплексами применительно к соответствующим геолого-промышленным типам месторождений. Затраты на общие поиски через приведенные затраты определяются как $З_3 = З_3 \cdot S_3$;
на поиски – $З_2 = З_2 \cdot S_2$;
на поисково-оценочные работы $З_1 = З_1 \cdot S_1$;

С учётом значений ожидаемого прироста запасов, продуктивностей и поправочных коэффициентов к ресурсам затраты по упомянутым при переводе P_3 в C_2

$$З_3 = \frac{З_3 \times C_2}{П_3 \times K_1 \times K_2 \times K_3};$$

при переводе P_2 в C_2

$$З_2 = \frac{З_2 \times C_2}{П_2 \times K_1 \times K_2};$$

при переводе P_1 в C_2

$$З_1 = \frac{З_1 \times З_2}{П_1 \times K_1}$$

Суммарные затраты ($З_3$) на все стадии с получением намеченного прироста в результате последовательного перевода ресурсов категории P_3 в запасы категории C_2 через P_2 и P_1 рассчитываются по выражению

$$З_3 = \frac{C_2}{K_1} \times \left(\frac{З_3}{П_2 \times K_2 \times K_3} + \frac{З_2}{П_2 \times K_2} + \frac{З_1}{П_1} \right)$$

При получении прироста запасов категории C_2 только за счёт перевода ресурсов категории P_3 на цельной эквивалентной площади последовательно в P_2 , P_1 и C_2 отношения главных показателей, необходимых для планирования доразведочных стадий, определяются по выражениям :

- планируемого прироста и потребных ресурсов

$$P_3 : P_2 : P_1 : C_2 = \frac{1}{K_1 \times K_2 \times K_3} : \frac{1}{K_1 \times K_2} : \frac{1}{K_1} : 1;$$

- площадей общих поисков, поисков и поисково-оценочных работ

$$S_3 : S_2 : S_1 = \frac{1}{П_3 \times K_1 \times K_3} : \frac{1}{П_2 \times K_1 \times K_2} : \frac{1}{П_1 \times K_1};$$

- потребных затрат по стадиям

$$Z_3 : Z_2 : Z_1 = \frac{Z_3}{P_3 \times K_1 \times K_2 \times K_3} : \frac{Z_3}{P_2 \times K_1 \times K_2} : \frac{Z_1}{P_1 \times K_1}$$

Общая последовательность операций по применению изложенной методики для предпроектных расчетов отражена в таблице и сводится к следующему:

1. Расчет ресурсов категорий P_3, P_2, P_1 , потребных для обеспечения намеченных приростов запасов категории C_2 на первый период планирования.
2. Оценка состояния прогнозных ресурсов.
3. Сопоставление расчетных и учтенных ресурсов и выбор соответствующего варианта перевода ресурсов в запасы либо нескольких вариантов, если таковые возможны.
4. Расчет эквивалентных площадей и потребных затрат по одному либо нескольким вариантам с учетом затрат на соответствующие стадии.
5. Определение дополнительных затрат для восполнения (в случае необходимости) прогнозных ресурсов с учетом приростов, намечаемых на второй период планирования.
6. Выбор оптимального либо наиболее экономичного варианта перевода ресурсов в запасы для проектирования работ.

В табл.7 приведены соответствующие варианты переводов прогнозных ресурсов в запасы при условии, что на первый период планирования учтенные ресурсы заведомо превышают расчетные, необходимые для получения планируемого прироста запасов категории C_2 . Представляется очевидным, что величина последних в пределах каждой отдельно взятой площади поисков и оценки не должна быть меньше запасов месторождения, отвечающего требованиям промышленности в соответствующих географо-экономических условиях исключение могут составлять расположенные объекты, находящиеся в сфере деятельности добывающих предприятий; однако это обстоятельство требует необходимых обоснований еще до предпроектных расчетов.

Значения величин, используемых при оценке прогнозных ресурсов и определении затрат на реализацию
прогнозно-поисковых комплексов и оценке месторождений цветных металлов
(по материалам ЦНИГРИ)

Геолого-промышленные типы месторождений (в скобках наименования провинций, по которым учтены материалы)	Значения площадей (числитель, км ²) разного ранга и их металлоносность (знаменатель, млн.т/км ²), в скобках - средние по экспертным оценкам			Коэффициенты «отхода» ресурсов при переводе их из категории в категорию		
	Рудные районы P ₃	Рудные поля P ₂	Перспективные участки P ₁	P ₃ в P ₂ (K ₃)	P ₂ в P ₁ (K ₂)	P ₃ в C ₂ (K ₁)
1	2	3	4	5	6	7
1.1. Медно порфириновый (Прибалхашская, Среднеазиатская, Чилийская, Западно-Канадская, Юго-Запада США)	<u>200-1200</u> 0,005-0,025 (1000/1,010)	<u>10 – 60</u> 0,05-0,30 (50/0,050)	<u>1 – 3</u> 0,8-2,5 (1/3,0)	0,1	0,5	0,8
1.2. Медно-колчеданный (Южно- Среднеуральская)	<u>200 – 600</u> 0,003-0,010 (500/0,005)	<u>20 – 60</u> 0,02-0,10 (50/0,050)	<u>0,05-2,5</u> 0,5-2,2 (1/1,0)	0,2	0,5	0,8
1.3. Медистые песчаники и сланцы (Казахстанская, Кодаро-Удоканская, Западно-Африканская)	<u>500 – 2500</u> 0,002-0,010 (1000/),005)	<u>50 – 150</u> 0,02-0,07 (100/00,050)	<u>5 – 150</u> 0,02-0,07 (10/0,05)	0,1	0,5	0,8
2.1. Колчеданно-полиметаллический в осадочно-вулканогенных толщах (Рудный Алтай)	<u>500 – 1200</u> 0,005-0,020 (1000/00,010)	<u>20 – 60</u> 0,025-0,15 (50/0,050)	<u>1 – 5</u> 0,5-1,2 (2/1,0)	0,2	0,5	0,8
2.2. Колчеданно-полиметаллический в терригенных толщах (Северо-Казахстанская, Кавказская, Прибайкальская)	<u>200 – 2000</u> 0,002-0,010 (1000/0,005)	<u>10 – 60</u> 0,05-0,02 (50/0,100)	<u>1 – 3</u> 0,4-0,8 (2/0,5)	0,1	0,4	0,8
2.3. Свинцово-цинковые в карбонатных толщах (Каратауская, Средне-Азиатская, Теннеси, Три Стейт, Миссисипи)	<u>500 – 1200</u> 0,002-0,010 (1000/0,005)	<u>20 – 150</u> 0,02-0,15 (50/0,050)	<u>1 – 5</u> 0,5-1,2 (2/1,0)	0,1	0,4	0,8

Схема формирования структуры прогнозных ресурсов и затрат
на доразведочные стадии для получения намеченных приростов запасов категории C_2

Задачи и содержание работ	Категории прогнозных ресурсов и запасов	Площади (числитель) работ доразведочных стадий и потребные затраты (знаменатель) для реализации ресурсов в запасы и дополнительного выявления ресурсов			
	P_3, P_2, P_1, C_2	Региональные геолого-геофизические и прогнозные исследования	Общие поиски	поиски	Поисково-оценочные работы
1	2 3 4 5	6	7	8	9
Расчёт потребных ресурсов для обеспечения заданного на первый период прироста запасов- C_2	P_3, P_2, P_1				
Оценка состояния прогнозных ресурсов (варианты по наличию ресурсов разных категорий): I II III	P_3 $P_3 \rightarrow P_2$ $P_3 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1$				
Сопоставление значений потребных и учтённых ресурсов и по вариантам их реализаций в C_2 : I II III	$P_3 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow C_2$ $P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow C_2$ $P_1 \rightarrow C_2$	– – –	$\frac{S_3}{S_2}$ – –	$\frac{S_3}{S_2}$ $\frac{S_3}{S_2}$ –	$\frac{S_1}{3_1}$ $\frac{S_1}{3_1}$ $\frac{S_1}{3_1}$
Расчёт затрат на дополнительное (при необходимости) выявление прогнозных ресурсов для обеспечения заданного на второй период прироста запасов- C_2	$\Delta P_3 \Delta P_2 \Delta P_1$	$\frac{S_4}{3_4}$	$\frac{S_3}{3_3}$	$\frac{S_2}{3_2}$	

Формационная классификация месторождений (условный пример заполнения)

Геолого-промышленный тип (ГПТ), подтип (ГППТ), примеры месторождений	Рудные формации (РФ), субформации (РСФ)	Генетическая группа и тип месторождений	Геологические формации: рудовмещающие (РВ), рудоносные (РН), рудогенерирующие (РГ)			Формационная принадлежность околорудных метасоматитов	Количественные соотношения главных рудообразующих компонентов в рудах	Геотектоническая Позиция и положение РФ в тектомагматических циклах	Палеотектонические (геодинамические) обстановки возникновения
			Магматические	Вулканогенные	осадочные				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скарново-магнетитовый ГПТ, Сарбайское	Магнетитовая окаполит-альбитовая	Контактово-метасоматическая	РГ-габбро-диоритовая	РВ-андезитовая, базальтовая с известняками		Скаполит-альбитовые скарны	Cu:Fe=1:500; TiO ₂ :Fe=1:100	Фанерозойские геосинклинали, поздние стадии	Вулкано-тектонические пояса

Геолого-промышленные типы месторождений
(условный пример заполнения)

№ п/п	Геолого-промышленный тип (ГПТ), Подтип (ГППТ), примеры месторождения	Основные промышленные (а) и минеральные (б) типы руд	Среднее содержание главных рудообразующих компонентов в рудах.	Отношения главных рудообразующих компонентов	Попутные компоненты-основные и обыкновенно присутствующие (в скобках)	Формы и размеры рудных тел	Ориентировочные запасы металла в отдельных месторождениях зарубежных стран, тыс.т		Доля в общих запасах меди капиталистических и развивающихся стран, %	Группа по классификации ГКЗ СССР
							рядовых	Наиболее крупных		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Железо-медный ванадий и титан-содержащий ГПТ	а) прожилково-вкрапленный; железо-медно-ванадий-титансодержащий в габроидах;	Cu -0,5 Fe до 20	Fe:Cu=1:1 15:1	Титан, ванадий, фосфор (селен, теллур, палладий)	Линзы и линзообразные тела и зоны. Размеры: по простиранию и падению-десятки, сотни м, мощность-до нескольких десятков м.	200-300 до 1000	2,0	1; 2	

.....ПГО (ГУ)
экспедиция

Полезное ископаемое.....

Геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов
 категории Р₂ перспективного участка.....
 по результатам поисковых работ

№ п/п	Показатели оценки	Значения показателей
1. характеристика ресурсов прогнозного объекта		
1.	Ожидаемый геолого-промышленный тип	.....
2.	Прогнозные ресурсы руды, млн.т.	.....
3.	Прогнозируемые средние содержания основных компонентов, %, г/т, кар/т	.....
4.	Предполагаемый способ добычи	.....
2. параметры оценочных кондиций		
1.	Ресурсы руды промышленного месторождения – аналога объекта оценки, млн. т	.....
2.	Минимальное содержание основного компонента в рудах промышленного месторождения - аналога, %, г/т, кар./т	.....
3.	Поправочный коэффициент к содержанию компонента на географо-экономические условия района прогнозирования	.....
4.	Минимальное содержание основного компонента промышленного месторождения – аналога, приведённого к условиям района прогнозирования, %, г/т, кар/т	.....
3. заключение по результату геолого-экономической оценки		

Дата.....

Подпись.....

Геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов категории Р₂
По результатам поисковых работ

№ ПП и на карте	Объекты прогноза	Тип месторож- дений, тип руд	Ресурсы руды, млн. т	Содержание компонентов в руде, %, г/т, кар/т	Способ добычи	Поправочный коэффициент на районные условия	Содержание компонентов, приведённые к районным условиям, ^{х)} %, г/т, кар/т	Минимальное содержание компонентов по оценочным кондициям ^{х)} , %, г/т, кар/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9

^{х)} для благородных металлов и алмазов в графе 8 указывается ожидаемая себестоимость получения товарной продукции, а в графе 9 – районная цена товарной продукции (руб/г; руб/кар).

Результативность работ по стадиям и подтверждаемость оценки прогнозных ресурсов
 по _____ (полезное ископаемое)
 по территории деятельности ПГО _____ за 19 __ г. – 19 __ г.

№ П/П	Геолого-промышленный тип месторождений, стадии работ	Количество объектов				Результативность, % (гр.5+6) гр.4	Подтверждаемость ресурсов ^{х)}	
		выявлено перспективных объектов	всего	оценено работами			категории	%
				передано на следующую стадию	зачислено в резерв			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Геологическая съёмка М 1:200 000	.....	..... .	.....	.....	.....	-	-
2	Геологическая съёмка М 1:50 000 с общими поисками	.....	..... .	.....	.....	.....	P/P ₃	.....
3	Поисковые работы	.....	..... .	.....	.....	.....	(P ₁ +P ₂)/P ₂	.....
4	Поисково-оценочные работы	-	.....	.....	.....	.....	(C ₂ +P ₁)/(P ₁ +P ₂)	.....
5	Предварительная разведка	-	.....	.....	.....	.....	(C ₁ +C ₂)/(C ₂ +P ₁)	.....
6	Детальная разведка	-	.....	.....	.....	.....	C ₂ /P ₁	

^{х)} Подтверждаемость прогнозных ресурсов по каждой стадии определяется отношением суммы ресурсов и запасов положительно оцененных объектов (гр.5+6) к сумме ресурсов и запасов всех оцениваемых объектов (гр.4) до начала работ.

Л и т е р а т у р а

1. ВРЕМЕННОЕ положение о классификации прогнозных ресурсов, подготовке и учете запасов категории С₂ твердых полезных ископаемых. - М.: ВИЭМС, 1986. - 12 с.
2. ЕДИНЫЕ методические указания по применению "Временного положения о классификации прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых" при оценке и учете ресурсов Сост.: Н.А.Быховер, А.Г.Харченков, С.И.Лапекан. - М.: ВИЭМС, 1982, - 5:1 с.
3. КЛАССИФИКАЦИЯ запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. У...: Недра, 1982, - 10 с.
4. КОНСТАНТИНОВ Р.М. Математические методы количественного прогноза рудоносности. М.: Недра, 1979, - 125 с.
5. КРИВЦОВ А.И., НАРСЕЕВ В.А. Геологоразведочный процесс и прогноз-поисковые комплексы. - Сов.геология, 1983, № I.
6. МЕТОДИЧЕСКИЕ рекомендации по количественной оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Алма-Ата: КазИМС, 1982, - 96 с.
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ указания о проведении геологоразведочных работ по стадиям (твердые полезные ископаемые). М.: ВИШС, 1984, - 22 с.
8. МЕТОДЫ количественного прогнозирования ресурсов редких металлов / В.В.Иванов , С.М.Беский, З.М.Бондаренко и др. М.: Недра, 1985, - 244 с.
9. ПРИНЦИПЫ прогноза и оценки месторождений полезных ископаемых. Под ред. В.Т. Покалова. М.: Недра, 1984, - 437 с.
10. РУДОНОСКОСТЬ и геологические информации структур земной коры. Под ред. Д.З.Рундквиста. Л.: Недра, 1981, - 423 с.
11. РУКОВОДСТВО по рациональной методике поисков месторождений медных и полиметаллических руд в вулканогенных и карбонатных орозыциях. Ред. А.И.Кривцов, Е.И.Филатов, Ц.Л.Петрова, м.: СЭВ, 1984, - 218 с.
12. РУКОВОДСТВО по рациональной методике поисков месторождений медных и полиметаллических руд в вулканогенно-интрузивных поясах. Ред. А.И.Кривцов, Д.Мокану, Е.И.Филатов, Ц.Л.Петрова. М.: СЭВ, 1984, 168 с.
13. СПРАВОЧНИК по поискам и разведке месторождений цветных металлов А.И.Кривцов, й.З.Самонов, Е.И.Филатов и др. М.:Недра, 1985, - 324 с.