

# **ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И ПОРЯДОК ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**



Федеральное унитарное государственное предприятие  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ  
ИНСТИТУТ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ  
(ФГУП ЦНИГРИ)

---

**ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И ПОРЯДОК ОЦЕНКИ  
ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ  
ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

*Рекомендации  
межинститутской рабочей группы  
Роснедра*

Под редакцией А.И. Кривцова

*Составители: Беневольский Б.И. (руководитель), Аксенов Е.М., Блинова Е.В.,  
Ваганов В.И., Вартамян С.С., Голенев В.Б., Конкина О.М., Куторгин В.И.,  
Логвинов М.И., Машковцев Г.А., Мизгачев И.Ф., Микерова В.Н., Руднев В.В., Ручкин Г.В.*

Москва  
ЦНИГРИ  
2010

УДК 553.3/48.043

**Принципы, методы и порядок оценки прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Рекомендации межинститутской рабочей группы Роснедра** / Под редакцией А.И.Кривцова; составители: Беневольский Б.И. (руководитель), Аксенов Е.М., Блинова Е.В., Ваганов В.И., Вартамян С.С., Голенев В.Б., Конкина О.М., Куторгин В.И., Логвинов М.И., Машковцев Г.А., Мигачев И.Ф., Микерова В.Н, Руднев В.В., Ручкин Г.В. – М.: ЦНИГРИ, 2010. – 95 стр., 8 табл., 10 ил.

Изложены рекомендации по принципам и методам прогнозирования месторождений твердых полезных ископаемых и оценке их прогнозных ресурсов в современных условиях недропользования Российской Федерации. Охарактеризованы общие положения оценки, базовые понятия и термины, рекомендации по укрупненной геолого-экономической оценке объектов с прогнозными ресурсами, а также порядок оценки, содержание и формы представления материалов. Рекомендации составляют основу создания выпусков методических руководств по группам твердых полезных ископаемых для переоценки прогнозных ресурсов по состоянию на 01 января 2010 г. Рекомендации рассчитаны на организации и специалистов геологического профиля.

Компьютерная верстка Е.В.Бацалёва

Сдано в набор 05.03.2010. Подписано в печать 22.03.2010  
Уч. изд. л. 6,78. Тираж 150 экз. Цена договорная

Для распространения по целевым заказам  
Ни одна часть этой работы не может быть скопирована,  
размножена и реализована ни одной компанией,  
организацией или частным лицом без согласия ЦНИГРИ

---

Полиграфическая база ЦНИГРИ  
117545 Варшавское шоссе, 129, корп. 1

---

ISBN 978-5-85657-006-8

© Центральный научно-исследовательский  
геологоразведочный институт цветных и благородных  
металлов (ЦНИГРИ), 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

От редактора.....	4
От составителей.....	7
Прогнозные ресурсы в современном отечественном недропользовании.....	9
Методические основы прогнозно-металлогенических построений.....	14
Методика оценки начального потенциала золотоносности территории России.....	22
Общие положения.....	27
Базовые понятия и термины.....	30
Принципы и методы количественной оценки прогнозных ресурсов.....	35
Прогнозные ресурсы категории $P_3$ .....	36
Прогнозные ресурсы категории $P_2$ .....	42
Прогнозные ресурсы категории $P_1$ .....	48
Укрупненные геолого-экономические оценки объектов с прогнозными ресурсами.....	59
Содержание и оформление материалов оценки прогнозных ресурсов.....	73
Рекомендуемая литература.....	84
Приложения.....	86

## ОТ РЕДАКТОРА

Отечественная система оценки и учета прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (ПР ТПИ) начала вводиться с 1981 г. с целью получения количественных характеристик приоритетности геолого-поискового освоения и количественных оценок результативности и эффективности ГРР. В наиболее общем случае ПР ТПИ оценивают невыявленные массы минерально-сырьевой базы — резервы для получения приростов запасов, отвечающих текущим и перспективным геолого-экономическим и промышленным требованиям. Опыт проведения первой оценки ПР ТПИ (на 01.01.1983 г.) показал эффективность созданной системы и необходимость усиления ее методического и организационного обеспечения. После проведения ряда отраслевых и межведомственных совещаний на базе профильных НИИ и обобщения полученных результатов в феврале 1985 г. НТС Мингео СССР было принято решение о создании серии методических руководств по оценке ПР ТПИ при металлогенических и геолого-съёмочных работах, а также при ГРР на основные группы ТПИ. Соответствующие выпуски методических руководств были подготовлены профильными НИИ в 1986 г. и использовались при оценке ПР ТПИ на 01.01.1988 г. В то же время продолжались интенсивные работы по совершенствованию и расширению методических руководств первого издания; уже в 1989 г. была опубликована его новая версия, которая использовалась при последующих переоценках ПР ТПИ (1993, 1998, 2003 гг.). Указанные методические руководства широко использовались геологическими службами стран-членов СЭВ в тесной увязке с требованиями к результатам работ по этапам и стадиям ГРР.

Уже при переоценках 1998 г., а особенно 2003 г., выявилась необходимость актуализации методических руководств в связи с радикальными изменениями в отечественной системе недропользования и его информационно-методическом обеспечении.

В 2005 г. МПР России утвердило «Долгосрочную государственную программу изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья», основными показателями реализации которой за счет федеральных средств приняты выявляемые массы ПР. Позже МПР России организовало мониторинг ПР ТПИ по состоянию на 01.01.2006 г., что позволило сформировать соответствующую систему учета и балансов, которая, к сожалению, не получила должного развития, но определила необходимость актуализации классификации ПР ТПИ, которая была разработана и введена МПР России с 2008 г.

В современном правовом поле ПР ТПИ составляют часть национального достояния, а их оценки служат показателем результативности федеральных ГРР и основой для получения приростов запасов недропользователями, чем определяется общеотраслевой статус соответствующих методических рекомендаций и руководств.

Назревшие проблемы актуализации методологических и технологических основ выявления и оценки ПР ТПИ на рубеже веков начали решаться в инициативном порядке путем разработки современных моделей месторождений цветных и благородных метал-

лов, изданием актуализированных методических руководств по выявлению и оценке ПР алмазов, благородных и цветных металлов.

Методические основы выявления и оценки ПР ТПИ, пути модернизации и инноваций ГРР определяются достижениями общей и прикладной металлогении и гносеологической базой общегеологических наук в тесной связи с принципами и технологиями построения и реализации геологоразведочного процесса. При этом для обеспечения достоверности и воспроизводимости прогнозных построений принципиальное значение имеют терминологическая и понятийная база соответствующих исследований. За рубежом в 1999 г. практически одновременно были разработаны и приняты Кодекс JORC (Австралия), Стандарт CIM (Канада), Кодекс SAMREC (ЮАР), Руководство SME (США), разработанные в кругах горно-геологической общественности соответствующих стран и определяющие требования к ПР ТПИ и их запасам.

Для совершенствования методических основ выявления и оценок ПР ТПИ существенное значение имеют следующие отечественные справочно-методические работы: Термины и понятия, используемые при прогнозно-металлогенических исследованиях, 1991; Российский металлогенический словарь, 2003; Стратиграфический кодекс России (1977, 1992, 2007); Термины и понятия отечественного недропользования. Словарь-справочник (2000, 2008); Петрографический кодекс России (1995, 2008, 2009).

Развитие понятийно-терминологической базы прогнозных построений, выявления и оценки ПР ТПИ создает необходимые предпосылки для модернизации ГРР и инноваций в этой сфере с учетом опыта реализации Долгосрочной программы.

Несмотря на это, статус ПР в отечественной система недропользования до сих пор официально не определен, как и соответствующие зоны ответственности, а также статус регламентирующих документов (рекомендаций, руководств и т.п.), подлежащих актуализации.

В 2009 г. научно-исследовательскими институтами Роснедра завершена большая работа по анализу результатов федеральных геологоразведочных работ, выполненных в рамках мероприятий средне- и долгосрочной государственных программ по воспроизводству минерально-сырьевой базы важнейших видов твердого минерального сырья — топливно-энергетического (уголь, уран), черных, цветных, редких, благородных металлов, алмазов, неметаллических полезных ископаемых. В исследованиях участвовали отраслевые НИИ по курируемым видам полезных ископаемых — ЦНИГРИ — координатор, ВИМС, ВНИГРИуголь, ИМГРЭ, ЦНИИгеолнеруд.

Эта работа проводилась, как подготовка к переоценке прогнозных ресурсов территории России по состоянию на 01.01.2010 г., в соответствии с протоколом МПР России от 16.09.2008 г. № 02-16/122-пр. Анализ исходных материалов выявил ряд фактов несопоставимости и невоспроизводимости прогнозных построений, низкой достоверности оценок ПР ТПИ, что объясняется отсутствием современных методических основ и регламентирующих положений в условиях нарастания разрывов в информационной преемственности.

На основе этого анализа составителями разработаны предлагаемые Рекомендации по принципам, методам и порядку оценки ПР ТПИ. Эта работа по своей сути составляет основу для создания конкретных выпусков рекомендаций (руководств) по группам ТПИ для переоценки ПР на 01.01.2010 г. Поскольку статус таких регламентирующих документов в системе управления отечественным недропользованием остается неопределенным, необходимо обсуждение Рекомендаций в соответствующих звеньях геологической отрасли. Особое значение имеет привлечение внимания к проблеме ЭГС Роснедра, Ассоциации Геологических организаций, Росгео, чье одобрение соответствующих рекомендаций и руководств в современных условиях представляется авторитетной формой признания их статуса.

Рекомендации, подготовленные ведущими специалистами отрасли, не потребовали существенного редактирования, что не исключает возможного совершенствования по предложениям заинтересованных организаций и специалистов.



## ОТ СОСТАВИТЕЛЕЙ

В 2009 г. отраслевыми научно-исследовательскими институтами Роснедра (ЦНИГРИ — координатор) ВИМС, ВНИГРИУголь, ИМГРЭ, ЦНИИгеолнеруд проведен анализ результатов геологоразведочных работ на 30 основных видов твердых полезных ископаемых по завершенным в 2003–2008 гг. федеральным проектам. В работе участвовало около ста ведущих специалистов институтов. Экспертиза (апробация) выполнения геологических заданий по оценкам прогнозных ресурсов (далее ПР) категорий  $P_3$ ,  $P_2$ ,  $P_1$  выявила существенные методические недостатки по достоверности (квалификации), количественным, качественным и геолого-экономическим показателям ПР.

Поскольку ПР служат важным показателем оценки эффективности инвестиций федерального бюджета в геологоразведочные работы, первостепенной задачей которых является подготовка перспективных объектов для передачи в лицензионное недропользование, составители настоящей работы считают недопустимыми выявленные основные недостатки:

1. Оценивать ПР по достоверности (квалификации) вне зависимости от рангов металлогенических таксонов, занижая (завышая) категории относительно этих рангов;
2. Оконтуривать перспективные площади с игнорированием главного геологического принципа — соблюдения при оценке всех границ геологического содержания, включая геофизические и геохимические;
3. Оценивать ПР кат.  $P_3$  без обоснования объекта-эталона, адекватного поисковой обстановке прогнозируемой площади;
4. Производить оценку ПР кат.  $P_1$  по одиночным пересечениям рудных тел, кат.  $P_2$  — по единичным пробам;
5. Включать в расчеты продуктивности для прогнозируемого объекта кат.  $P_3$  и кат.  $P_2$  сверх запасов и накопленной добычи месторождения аналога значения ранее оцененных по нему ПР;
6. Применять геологически необоснованные интерполяцию и экстраполяцию рудных тел; использовать длины рудных интервалов вместо истинной мощности рудных тел, бракованные скважины по углу встречи с рудными телами, непредставительные выборки данных опробования; выборочные данные опробования по пересечениям с исключением проб с низкими содержаниями; подвески (прирезки) к блокам ПР кат.  $P_1$  геометризованных контуров кат.  $P_2$ ;
7. Использовать данные менее точных полуколичественных методов анализа при наличии более достоверных количественных методов, аналитических методов, не прошедших метрологическую аттестацию; неподтвержденных внутренним и внешним аналитическим контролем данных опробования, а также неподтвержденные соответствующими исследованиями повышающие (понижающие) коэффициенты на содержание полезных компонентов;



8. Исключать (либо необоснованно включать при отсутствии технологии извлечения компонента) из оценок ПР кат.  $P_1$  и  $P_2$  основных попутных компонентов комплексных руд (медно-никелевых, свинцово-цинковых, золото-серебряных, тантал-ниобиевых и др.);
9. Ограничивать оценочные геолого-экономические параметры только бортовым и минимальным средним содержанием, не используя дополнительные показатели (мощность, пустые прослои и т.д.), характеризующие полноту оценки объекта; завышать ожидаемую эффективность освоения прогнозируемого месторождения применением неадекватных цен на предполагаемую к выпуску товарную продукцию;
10. Включать в оценку площади со статусом охраняемых территорий и объектов, недоступных для проведения геологоразведочных и эксплуатационных работ без соответствующих согласований, а также площади, не подлежащие поисковому освоению в ближайшей перспективе; изменять произвольно оценочные площади и параметры, предусмотренные геологическими заданиями.

Целью данных рекомендаций является оптимизация методов и технологий оценки результатов геологоразведочных работ на территории Российской Федерации по воспроизводству минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых.

## ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ В СОВРЕМЕННОМ ОТЕЧЕСТВЕННОМ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ

Прогнозные ресурсы (ПР) твердых полезных ископаемых (ТПИ) являются важнейшей составляющей отечественной минерально-сырьевой базы (МСБ). Они представляют собой количественное выражение перспективности металлогенических таксонов разного ранга, составляя в сумме, так называемую, «ресурсную базу» — фонд текущего и будущего недропользования, подлежащий геологическому освоению для воспроизводства МСБ в целом, выявления новых запасов, получения их приростов.

Оценка (переоценка) ресурсного потенциала системообразующего твердого минерального сырья на современном этапе социально-экономического развития и комплексного освоения сырьевых баз крупных перспективных территорий с формированием в них горно-металлургических центров (кластеров), обеспечивающих долгосрочную стабильную основу самодостаточности регионов, является сегодня первоочередной задачей отечественного недропользования в рамках стратегии переходной экономики на инновационный путь развития страны.

Прогнозные ресурсы служат также для долгосрочного и текущего планирования геологоразведочных работ за счет всех источников финансирования, используются при проектировании прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ, совокупность которых должна обеспечивать при передаче объектов в лицензионное недропользование получение прироста запасов категории  $C_2$  — главного показателя эффективности проведенных разномасштабных ГРР.

Отечественная система выявления, оценки и учета прогнозных ресурсов ТПИ, разделяемых на три категории ( $P_3$ ,  $P_2$ ,  $P_1$ ) с ростом в этом ряду достоверности оценок и вероятности перевода ПР в запасы, доказала свою необходимость и действенность при определении и корректировке направлений работ и затрат на воспроизводство МСБ. Важно то обстоятельство, что в соответствии с основополагающими принципами достижения искомого результата — последовательного приближения и соответствия, реализуемых в геологоразведочном процессе (стадийность) при его вероятностном характере (что выражается уровнями рисков), российские категории, в отличие от зарубежных, более «жестко привязаны» к пространственным металлогеническим (минерагеническим) таксонам разных рангов. В наиболее общем случае ПР категории  $P_3$  эквивалентны потенциальной рудоносности рудных районов,  $P_2$  — рудных полей,  $P_1$  — перспективных участков (ожидаемых месторождений).

Приказом МПР России от 11.12.2006 г. № 278 в соответствии с Законом «О недрах» утверждена отвечающая современным условиям недропользования «Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», устанавливающая единые для некоммерческих и коммерческих организаций принципы разграничения показателей ценности национальных недр. Прогнозные ресурсы для разных твердых полезных ископаемых различаются по соотношению категорий, чем собственно определяется диф-

ференцированная обеспеченность приростов запасов выявленными ресурсами. Однако, поскольку в лицензионном недропользовании мерой эффективности затрат федерального бюджета на ГРР стали рассматриваться «приросты» прогнозных ресурсов, а разведка запасов сделалась исключительным правом бизнеса, уже назрело уточнение критериев новой классификации категорий прогнозных ресурсов, так или иначе отражающих указанные выше различия между ними. При этом, процесс реформирования геологической отрасли России с переходом на коммерческое недропользование и возникновением информационного разрыва между геологическими поколениями, привел к утрате, в значительной степени, адекватного понимания существа прогнозных ресурсов разных категорий. Это отразилось в изданиях геологического профиля (и ряде документов), где стали фигурировать арифметические суммы ПР разных категорий, что абсолютно недопустимо в силу указанных выше принципиальных различий их достоверности, основанной на экспертных мнениях.

Если в классификации дефиниции запасов разных категорий прописаны вполне конкретно и соотносятся со степенью изученности оцененных и разведанных месторождений, то критерии отнесения прогнозных ресурсов к разным категориям сохранены в общем «размытом» дореформенном формате, и не вполне соответствуют современным целям и результатам ранних наиболее рискованных стадий геологоразведочных работ.

Так, ПР категории  $P_1$ , по определению учитывающие возможность расширения границ распространения полезного ископаемого за контуры запасов категории  $C_2$  или выявления новых рудных тел, фактически постепенно замещают запасы этой категории на оцениваемых месторождениях. В практике геологических служб ведущих горнодобывающих стран мира (США, Канада, Австралия) ресурсы рассматриваются скорее как запасы разной достоверности, т.е. как «прирезки» и «подвески» к запасам наиболее низких по достоверности категорий (в российской терминологии — к категории  $C_2$ ). В свое время ГКЗ СССР ввело «подвеску» блоков ПР категории  $P_1$  к запасам категории  $C_2$  в обязательное правило, как бы придав категории  $P_1$  статус условной категории  $C_2$ . Вследствие этого возникла иллюзия высокой минерально-сырьевой обеспеченности страны, несмотря на то, что «подвески»  $P_1$  ниже глубин экономически обоснованной отработки месторождений априори определяли принадлежность таких ПР к «пассивным» в силу их отдаленной доступности либо недоступности.

Классификационный критерий ПР категории  $P_2$  определяет возможность обнаружения в рудном районе месторождений по результатам крупномасштабной геолъемки и поисковых работ, заверки геохимических и геофизических аномалий. Однако, крупномасштабные геологосъемочные работы (1 : 50 000 и крупнее) не проводятся, исчезли из производства и общие поиски этих масштабов.

Наконец, ПР категории  $P_3$  наделены отличительным признаком потенциальной возможности открытия месторождения при средне- мелкомасштабных прогнозно-металлогенических работах (1:200 000 – 1:1 000 000), дешифрировании космоснимков, интерпретации геохимических и геофизических исследований, что, как показывает практика,

недостаточно для постановки поисковых работ и ведет к накоплению «инертной» массы ПР категории  $P_3$  низкой достоверности.

Основное требование к современным прогнозно-металлогеническим работам (ПМР) — обеспечение воспроизводимости их результатов, поскольку от этого зависит уровень достоверности прогнозных оценок, определяющих целесообразность постановки ГРР и их очередность. Воспроизводимость ПМР достигается за счет использования прямо наблюдаемых геологических факторов, совокупность которых составляет закономерности размещения месторождений в исследуемой геологической среде. Такого рода закономерности, выражаемые комплексом элементов-признаков (характеристик) и установленные на достаточно хорошо изученных площадях с выявленными месторождениями, а также прогнозно-поисковые модели последних, отличают эталонные или типовые металлогенические таксоны, обладающие комплексом выявленных характеристик и признаков, которые составляют прямое признаковое пространство. С другой стороны, геофизическими, геохимическими и др. вспомогательными методами выявляется широкий спектр дополнительных характеристик, прогнозно-металлогеническое значение которых может оцениваться через отражение рудоносных обстановок в соответствующих негеологических полях и их структурных элементах.

К сожалению, эти общие, достаточно очевидные требования, далеко не всегда соблюдаются при прогнозно-металлогенических работах. Главный дефект заключается в несоблюдении принципа соответствия между свойствами объектов прогноза (поисков) и используемыми методами и методиками. Так, например, перспективные площади выделяются по узору современной трещиноватости древних образований, магнитометрия прилагается к заведомо немагнитным объектам, а гравиметрия — к полям, реально не обладающим избыточной плотностью. Исчезают физико-геологические модели объектов прогноза и поисков. С возрастанием роли крупнотоннажных минерализованных зон (Наталкинское, Сухой Лог, и др.) пока не предложено методов, адекватных их геологическим и физическим характеристикам.

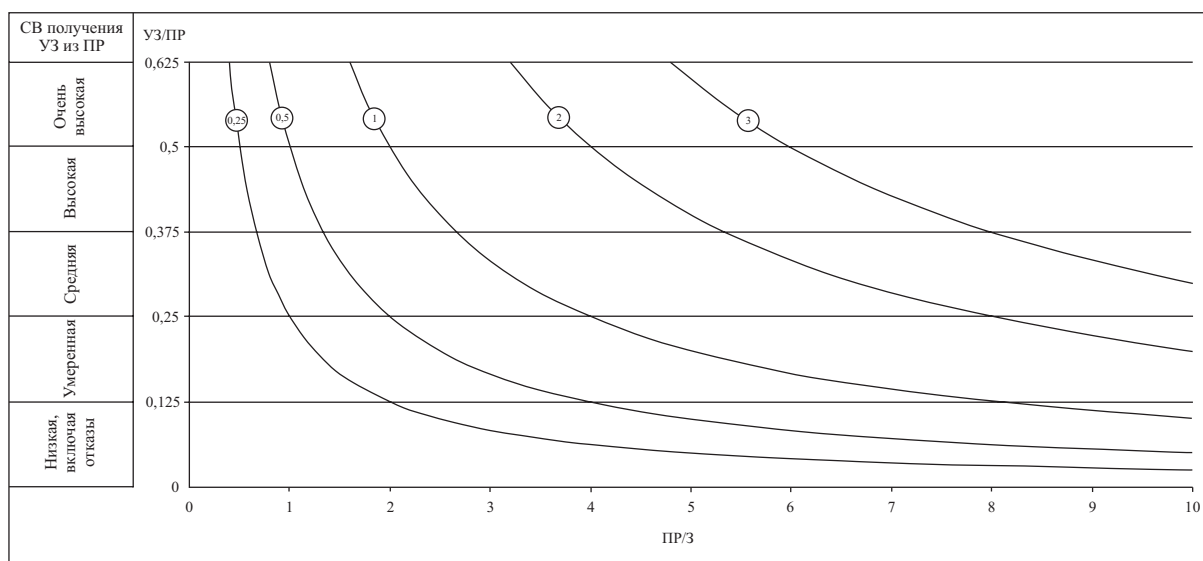
Учитывая различную достоверность ресурсов разных категорий, для приведения их оценок ресурсов разных категорий к единому уровню достоверности А.И.Кривцовым и др. были предложены основанные на статистическом анализе коэффициенты перевода ПР различных категорий в условные запасы категории  $C_2$ , исходя из того факта, что в ряду категорий ПР вероятность получения запасов растёт от  $P_3$  к  $P_1$ . При вероятности получения в ряду категорий прогнозных ресурсов последующей категории из предшествующей запасы в условной категории  $C_2$  (УЗ) определяются из выражения  $УЗ = 0,125 (P_3 + 2P_2 + 4P_1)$ , а отношение  $УЗ:ПР = 0,125 (aP_3 + 2bP_2 + 4cP_1)$ , где  $a, b, c$  — доли соответствующих категорий ПР от их суммы, фиксирует «отход» ресурсов в УЗ. Уравнение отражает и позволяет учесть реальную ситуацию, в которой полезные ископаемые существенно различаются по структуре ПР, т.е. по вкладу в УЗ прогнозных ресурсов разных категорий.

Из реальной практики разведки месторождений ГПИ давно известно, что вероятность перевода запасов категории  $C_2$ , в более высокие категории статистически со-

ставляет около 0,5, поэтому при оценке обеспеченности возможных приростов запасов категории  $C_1$  выявленными ПР величины УЗ должны быть, по крайней мере, удвоены. Для оценки надежности и достаточности состояния прогнозных ресурсов для получения будущих приростов запасов (по крайней мере, по модели простого воспроизводства) рекомендовано использование следующих показателей:

- УЗ:ПР — показатель вероятности получения условных запасов из учтенной массы ПР всех категорий («отход» ПР в УЗ), каждая из которых учитывается через долевого вклад в общую сумму;
- ПР:З — отношение арифметической суммы ПР всех их категорий ко всем учтенным запасам (З); этот показатель дает некую количественную меру возможности прироста запасов из ПР без учета их достоверности.
- УЗ:З — мера возможности получения в будущем «новых» запасов, равных исходным.

На рис. 1 приведена диаграмма, связывающая отношения УЗ:ПР и ПР:З. На диаграмме по значениям величин УЗ:ПР (наибольший «отход» ресурсов в УЗ, составляет, как правило, не более 0,5 от исходной величины, но в отдельных, благоприятных, случаях может быть превышен) выделены поля статистической вероятности (СВ) перевода ПР в УЗ и проведены линии равных отношений УЗ:З. Оптимальным является попадание точек, характеризующих соотношение УЗ, ПР и З полезных ископаемых, в поля умеренной — высокой среднестатистической вероятности «отхода» прогнозных ресурсов в условные запасы, в ту их часть, которая располагается выше (правее) линии УЗ:З = 2, соответствующей простому воспроизводству запасов ( $C_1 = 2C_2$ ). Используя модели с различным разбиением долей категорий ПР, можно определить недостаточность (избыток) ПР той или иной категории, что может быть мотивацией для обоснования ГРР различных стадий.



**Рис. 1. Соотношение показателей прогнозных ресурсов ГПИ и их запасов.**

Пояснения в тексте

Совершенно очевидно, что ценность ПР различных категорий для прироста запасов различна и при планировании ГРР нужно стремиться к выявлению и локализации ПР высоких уровней статистической достоверности. Учет прогнозных ресурсов с низким уровнем статистической достоверности (категория  $P_3$ ) целесообразен лишь в количествах, обеспечивающих получение возможных приростов запасов, которые по масштабам отвечают месторождениям средней величины с достаточно высокой инвестиционной привлекательностью.

Принимая во внимание прогрессирующую тенденцию к снижению содержаний в разрабатываемых рудах полезных ископаемых, а также позитивные примеры подготовки к эксплуатации в России крупных золоторудных и других месторождений с относительно низкими содержаниями полезных компонентов, на основе приведенных соотношений необходим аудит массы ресурсной базы, как утвержденной Минприроды России на 01.01.2003 г., так и выявленной позднее. Переоценка позволит более полно оценить состояние отечественного ресурсного потенциала в современных экономических условиях, обеспеченности воспроизводства МСБ в долгосрочной перспективе и уровня компенсации добычи приростами запасов, а также оптимизировать показатели богатства недр. В связи с этим, очевидна актуальность создания современной системы научно-методического обеспечения и сопровождения оценок прогнозных ресурсов (мониторинга), ужесточения требований к их экспертной апробации в соответствии с результатами и качеством геологоразведочных работ.

Однако, в настоящее время легитимный регламент апробации, текущего учета и оценки (переоценки) ПР отсутствует. По завершенным федеральным ГРР прогнозные ресурсы принимаются одновременно со сдачей отчетов Заказчику (Роснедрам), а по внебюджетным работам их апробация ведется в единичных случаях по просьбам недропользователей. Территориальные органы Роснедра вносят в годовые отчеты значения ПР разной достоверности, включая ожидаемые и авторские оценки, которые, как показал опыт ведения мониторинга прогнозных ресурсов и анализа завершенных проектов ГРР, обычно завышаются.

В 2009 г. отраслевыми институтами Роснедра завершен крупный Государственный контракт по анализу результатов федеральных проектов геологоразведочных работ, соответствующих мероприятиям долгосрочной государственной программы по использованию и воспроизводству минерально-сырьевой базы важнейших видов твердого минерального сырья — топливно-энергетического (уголь, уран), черных, цветных, редких, благородных металлов, алмазов, неметаллических полезных ископаемых. Выводы по анализу с одной стороны позволили актуализировать на основе системы моделей месторождений и прогнозно-поисковых комплексов ГРР Методические руководства по оценке прогнозных ресурсов, которые были выпущены еще в период планового хозяйства (1986–1989 гг.) и в начальной фазе экономических реформ (2002 г.), а с другой — показали, что с введением обновленной классификации усилился дисбаланс между запасами и прогнозными ресурсами, стадийностью геологоразведочного процесса и его резуль-



татами. Для повышения эффективности ГРП, в первую очередь на ранних и наиболее рискованных стадиях, строго говоря, нужна модернизация «Положения о проведении геологоразведочных работ по этапам и стадиям» на твердые полезные ископаемые, последнее обновление которого, было проведено более десяти лет назад (1999 г.) и неадекватно классификации, реалиям федеральных и коммерческих ГРП и системе лицензионного недропользования.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ**

Прогнозно-металлогенические построения (ПМП) в наиболее общем случае имеют главной своей целью выделение площадей с возможной (вероятной) рудоносностью по комплексу ее признаков, установленных либо устанавливаемых на достаточно детально изученных объектах-эталонах. Последние описываются прогнозно-поисковыми моделями, в качестве элементов которых выступают признаки, доступные для обнаружения. Различия в уровнях изученности известных и новых площадей априори определяют ту или иную неполноту выявления признаков, из чего вытекает вероятностный характер прогнозных построений, отражаемый в степени подобия новых площадей эталонам, в мере их сходства и других характеристиках.

При составлении в ЦНИГРИ карт золотоносности субъектов РФ (2000–2002 гг.) карты экзогенной золотоносности России (2002 г.), прогнозно-металлогенических карт золотоносности терригенных комплексов восточных регионов (2009 г.) сформировались методические основы прогнозно-металлогенических построений (ПМП), существо которых рассматривается в данной работе.

Основное требование к современным ПМП — обеспечение воспроизводимости их результатов, поскольку от этого зависит уровень достоверности прогнозных оценок, определяющих целесообразность постановки ГРП и их очередность. Воспроизводимость ПМП достигается прежде всего за счет использования прямо наблюдаемых геологических факторов, совокупность которых составляет закономерности размещения месторождений в исследуемой геологической среде (и должна быть в равной мере доступна разным исследователям). Такого рода закономерности, выражаемые комплексом элементов-признаков (характеристик) и установленные на достаточно хорошо изученных площадях с выявленными месторождениями, а также прогнозно-поисковые модели последних характеризуют эталонные или типовые металлогенические таксоны, которые обладают комплексом выявленных характеристик и признаков, составляющих прямое признаковое пространство.

С другой стороны, геофизическими, геохимическими и др. вспомогательными методами выявляется широкий спектр дополнительных характеристик, прогнозно-ме-



таллогеническое значение которых может оцениваться через отражение рудоносных обстановок в тех или иных информационных полях и их структурных элементах.

Соответственно, на площадях, располагающихся за пределами типовых металлогенических обстановок, выделяются признаки, фиксирующие рудоносность последних, а также участки с негеологическими характеристиками, для которых обосновано совпадение с теми или иными признаками рудоносности, т.е. их отражение.

Фактографическую основу ПМП, в наиболее общем случае составляют:

- листы геологических карт (ГГК-200 и крупнее), карты полезных ископаемых, а также металлогенических (при наличии);
- геохимические карты, дистанционные основы, карты АГСМ, гравиметрические и магнитометрические карты;
- обобщающие работы по металлогении, рудоносности и золотоносности, а также апробированные прогнозно-поисковые модели рудных районов, полей и месторождений золота.

Обработка весьма разнородной информации для целей ПМП достигается совмещением следующих «тематических слоев» (карт):

- структурно-формационная основа (СФО);
- карта структурно-формационного районирования (КСФР);
- дистанционная основа (ДО);
- карта рудной нагрузки и коренной золотоносности (КРН и ККЗ);
- карта экзогенной золотоносности (КЭЗ);
- геохимическая карта (ГК);
- карта АГСМ (U-K-Th-аномалий);
- карта гравиметрическая (КГМ);
- карта магнитометрическая (КММ).

Перечисленные слои (карты) характеризуют геологическую среду, ее рудоносность и физические характеристики среды; они в принципе могут совмещаться друг с другом в различных сочетаниях и в любой последовательности (рис. 2). Целям ПМП отвечает ограниченное число такого рода сочетаний, выбираемых по принципу: наблюдаемые геологические и металлогенические характеристики — оценка их возможного отражения в различных «слоях». Число сочетаний (совмещений) и их рациональная последовательность отражены на рис. 3.

СФО составляются на основе свода геологических карт с переводом их легенд в формационное содержание и последующей увязкой в плане и на разрезах соответствующих структурно-вещественных комплексов и их групп с выделением среди них рудоносных (рудовмещающих).

Совмещение СФО и ДО используется для сопоставления откартированной системы геологических тел и структур с результатами дешифрирования и интерпретации космоаэроснимков с целью возможного использования этих данных для выявления тех или иных структурных элементов и/или структурно-вещественных комплексов (СВК), не получивших картографического отражения в тех или иных частях СФО.

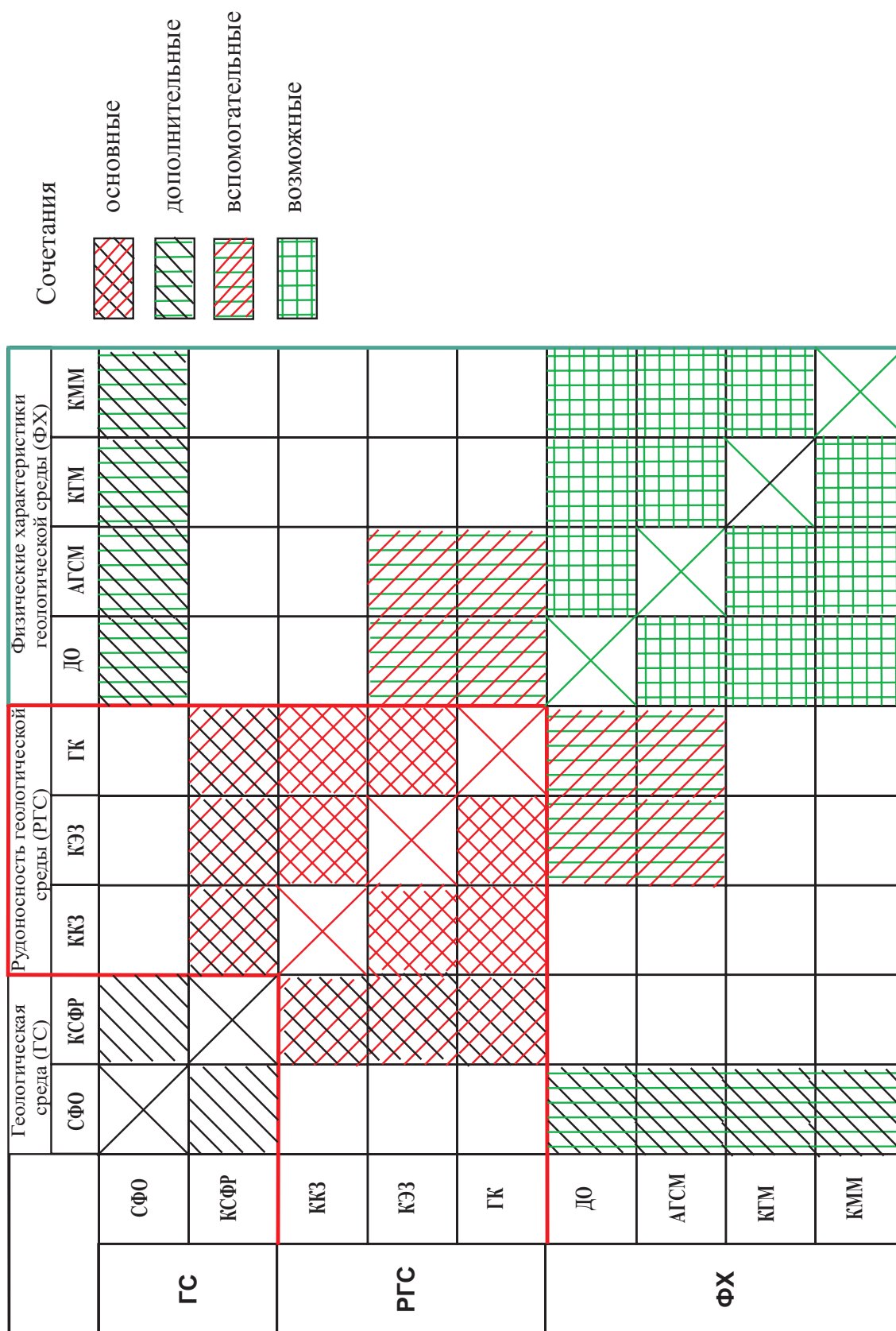
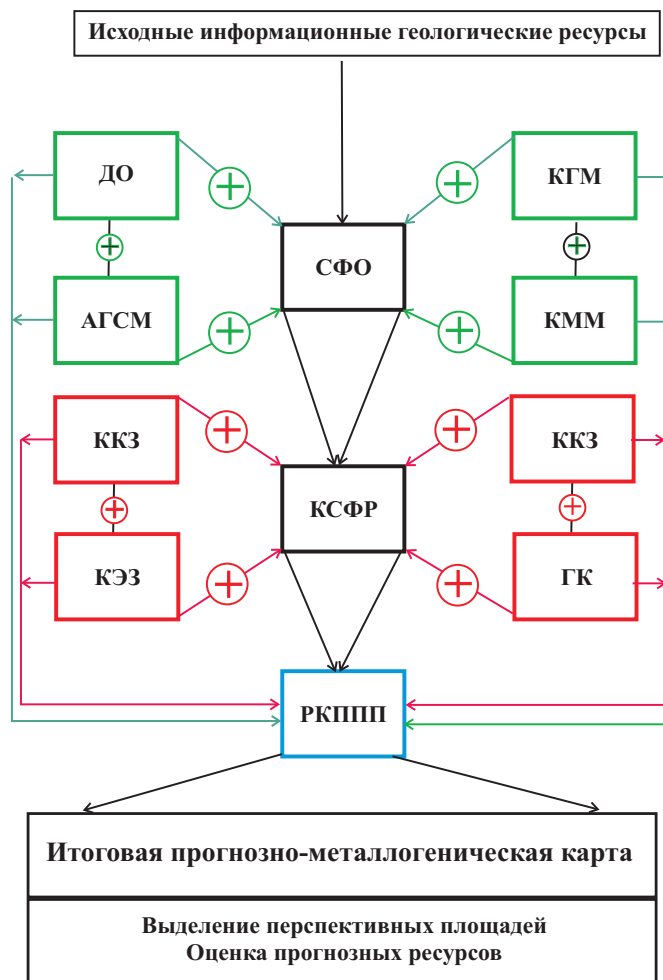


Рис. 2. Принципиальная схема сочетаний информационных слоев при ПМП



**Рис.3. Сочетания и последовательность совмещения информационных слоев при ПМП**

На базе СФО, совмещаемых с ДО, КГМ, КММ и АГСМ, проводится структурно-формационное районирование. На КСФР выделяются зоны (подзоны) и/или их группы, существенно отличающиеся друг от друга по набору структурно-вещественных комплексов, их составу, метаморфизму и деформациям. Районирование проводится по наблюдаемым на современном эрозионном срезе СВК; при этом исключаются площади развития геологических образований, перекрывающих рудоносные и потенциально-рудоносные СВК.

Принципы, структура и результаты районирования отражаются на колонках, составляющих основу КСФР. В колонках стратифицированные комплексы располагаются в возрастной последовательности с описаниями формационных характеристик и отражением характера и уровня метаморфизма. При районировании учитывается вовлеченность стратифицированных СВК в более поздние магматические процессы. Проявления последнего отражаются в колонках в пределах стратифицированных СВК с соответствующими датировками. В наиболее общем случае выделяются зоны (подзоны), сложенные стратифицированными СВК без проявлений магматизма, СВК с ареальными (очаговым) развитием последнего, СВК с его площадным развитием. В колонках каждый из выде-

ляемых структурно-формационных таксонов сопровождается символами, отражающими доминирующий характер складчатости.

Совмещение КСФР и КРН — ККЗ позволяет применительно к площадям с достаточной изученностью определить общую металлогеническую специализацию формационных таксонов и выделить среди них собственно золотоносные. В пределах последних определяются пространственные закономерности месторождений и рудопроявлений золота и их приуроченность к тем или иным структурно-формационным элементам с учетом минералого-геохимических типов руд и преобладающей морфологии рудных тел (жилы и жильные зоны, штокверки, стратоидные залежи и различные их сочетания), что содержится в нагрузке ККЗ.

В итоге эталонные структурно-формационные таксоны получают комплексную характеристику наблюдаемого рудоносного признакового пространства, те или иные элементы которого подлежат выделению на новых (оцениваемых) площадях. Соответственно данная группа признаков (наблюденных, установленных, прямых) является базовой для рабочих карт прогнозно-поисковых признаков (РКППП).

Карта экзогенной золотоносности (КЭЗ) отражает размещение россыпей, разделяемых по масштабам, положение кор выветривания, а также оценку возможной природы источников золота, основанной на типоморфизме металла. Совмещение КЭЗ с топоосновами, ДО и АГСМ позволяет определить вероятные границы зон (областей) питания.

Результирующие построения в системе КЭЗ+ДО совмещаются с ККЗ, что позволяет установить сходимость — несходимость выявленных коренных месторождений с россыпями по типоморфизму золота (возможное наличие необнаруженных объектов соответствующего минералого-геохимического профиля), выделить площади развития россыпей без установленных источников питания, предварительно оценить массы золота в эродированных источниках, т.е. запасы ранее возникших его скоплений. Соответствующая нагрузка переносится на РКППП.

В прогнозно-поисковом плане из информации, содержащейся на геохимических картах (ГК), наибольший интерес представляют комплексные положительные аномалии, отражающие по набору элементов минералого-геохимические типы руд (месторождений), а также зоны отрицательных аномалий Au, которые могут фиксировать периферию зон рудонакопления.

Ценность ГК для ПМП существенно снижается при построении вторичных ореолов, природа и история формирования которых остаются нерасшифрованными. Вместе с тем, ГК совмещаются с ККЗ и КЭЗ для оценки отражаемости рудоносных площадей в геохимических полях. Такие же задачи решаются при совмещении карт АГСМ с ККЗ и КЭЗ.

КГМ и КММ совмещаются с КСФР, ККЗ и ДО попарно или в иных сочетаниях с целью определить, в какой форме и мере геофизические построения отражаются в элементах признакового пространства золотоносности.

Результаты оценки отражений СВК Енисейского кряжа в гравитационном поле в сводном виде представлены на рис. 4.

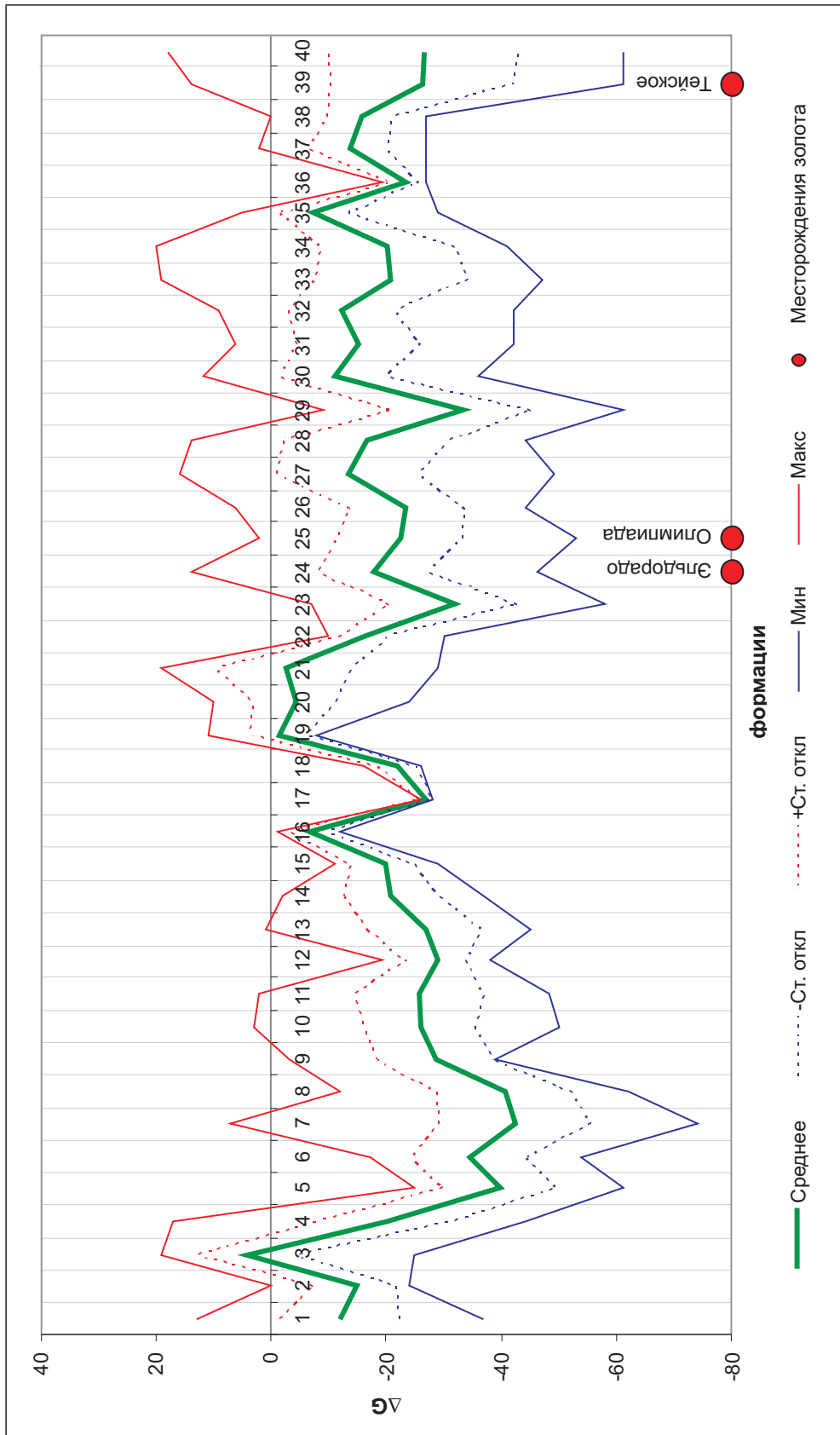


Рис. 4. Отражение геологических формаций Енисейского кряжа в гравитационном поле. Составитель А.Л.Галямов.

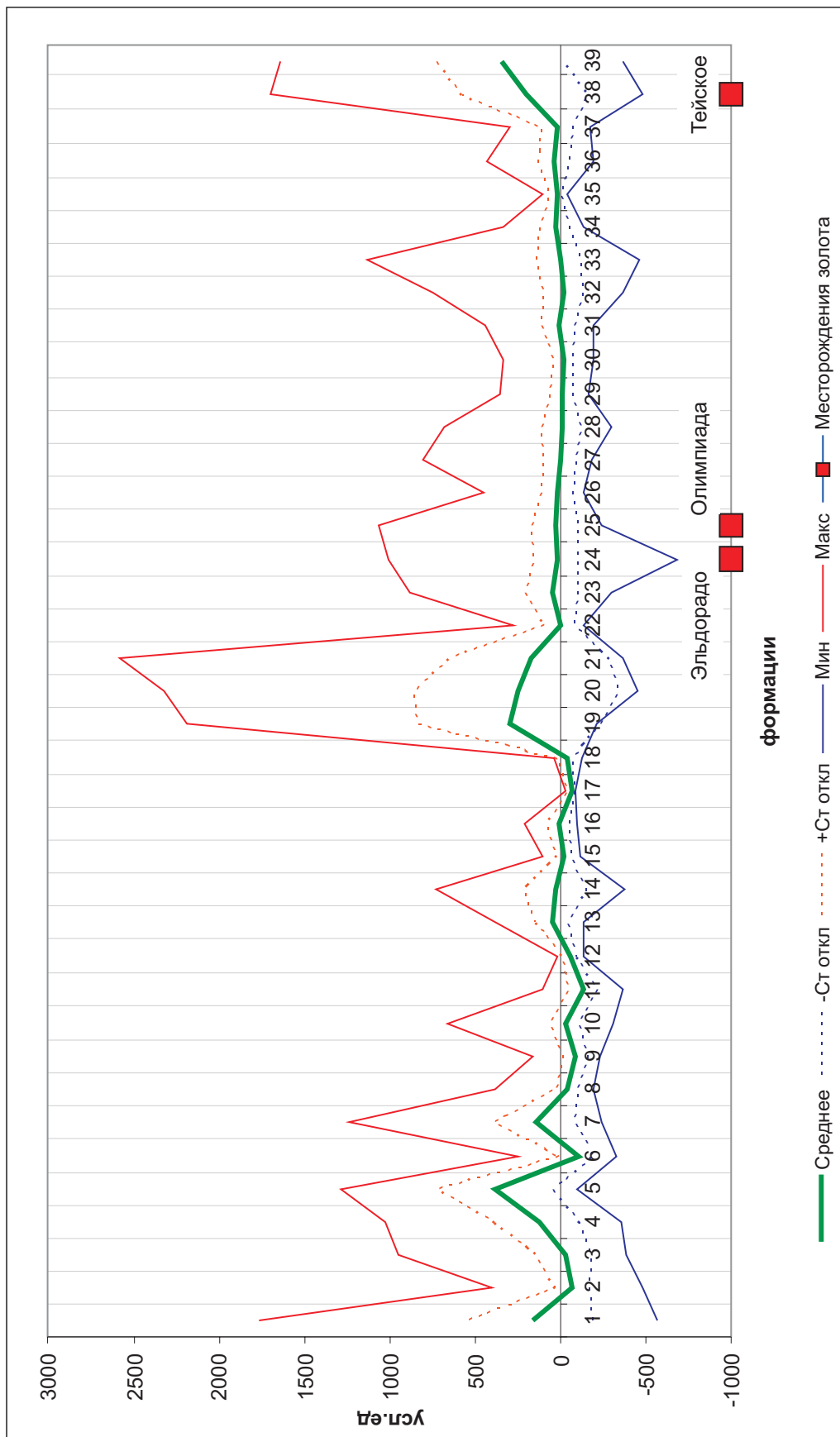


Рис. 5. Отражение геологических формаций Енисейского кряжа в магнитном поле. Составитель А.Л.Галямов

Условные обозначения к рис. 4 и 5.

**Магматические комплексы:** 1 — Дунит-гарцбургитовая; 2 — Габбро-долеритовая; 3 — Габбро-долеритовая; 4 — Пироксенит-габброноритовая; 5, 6, 7 — Диорит-гранодиорит-гранитовая; 8 — Граносиенит-гранодиорит-гранитовая; 9 — Граносиенит-гранодиорит-гранитовая; 10 — Диорит-гранодиорит-плагиогранитовая; 11, 12, 13 — Гранодиорит-гнейсогранит-гранитовая и мигматит-гранитовая; 14 — Гранит-граносиенит-сиенитовая; 15 — Габбро-габбро-диорит-монцонит-сиенитовая; 16 — Щелочных и нефелиновых сиенитов; 17 — Лампроит-лимбургит-пикрит-карбонатитовая; **Стратифицированные формации:** 18 — Вулканогенно-терригенная с фацией лав и туфов основного состава; 19 — Терригенно-вулканогенная дацит-риолитовая; 20 — Карбонатно-терригенно-вулканогенная андезит-базальтовая; 21 — Терригенно-вулканогенная базальтоидная; 22 — Вулканогенно-терригенная углеродсодержащая с фациями эффузивов кислого и основного состава, туфов, углеродистых алевроито-глинистых сланцев; 23 — Вулканогенно-песчано-сланцевая углеродсодержащая; 24 — Карбонатно-туфогенно-песчано-сланцевая углеродсодержащая; 24 — Флишевая углеродистая карбонатно-песчано-сланцевая; 25 — Терригенная песчано-сланцевая; 26 — Флишеидная песчано-сланцевая; 27 — Флишеидная карбонатно-терригенная; 28 — Туфогенно-карбонатно-терригенная известняково-песчано-сланцевая; 28 — Вулканогенно-карбонатно-терригенная; 29 — Флишеидная карбонатно-сланцевая углеродистая; 30 — Карбонатно-песчано-сланцевая; 31 — Карбонатно-терригенная углеродсодержащая песчано-сланцевая с фацией амфиболитов; 33 — Вулканогенно-карбонатно-сланцевая углеродсодержащая с амфиболитами, углеродистыми сланцами; 34 — Карбонатно-сланцевая; 36 — Терригенно-карбонатная известняковая углеродсодержащая с фациями алевроито-глинистых сланцев, эффузивов и туфов основного состава; 36 — Терригенно-карбонатная известняковая углеродсодержащая с фациями алевроито-глинистых сланцев, эффузивов и туфов основного состава; 37 — Терригенно-карбонатная глинисто-доломит-известняковая; 38 — Гнейсо-амфиболит-кварцит-кристаллосланцевая и мраморно-амфиболит-гнейсовая; 39 — Амфиболит-гнейсовая, высокоглиноземистых гнейсов и кварцито-гнейсов, гранулит-чарнокит-гнейсовая.

Наиболее отчетливо обособляются поля развития пород пониженной плотности. Такие области интерпретируются как области проявления нескрытых массивов гранитоидного ряда, что в ряде случаев подтверждается ареалами вскрытых интрузий. Стратоидные комплексы формаций, в том числе терригенных и черносланцевых, характеризуются в гравиметрическом поле сравнительно повышенными значениями. Однако, при этом четких различий между различными группами формации (вулканогенные, терригенные, карбонатные) не выявляется и золотоносные толщи не выделяются.

Обработка пространственных соотношений магнитных свойств и выходящих на поверхность геологических формаций показывает, что рудовмещающие терригенные и черносланцевые комплексы приходятся на области средних значений магнитного поля (рис. 5). Его повышенные значения связываются с распространением вулканогенных, метаморфических пород и выходами интрузий основного и ультраосновного состава, а также с полями участками развития сети даек. Вместе с тем, четкого разделения по различным группам формации также не наблюдается, а золотоносные толщи не выделяются.

Результаты, отраженные на рис. 4 и рис. 5, в рамках ПМП в принципе могут быть использованы для выделения СВК на СФО и КСФР, однако их значимость ограничива-



ется во-первых тем, что СВК и их составляющие (свиты, подсвиты, интрузивные комплексы) ранее были выделены прямым геологическим картированием м-ба 1:200 000, а во-вторых, допустимостью неоднозначной интерпретации при весьма высоких размахах величин геофизических характеристик.

Все выявленные элементы признакового пространства сводятся в РКППП. При составлении этой карты учитываются результаты ранее выполненных ПМП (если такие имеются). Выделенные ранее перспективные площади сопоставляются по уровню соответствия сформированному признаковому пространству и в наиболее общем случае могут учитываться на упомянутой карте либо исключаться. РКПКП — исходная база для выделения пространственных таксонов (зон, подзон, потенциальных рудных районов) на итоговой прогнозно-металлогенической карте. Последняя составляется на основе карты структурно-формационного районирования с рудной нагрузкой. При этом должна обеспечиваться сходимостью структурно-формационных и металлогенических границ; в наиболее общем случае структурно-формационные границы должны совпадать с металлогеническими (таксоны определенной металлогенической специализации). По полноте выраженности прогнозно-поисковых признаков выделяются структурно-вещественные таксоны (формации, зоны, подзоны внутри зон, потенциальные рудные районы, которые показываются положением центров) различной перспективности: перспективные, потенциально перспективные, возможно перспективные, с неясными перспективами, что в принципе отвечает очередности геолого-поискового освоения.

Оценка прогнозных ресурсов производится в соответствии с действующей их классификацией и актуализированными методическими положениями. В первую очередь оценке подлежат площади двух первых категорий перспективности, для которых имеются количественные показатели рудоносности, а также дополнительная информация по ранее выполненным более детальным, чем масштаб итоговой карты, геолого-съёмочным, поисковым, научно-тематическим и другим работам.

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НАЧАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗОЛОТОНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

Под начальным потенциалом рудоносности (НП) понимается сумма накопленной добычи (НД), выявленных запасов (З) кат. АВС<sub>1</sub>С<sub>2</sub> и прогнозных ресурсов (ПР) кат. Р<sub>1</sub>, Р<sub>2</sub>, Р<sub>3</sub> (Кривцов, Мигачев, 1998), который оценивается на определенную дату. В отечественной практике НП используется для прогнозно-металлогенических построений при разработке текущих и долгосрочных программ воспроизводства МСБ.

Применительно к оценке НП золотоносности территории России принципиальное значение имеет сопоставление двух основных составляющих минерально-сырьевой базы — коренной (НПК) и россыпной (НПР) металлоносности. Начальный потенциал

комплексных месторождений имеет подчиненное значение, зависит от основных полезных ископаемых и в статье не рассматривается.

НП служит важнейшей минерально-сырьевой основой для стратегических оценок перспектив выявления эндогенных и экзогенных месторождений золота, включая новые и нетрадиционные их типы, возможностей укрепления минерально-сырьевых баз действующих горнодобывающих предприятий, создания в регионах с наибольшими перспективами крупных специализированных горнорудных центров экономического роста, а также оптимизации принятия решений по инвестированию ГРР, освоению месторождений либо реконструкции действующих предприятий.

На протяжении более ста лет основным источником поступления золота в России были россыпи. Их роль в сырьевом обеспечении страны в XXI столетии снижается, но остается еще ощутимой. Представляется очевидным, что значительное превышение НПК над НПР (рис. 6) можно интерпретировать как наличие перспектив выявления золотороссыпных районов (площадей) с нетрадиционным типом экзогенной золотоносности, в т.ч. золотоносных кор выветривания, россыпей с тонким и мелким золотом, золотосодержащих песчано-гравийных смесей, требующей проведения соответствующих инновационных геолого-технологических исследований и прогнозно-поисковых работ.

Обратные соотношения по сумме накопленной добычи и выявленных запасов НПК и НПР, соответственно, отвечают недооценке перспектив территорий и возможности обнаружения в них новых коренных месторождений. Это характерно практически для всех районов Дальнего Востока и большей части Сибири, где имеются предпосылки выявления «крупнотоннажных» месторождений в «черносланцевых» толщах, объектов с высоким качеством руд в вулканогенных поясах и зонах активизации, золотоносных кор химического выветривания и других геолого-промышленных типов.

В целом по территории РФ 74% начального потенциала россыпей исчерпано накопленной добычей (таблица 1). НД из россыпей в абсолютном значении превышает в 3,3 раза добычу из коренных месторождений. Систематическая интенсивная реализация россыпной сырьевой базы при низком её восполнении приростами запасов привела к тому, что выявленные запасы составляют лишь 10%, а прогнозные ресурсы — 15% от начального потенциала. Прогнозные ресурсы россыпного золота по массе примерно соответствуют запасам. В то же время запасы коренных месторождений почти в 5 раз превышают запасы россыпей, а ресурсы — в 9,6 раза.

На основе сложившегося соотношения НПК к НПР, долгосрочная стратегия развития отечественной сырьевой базы золота формируется на потенциале коренных месторождений и росте мощностей горнодобывающих предприятий в благоприятных ценовых условиях современного мирового рынка золота. Положительная динамика добычи российского золота из рудных месторождений прослеживается в последние 12 лет при среднегодовых темпах 16%. Одновременно происходит системное падение добычи россыпного золота, составившей в 2008 г. 30% в суммарном объеме годовой добычи из собственно золотых месторождений против 82% в 1991 году.

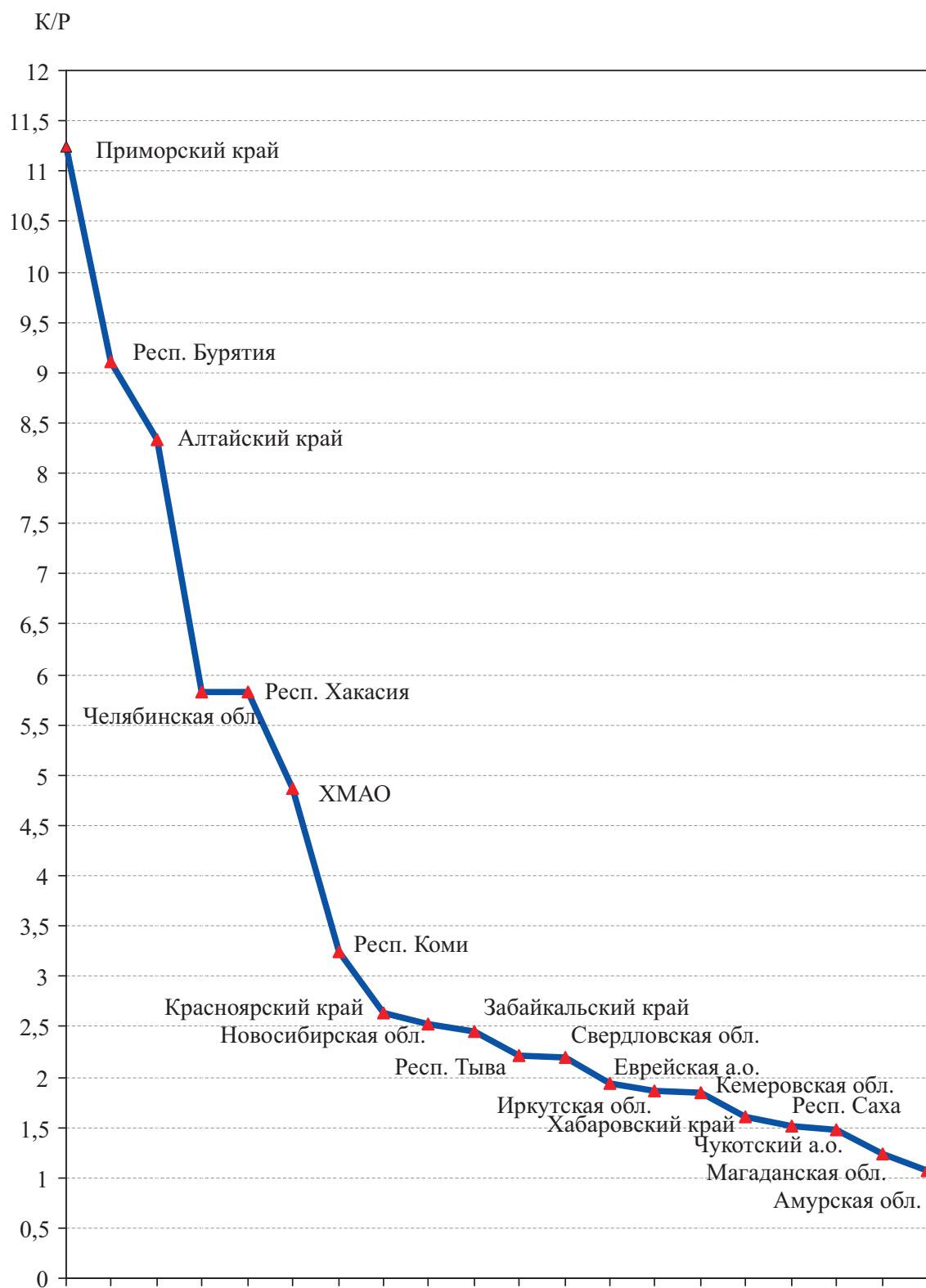


Рис. 6. Отношение начальных потенциалов коренной (К) и россыпной (Р) золотоносности по основным субъектам РФ

Таблица 1

## Распределение начального потенциала золотоносности (коренные и россыпные месторождения) по территории Российской Федерации на 2009 г.

Федеральные округа, субъекты Федерации	Накопленная добыча (с 1890 г.), тонн*				Выявленные запасы (оценка), тонн					Накопленная добыча + выявленные запасы, тонн				Прогнозные ресурсы, тонн				Начальный потенциал, тонн			
	Всего	Рос-сып-ное	Корен-ное	Отношение коренное россыпное	Всего	кат. АВС1С2		Коренное	Отношение коренное россыпное	Всего	Рос-сып-ное	Корен-ное	Отношение коренное россыпное	Всего	Рос-сып-ное	Корен-ное	Отношение коренное россыпное	Всего	Рос-сып-ное	Корен-ное	Отношение коренное россыпное
						Всего	Россыпное														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<b>Северо-Западный ФО</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>	-	-	<b>46,9</b>	<b>44,5</b>	<b>2,4</b>	<b>0,05</b>	<b>50,3</b>	<b>47,9</b>	<b>2,4</b>	<b>0,05</b>	<b>797,3</b>	<b>26,0</b>	<b>771,3</b>	<b>29,67</b>	<b>847,6</b>	<b>73,9</b>	<b>773,7</b>	<b>10,47</b>	
Республика Карелия	-	-	-	-	0,1	0	0,1	-	0,1	0,1	0,1	-	494,0	0,0	494,0	-	494,1	0,0	494,1	-	
Республика Коми	3,4	3,4	-	-	46,8	44,5	2,3	0,05	50,2	47,9	2,3	0,05	234,3	19,0	215,3	11,33	284,5	217,6	3,25		
Архангельская область													7,0	7,0			7,0	7,0	0,0		
Мурманская область																	62,0	0,0	62,0		
<b>Южный ФО</b>																					
Республика Адыгея																					
Республика Кабардино-Балкария																					
Республика Карачаево-Черкесия																					
Республика Северная Осетия																					
Ростовская область																					
Республика Чечня																					
Республика Ингушетия																					
Республика Дагестан																					
Республика Северная Осетия-Алания																					
Республика Ставрополье																					
Республика Краснодарский край																					
<b>Приволжский ФО</b>	<b>86,3</b>	<b>11,9</b>	<b>74,4</b>	<b>6,25</b>	<b>127,4</b>	<b>17,5</b>	<b>109,9</b>	<b>6,28</b>	<b>213,7</b>	<b>29,4</b>	<b>184,3</b>	<b>6,27</b>	<b>698,2</b>	<b>22,0</b>	<b>676,2</b>	<b>30,74</b>	<b>911,9</b>	<b>51,4</b>	<b>860,5</b>	<b>16,74</b>	
Республика Башкортостан	69,8	4,9	64,9	13,24	42,3	3,6	38,7	10,75	112,1	8,5	103,6	12,19	383,0	8,0	375,0	46,88	495,1	16,5	478,6	29,01	
Оренбургская область	14,6	5,1	9,5	1,86	72,2	1,0	71,2	71,20	86,8	6,1	80,7	13,23	305,2	4,0	301,2	75,30	392,0	10,1	381,9	37,81	
Пермская область	1,9	1,9	-	-	12,9	12,9	-	-	14,8	14,8	-	-	10,0	10,0	-	-	24,8	24,8	0,0	0,00	
<b>Уральский ФО</b>	<b>1034,5</b>	<b>542,1</b>	<b>492,4</b>	<b>0,91</b>	<b>353,3</b>	<b>90,5</b>	<b>262,8</b>	<b>2,90</b>	<b>1387,8</b>	<b>632,6</b>	<b>755,2</b>	<b>1,19</b>	<b>1730,3</b>	<b>108,0</b>	<b>1622,3</b>	<b>15,02</b>	<b>3118,1</b>	<b>740,6</b>	<b>2377,5</b>	<b>3,21</b>	
Свердловская обл.	698,4	439,2	259,2	0,59	236,0	67,3	168,7	2,51	934,4	506,5	427,9	0,84	907,5	70,0	837,5	11,96	1841,9	576,5	1265,4	2,19	
Челябинская обл.	333,4	100,2	233,2	2,33	101,1	20,2	80,9	4,00	434,5	120,4	314,1	2,61	465,0	10,0	455,0	45,50	130,4	769,1	5,90		
Ханты-Мансийский а.о.	3,16	2,7	0,05	0,02	14,5	3,0	11,5	3,83	17,3	5,7	11,6	2,04	124,8	20,0	104,8	5,24	142,1	25,7	116,4	4,53	
Ямало-Ненецкий а.о.	-	-	-	-	1,7	-	1,7	-	1,7	1,7	-	-	233,0	8,0	225,0	28,13	234,7	8,0	226,7	28,34	
<b>Сибирский ФО</b>	<b>4526,9</b>	<b>3112,4</b>	<b>1414,5</b>	<b>0,45</b>	<b>3762,2</b>	<b>360,4</b>	<b>3401,8</b>	<b>9,44</b>	<b>8289,1</b>	<b>3472,8</b>	<b>4816,3</b>	<b>1,39</b>	<b>7458,1</b>	<b>617</b>	<b>6841,1</b>	<b>11,09</b>	<b>15747,2</b>	<b>4089,8</b>	<b>11657,4</b>	<b>2,85</b>	
Республика Алтай	20,4	4,1	16,3	3,98	20,8	2,5	18,3	7,32	41,2	6,6	34,6	5,24	612,4	8	604,4	75,55	653,6	14,6	639,0	43,77	
Республика Бурятия	175,7	111,1	64,6	0,58	100,0	22,2	77,8	3,50	275,7	133,3	142,4	1,07	1525,4	45	1480,4	32,90	1801,1	178,3	1622,8	9,10	
Республика Тыва	42,6	42,5	0,1	0,002	10,0	10,0	-	-	52,6	52,5	0,1	0,002	180	20	160	8,00	232,6	72,5	160,1	2,21	
Республика Хакасия	301,6	82,8	218,8	2,64	32,3	4,7	27,6	5,87	333,9	87,5	246,4	2,82	398,9	20	378,9	18,95	732,8	107,5	625,3	5,82	
Алтайский край	56,5	55,5	1,0	0,02	8,5	1,3	7,2	5,54	65	56,8	8,2	0,14	549	9	540	60,00	614,0	65,8	548,2	8,33	
Красноярский край	1476,5	926,3	550,2	0,6	803,0	51,0	752,0	14,75	2279,5	977,3	1302,2	1,33	1651	105	1546	14,72	3930,5	1082,3	2848,2	2,63	
Иркутская обл.	1326,9	1302,9	23,3	0,02	2196,0	130,2	2065,8	15,87	3522,2	1433,1	2089,1	1,46	1212,9	220	992,9	4,51	4735,1	1653,1	3082,0	1,86	
Кемеровская обл.	196,9	126,2	70,7	0,56	64,9	35,3	29,6	0,84	261,8	161,5	100,3	0,62	310	40	270	6,75	571,8	201,5	370,3	1,84	
Новосибирская область	8,4	8,4	-	-	5,4	5,4	-	-	13,8	13,8	-	-	70	10	60	6,00	83,8	23,8	60,0	2,52	
Забайкальский край	922,1	452,6	469,5	1,04	521,3	97,8	423,5	7,80	1443,4	550,4	893,0	4,30	948,5	140	808,5	5,78	2391,9	690,4	1701,5	2,46	
<b>Дальневосточный ФО</b>	<b>6988,8</b>	<b>6008,5</b>	<b>980,3</b>	<b>0,16</b>	<b>3751,0</b>	<b>838,5</b>	<b>2912,5</b>	<b>3,47</b>	<b>10739,8</b>	<b>6847,0</b>	<b>3892,8</b>	<b>0,57</b>	<b>9908,2</b>	<b>1229</b>	<b>8679,2</b>	<b>7,06</b>	<b>20648,0</b>	<b>8076,0</b>	<b>12572,0</b>	<b>1,56</b>	
Республика Саха (Якутия)	1660	1224,3	435,7	0,36	1029,0	324,7	704,3	2,17	2689,0	1549,0	1140,0	0,74	1724,1	240	1484,1	6,18	4413,1	1789,0	2624,1	1,47	
Приморский край	6,5	4,6	1,9	0,41	13,9	11,5	2,4	0,21	20,4	16,1	4,3	0,27	299	10	289	28,90	319,4	26,1	293,3	11,24	
Хабаровский край	692	576,2	115,8	0,20	227,7	44,1	183,6	4,16	919,7	620,3	299,4	0,48	1080,5	150	930,5	6,20	2000,2	770,3	1229,9	1,60	
Амурская обл.	892,4	790,1	102,3	0,13	188,8	116,6	72,2	0,62	1081,2	906,7	174,5	0,19	1255	225	1030	4,58	2336,2	1131,7	1204,5	1,06	
Камчатский край	21,9	13,6	8,3	0,61	148,8	4,0	144,8	36,20	170,7	17,6	153,1	8,70	1145	23	1122	48,78	1315,7	40,6	1275,1	31,41	
Магаданская обл.	2816,2	2541,7	274,5	0,11	1732,0	211,5	1520,5	7,19	4548,2	2753,2	1795,0	0,65	2594,6	430	2164,6	5,03	7142,8	3183,2	3959,6	1,24	
Сахалинская обл.	10,9	10,9	0,0	-	1,9	1,4	0,5	0,36	12,8	12,3	0,5	0,04	315	10	305	30,50	327,8	22,3	305,5	13,70	
Еврейская а.о.	1,78	1,8	-	-	2,5	2,5	-	-	4,3	4,3	-	-	26	6	20	3,33	30,3	10,3	20,0	1,94	
Чукотский а.о.	887,1	845,3	41,8	0,05	406,4	122,2	284,2	2,33	1293,5	967,5	326,0	0,34	1469	135	1334	9,88	2762,5	1102,5	1660,0	1,51	
<b>Всего Россия</b>	<b>12639,9</b>	<b>9678,3</b>	<b>2961,6</b>	<b>0,31</b>	<b>8040,8</b>	<b>1351,4</b>	<b>6689,4</b>	<b>4,95</b>	<b>20680,7</b>	<b>11029,7</b>	<b>9651,0</b>	<b>0,88</b>	<b>21225,1</b>	<b>2007</b>	<b>19218,1</b>	<b>9,58</b>	<b>41905,8</b>	<b>13036,7</b>	<b>28669,1</b>	<b>2,21</b>	

\* Источники: Беневольский, Кривцов и др. (2000), Боярко (2001) и авторская оценка

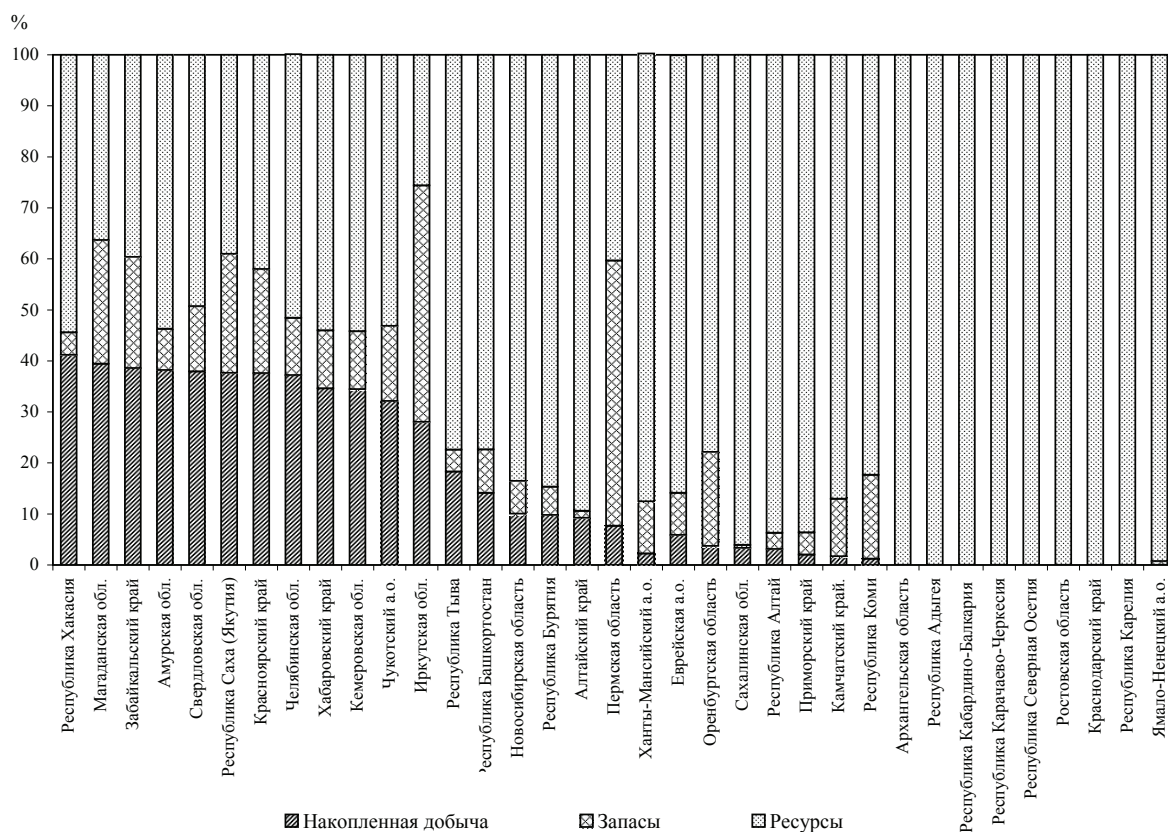


Рис. 7. Структура начального потенциала золотоносности по основным субъектам РФ

Ранжирование НП субъектов Федерации по накопленной добыче (рис. 7) показывает её превышение над запасами в регионах, расположенных в левой части графика, за исключением Иркутской области, запасы которой значительно выросли в результате переоценки крупнейшего месторождения Сухой Лог. Существенно также увеличились запасы в Магаданской области за счет переоценки Наталкинского месторождения, что отразилось на росте соотношения запасов НПК и НПР в 5,5 раз. В левой части графика сумма НПР и НПК составляет от НП прогнозных ресурсов около 50% и, соответственно, имеются перспективы для воспроизводства МСБ.

В золотодобывающих субъектах Федерации, показанных в центральной части гистограммы накопленная добыча примерно соответствует выявленным запасам и, следовательно, можно ожидать рост воспроизводства запасов. В правой части графика расположены регионы с перспективами реализации прогнозных ресурсов при проведении ГРР исходя из благоприятных геологических предпосылок.

Сравнение ПР с суммой добычи и запасов (НД+З) показывает их очевидную сходимость (таблица 1). За 2003–2008 гг. (с даты официальной переоценки ПР) ресурсный потенциал по результатам геологоразведочных работ увеличился на 18%, а запасы (с учетом погашения) без упомянутых выше месторождений выросли лишь на 8% что



свидетельствует о низкой реализации ПР при их систематическом наращивании. Такой оптимизм в оценке ПР не находит подтверждения эффективностью ГРР.

В итоге краткого анализа накопленного потенциала золотоносности территории России, отметим его высокий суммарный количественный показатель — около 42 тыс. т золота, из которого реализована добычей только третья часть. Общий потенциал складывается, в основном, из коренных месторождений (69%), что может служить надежной основой для планирования дальнейшего развития ГРР в рамках Долгосрочной программы геологического изучения, воспроизводства и использования отечественной минерально-сырьевой базы.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящее издание по принципам и методам оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых предназначено для оказания практической помощи недропользователям, осуществляющим геологоразведочные работы по воспроизводству минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых на территории Российской Федерации вне зависимости от их ведомственной принадлежности и форм собственности, а также источников финансирования этих работ.

В выпуске сведены правила классификации прогнозных ресурсов по категориям в соответствии с утвержденной «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приказ МПР России от 11.12.2006 г. № 278), методы количественного прогнозирования и укрупненной геолого-экономической оценки перспективных объектов, требования к содержанию, оформлению и представлению на апробацию материалов по обоснованию оценки прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых.

Выпуск исходит из базовых методических документов: «Методических руководств по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (выпуски 1986–1988, 1989, 2002 гг.); проекта актуализированных «Методических руководств по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (2009 г.); «Временного положения о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые)» (утверждено распоряжением МПР РФ от 03.02.1998 г. № 16-р), «Методических рекомендаций по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», «Методических рекомендаций по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев)», «Методических рекомендаций по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов углей и горючих сланцев» (все утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р); «Методических рекомендаций по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов» (протокол МПР России от 03.04.2007 г. № 11-17/044-пр.).

Прогнозные ресурсы служат для долгосрочного и текущего планирования геологоразведочных работ, а также могут использоваться при проектировании прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ. Совокупность таких работ должна обеспечивать при передаче объектов в лицензионном недропользовании получение прироста запасов категории  $C_2$ , являющегося основным результатом всего комплекса проведенных разномасштабных прогнозно-металлогенических исследований и поисковых работ. Для определения рациональных путей решения этой задачи требуется провести оценку прогнозных ресурсов, необходимых для получения намечаемых приростов запасов осуществить выбор эквивалентных перспективных площадей для постановки геологоразведочных работ соответствующих масштабов; оценить требуемые объемы работ и затраты на их выполнение.

Согласно принципу последовательного приближения в геологоразведочном процессе реализуется переход от средне-, мелкомасштабных работ к более детальным, что определяет необходимость периодической оценки результатов работ и принятия решений о целесообразности проведения более детальных исследований. Этим обеспечивается повышение эффективности геологоразведочных работ. Основанием для постановки последующих работ служит оценка перспективности изучаемых площадей и практического значения прогнозных ресурсов, локализованных при проведении текущих работ.

В соответствии с «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» прогнозные ресурсы участков недр по степени их обоснованности подразделяются на три категории:  $P_3$ ,  $P_2$  и  $P_1$ .

Прогнозные ресурсы категории  $P_3$  учитывают потенциальную возможность открытия месторождений того или иного вида полезного ископаемого на основании благоприятных геологических, палеогеографических и других предпосылок, выявленных в оцениваемом районе при средне- и мелкомасштабных геолого-геофизических и геологосъемочных работах, дешифрировании космических снимков, а также при анализе результатов геофизических и геохимических исследований. Прогнозные ресурсы категории  $P_3$  оцениваются при геологосъемочных работах масштаба 1:200 000 с комплексом целевых прогнозно-поисковых работ. Ресурсы этой категории могут также оцениваться при геолого-минерагеническом картировании масштабов 1:200 000 и 1:500 000 и по итогам геологического картографирования масштаба 1:1 000 000. Количественная оценка прогнозных ресурсов категории  $P_3$  основывается на общих поисковых критериях, ориентировочных укрупненных параметрах и аналогии с более детально изученными эталонными площадями без привязки к конкретным объектам. Прогнозные ресурсы категории  $P_3$  служат основанием для постановки целевых поисковых работ масштаба 1:50 000.

Прогнозные ресурсы категории  $P_2$  учитывают возможность обнаружения в бассейне, районе, поле новых месторождений полезных ископаемых, предполагаемое наличие которых основывается на положительной оценке (категория  $P_3$ ) выявленных при среднемасштабной геологической съемке и целевых поисковых работах масштаба 1:50 000 проявлений полезного ископаемого, с учетом интерпретации геофизических и



геохимических аномалий, природа и возможная перспективность которых подтверждены минимальным количеством горных выработок и (или) скважин. Прогнозные ресурсы категории  $P_2$  обычно выявляются при крупномасштабной геологической съемке и поисковых работах, но возможна также локализация прогнозных ресурсов этой категории при прогнозно-поисковых работах масштаба 1:200 000. Количественная оценка прогнозных ресурсов, представления о размерах предполагаемых месторождений, минеральном составе и качестве полезного ископаемого основывается на комплексе прямых и косвенных поисковых признаков, на материалах пересечений полезного ископаемого, а также по аналогии с известными месторождениями того же геолого-промышленного типа. Прогнозные ресурсы в количественном выражении с привязкой к локальным площадям, участкам и потенциальным месторождениям служат основой для постановки детальных целевых поисковых работ (масштаб 1:25 000 – 1:10 000).

Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  учитывают возможность расширения границ распространения полезного ископаемого за контуры запасов  $C_2$  либо выявления в пределах рудного поля (месторождения) новых тел полезного ископаемого на участках с прогнозными ресурсами категории  $P_2$ , а также на разведанных и разведываемых месторождениях. Для количественной оценки прогнозных ресурсов этой категории используются геологически обоснованные представления о размерах и условиях залегания новых выявленных тел полезного ископаемого или известных на месторождении. Оценка прогнозных ресурсов основывается на результатах геологического изучения (геологические, геофизические, геохимические и другие виды исследований) участков недр возможного нахождения полезного ископаемого и материалах поисковых горных выработок и скважин, а в пределах месторождений — на геологической экстраполяции установленных на более изученной его части, структурных, литологических, стратиграфических и других особенностей, ограничивающих площади и глубину распространения представляющего промышленный интерес полезного ископаемого.

На этой детальности работ, посредством сгущения сети опосредования, добавляется информация, позволяющая конкретизировать геолого-промышленный тип, оконтурить объект в плане и обосновать его распространение на глубину.

Классификация прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых отражает последовательное повышение точности и надежности оценки с ростом информации об объекте прогноза. Работам каждого масштаба (детальности) отвечают собственные категории прогнозных ресурсов. При этом соблюдается эквивалентность между геологическими объектами, пространственными металлогеническими категориями (таксонами) и прогнозными ресурсами, чем обеспечивается последовательная локализация перспективных площадей.

## БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ

Система базовых терминов и понятий, описывающих пространственные металлогенические таксоны, а также признаки последних, дается на основе системы критериев и признаков выделения перспективных рудоносных объектов разных рангов применительно к основным рудно-формационным типам месторождений ТПИ, содержащимся в ранних редакциях «Методических руководств по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (1986–1988, 1989, 2002 гг.).

Оценка ПР производится на перспективных площадях разного ранга, оконтуренных при прогнозно-металлогенических исследованиях. Задача выделения перспективных площадей в наиболее общем случае заключается в опознании по геологической интерпретации тех частей геологического пространства, в которых возможно обнаружение тех или иных скоплений полезных ископаемых.

Система критериев и признаков перспективных объектов разного ранга — металлогенических (минерагенических) зон, районов, рудных полей базируется на методических основах прикладной металлогении и прогноза, опирающихся на принципы рудно-формационного анализа.

Методология рудно-формационного анализа основывается на вхождении месторождений в определенные геологические сообщества в качестве естественных составляющих. В этом случае рудно-формационный тип месторождения определяется составом руд и геологических формаций. В то же время в выпуске используются и иные геолого-промышленные типизации месторождений, максимально приближенные к задачам прогноза. Следует подчеркнуть смысловое различие этих классификаций: если геолого-промышленные типы отвечают на вопрос «что», то рудно-формационные — на вопрос «где». Исходная предпосылка прогнозирования — принцип геологической аналогии, который используется для определения геологической позиции месторождений по геологическим ситуациям. Научно-методической основой применения принципа геологической аналогии являются прогнозно-поисковые модели, которые представляют собой классификационно-признаковые модели и состоят из сопряженных и соподчиненных элементов рудоносного пространства, определяющих геологические обстановки, прогнозно-поисковые критерии и другие показатели, характеризующие наличие и степень проявления рудоформирующих процессов. Подобные элементы являются идентификационными признаками и критериями, позволяющими вычленять из геологического пространства разноранговые металлогенические таксоны (перспективные площади).

В качестве основных пространственных прогнозно-металлогенических таксонов выделяются металлогенические (минерагенические) зоны, рудные районы и поля. К числу прогнозных элементов, обеспечивающих выделение металлогенических таксонов, относятся следующие: геолого-формационные и рудно-формационные, структурно-тектонические, фациальные, литолого-петрографические, минералого-геохимические, гидротермально-метасоматические и геофизические. При этом модели объектов прогноза

и поисков — рудные поля и месторождения — рассматриваются как части соответствующих региональных геоструктур с учетом их глубинного строения. В пределах металлогенических зон выделяются совокупности элементов, характеризующих позиции рудных районов, а в пределах рудных районов — позиции рудных полей в их структуре и в соответствующих рудоносных структурно-формационных комплексах и их элементах (таблица 2). Значение той или иной группы элементов-признаков в выделении разноранговых пространственных металлогенических таксонов в значительной степени определяется особенностями геологических обстановок нахождения, свойственных различным рудно-формационным типам месторождений.

Таблица 2

**Обобщенная структура и соподчиненность элементов-признаков пространственных металлогенических таксонов различных рангов (Кривцов, Ручкин, 2003) \*)**

Группы элементов-признаков	Металлогенические таксоны			
	Металлогеническая зона	Рудный район	Рудное поле	Месторождение
Формационные	[штрихованная область]			
Фациальные		[штрихованная область]		
Литолого-петрографические			[штрихованная область]	
Структурно-тектонические	[штрихованная область]			
Рудно-формационные	[штрихованная область]			
Минералого-геохимические		[штрихованная область]		
Гидротермально-метасоматические		[штрихованная область]		
Геофизические	[штрихованная область]			

В настоящем выпуске ранги металлогенической зональности для оценки прогнозных ресурсов включают только базовые термины и понятия, наиболее употребляемые при прогнозе рудных, нерудных и угольных месторождений (Методические руководства 1986–1988, 1989, 2002 гг.), начиная с определения основного понятия — рудная формация и производных от него терминов (Российский металлогенический словарь. СПб., 2003):

\*) По разным видам ТПИ возможна иная трактовка структуры и соподчиненности элементов-признаков металлогенических таксонов

*рудная формация\** — группа месторождений и рудопроявлений, однотипных как по элементному и минеральному составу руд, так и по геологической обстановке их нахождения, которая характеризуется определенной геологической формацией (либо сочетанием геологических формаций) и структурными условиями рудогенеза;

*рудно-формационный тип месторождения\** — группа месторождений, выделяемых по составу руд и геологических формаций, в связи с которыми ассоциируют скопления рудного вещества;

*геолого-промышленный тип месторождения\** — рудно-формационный тип месторождения, который по совокупности характеристик отвечает современным требованиям горнодобывающей промышленности к минеральному сырью;

*металлогеническая (минерагеническая) зона\** — крупный пространственный таксон, образованной рядами родственных и пространственно сопряженных геологических, в том числе рудоносных и рудовмещающих формаций, одного тектоно-магматического цикла, отвечающего определенной геодинамической (тектонической) обстановке;

*структурно-формационная зона* — зона распространения закономерного ряда геологических формаций (структурно-вещественного комплекса), возникшего на определенной стадии развития земной коры; в общем случае со структурно-формационными зонами совпадают структурно-металлогенические, имеющие одинаковые с ними ограничения по площади и в объеме;

*рудный район\** — часть структурно-формационного блока (подзоны), различной площади в составе металлогенической зоны, характеризующаяся развитием рудоконтролирующей формации или вулканоплутонической ассоциации и связанных с ними проявлений рудной минерализации определенного рудно-формационного типа;

*рудное поле\** — часть рудного района (размером в несколько десятков квадратных километров), рудоносность которой определяется сочетанием геологических тел внутриформационного уровня (пород различной формационной (фациальной) принадлежности, локальных тектонических элементов, зон метасоматического изменения и др.); характеризуется наличием проявлений минерализации и (или) рудопроявлений, комплекса элементов-признаков соответствующего рудно-формационного типа месторождений, а также геофизических и геохимических аномалий, отвечающих основным рудоконтролирующим фактором (группы однотипных по происхождению месторождений, объединенных по единству геологической структуры — по В.И.Смирнову);

*поисковый (перспективный) участок* — структурно обособленная площадь рудного поля, в пределах которой развиты рудовмещающие породы, содержащие признаки промышленного оруденения, эквивалентен потенциальному месторождению;

*прогнозно-поисковые модели* — целевые описательные классификационно-признаковые модели металлогенических таксонов, состоящие из сопряженных и соподчиненных

---

\* звездочкой выделены основные металлогенические таксоны

элементов рудоносного пространства, выявляемых различными методами и описываемых разными характеристиками;

*продуктивность (рудоносность)* — количество (масса, объем) ресурсов и запасов минерального сырья рудоносного объекта;

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

Для проявлений алмазного магматизма принята иная, чем для других твердых полезных ископаемых таксонометрия (ЦНИГРИ, 2002) с выделением следующих алмазоносных (потенциально алмазоносных) таксонов: провинция – субпровинция – район – поле – куст тел – месторождение:

*алмазоносная провинция\** — эквивалент понятия «древняя платформа»;

*алмазоносная субпровинция (область)\** — крупный геоблок древней платформы с близким возрастом кратонизации фундамента, интенсивностью проявлений тектономагматической активизации с доминированием определенного геолого-промышленного типа месторождений близкого возраста;

*алмазоносная минерагеническая зона\** — линейная неоднократно активизирующаяся высокопроницаемая структура древнего заложения, значительной протяженности и ширины, большой глубины заложения ограничивающих и внутрискрутурных разломов, насыщения разновозрастными дайкообразными и штокообразными телами, трубками взрыва основного, ультраосновного и щелочно-ультраосновного состава и с многостадийным проявлением динамометаморфизма;

*алмазоносный район\** — группа пространственно сближенных кимберлитовых полей, приуроченная к пересечению минерагенической зоны крупными поперечными приподнятыми блоками или зонами глубинных разломов.

*алмазоносное поле* — естественная группировка пространственно-сближенных кимберлитовых тел (и связанных с ними россыпей); в геологической практике принято более широкое толкование термина — территориально обособленные коренные и связанные с ними россыпные месторождения, россыпепроявления, единичные находки алмазов и минералов-индикаторов, сформированные в близких геолого-структурных обстановках и обладающих общностью характеристик кимберлитов.

*куст (группа от 2 до 10 тел) алмазоносных тел\** — локальные скопления (группы, цепочки трубок) в пределах алмазоносных полей.

Иная таксонометрия отражает специфику экзогенных (россыпных) месторождений (ЦНИГРИ, 2002):

*россыпной пояс\** — территория распространения россыпей, сопоставимая с металлогенической зоной, характеризующаяся единством геоморфологического развития, тектонического режима, изменений во времени климата, ландшафта и типов осадков;

*россыпной район\** — часть россыпного пояса с близкими условиями формирования и размещения россыпей, характеризующаяся определенной формационной принадлежностью и морфологическими особенностями источников питания, эволюцией тектонических, геоморфологических и климатических условий, пострудным денудационным срезом;

*россыпное поле* — группа пространственно сближенных россыпей, нередко представленных единым генетическим рядом или формирующихся за счет пространственно сближенных коренных источников;

*геолого-промышленный тип россыпного месторождения* — россыпи (группа россыпей), которая по совокупности характеристик отвечает современным требованиям горнодобывающей промышленности к минеральному сырью;

*погребенная россыпь* — отдельная россыпь (часть россыпи, и группы россыпей), перекрытая более молодыми осадочными или вулканогенными породами, формирование которых не связано с этапом россыпеобразования;

*пески россыпей (продуктивные пласты)* — горные породы (отложения) различного происхождения и состава, слагающие продуктивную (содержащую полезные минералы) часть россыпных месторождений;

*торфа россыпей* — перекрывающие продуктивный пласт россыпи отложения, лишенные полезных минералов или содержащие их в небольшом количестве; по мощности торфов россыпи разделяются на мелкозалегающие (менее 15–20 м) и глубокозалегающие (более 15–20 м);

*плотик россыпи* — коренное ложе, на котором залегают вмещающие россыпь кластогенные образования, включающие коренные породы и их сильно разрушенную верхнюю часть;

*ложный плотик* — рыхлый слой внутри осадочной толщи, подстилающий продуктивный пласт;

*промежуточный коллектор* — выведенная в зону денудации и размыва толща пород, содержащих полезные минералы, обломочных рыхлых или литифицированных, являющихся источником питания россыпи;

*россыпь с мелким и тонким золотом* — месторождение с золотом крупностью менее 1 мм (с долей класса крупности золота размером менее 0,25 мм более 20%); выделяются следующие группы по классам крупности золота: мелкое и весьма мелкое (-0,25+0,1 мм), тонкое (0,1+0,05 мм), пылевидное (-0,05+0,01 мм), тонкодисперсное (-0,01 мм).

При оценке прогнозных ресурсов углей (ВНИГРИуголь, 1986) для обозначения площадей предполагаемого или установленного развития продуктивных отложений используются следующие укоренившиеся термины:

*пояс углеобразования\** — естественная геозона с наиболее благоприятным сочетанием физико-географических и климатических (температурный режим, количество осадков, водный баланс и др.), геотектонических, геоморфологических, геохимических факторов, а также физиологических особенностей растений — торфообразователей;



*угольные бассейны\** — значительные по размерам площади непрерывного или разобщенного (островного) распространения угленосных формаций, образование которых явилось следствием геологического развития в определенный период крупного структурного элемента земной коры;

*узлы углеобразования* — площади с максимальной угленасыщенностью в пределах соответствующего пояса, совмещаемые с наиболее крупными для данного стратиграфического уровня бассейнами, в связи с чем они не рассматриваются в качестве самостоятельных категорий прогнозных площадей;

*угленосная провинция* — обширная сплошная или прерывистая площадь, обладавшая в один и тот же возрастной этап угленакопления основным сходством физико-географических условий при образовании углей и вмещающих их толщ, сходством стратиграфических соотношений и направленности изменения мощности, условий залегания этих толщ и соответствующей направленности изменения метаморфизма заключенных в этих толщах углей;

*зоны углеобразования\** — крупные изолированные участки земной коры определенного тектонического строения и развития, внутри которых в течение одного или нескольких отрезков времени создавались благоприятные для накопления, захоронения и преобразования растительности палеотектонические и палеогеографические условия;

*угленосные площади\** — одноранговые по размерам, но слабо изученные ареалы распространения потенциально продуктивных отложений, генетическое единство и промышленное значение угленосности которых недостаточно выяснены.

Для неметаллических полезных ископаемых обычно используются аналогичные по названию термины — провинции, бассейны, зоны, районы, площади, поля и т.д., с понятийными дефинициями, отвечающими соответствующему виду полезного ископаемого.

## **ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ**

Количественная оценка прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых производится по основным извлекаемым (в т.ч. попутным) полезным ископаемым с учетом существующих на момент оценки требований горнодобывающей и перерабатывающей промышленности к их качеству и технологическим свойствам, доступных для эксплуатации глубин при современном и возможном в ближайшей перспективе уровне модернизации техники и технологии разработки месторождений.

При оценке прогнозных ресурсов устанавливаются возможные количественные и качественные показатели основных и совместно с ними залегающих (попутных) полезных компонентов, площадь, глубина распространения и другие необходимые характеристики в зависимости от вида твердых полезных ископаемых. Количественные



и качественные показатели прогнозных ресурсов оцениваются прямыми методами исходя из фактических данных, полученных при проведении геологоразведочных работ, а также по аналогии с изученными месторождениями того же геолого-промышленного типа.

Методы количественной оценки прогнозных ресурсов подробно изложены в Российском металлогеническом словаре (ВСЕГЕИ. СПб., 2003, стр. 141–148).

Основное внимание в данной работе уделено оценке прогнозных ресурсов при прогнозных, поисковых и оценочных работах. Оценка прогнозных ресурсов при региональных средне- и более мелкомасштабных работах рассматривается лишь частично.

### **Прогнозные ресурсы категории $P_3$**

Объектом оценки прогнозных ресурсов категории  $P_3$  является площадь в составе металлогенической зоны, перспективная на выявление месторождений известного в российской или мировой МСБ рудно-формационного и геолого-промышленного типа. Продуктивность металлогенической зоны в целом рекомендуется оценивать вне категорий прогнозных ресурсов как количественно оцененный металлогенический потенциал. Выделение и оконтуривание перспективных площадей проводится по данным прогнозных работ, геофизических и геохимических исследований, а также при ревизии результатов ранее проведенного среднемасштабного геологического изучения с комплексом целевых прогнозных работ.

Перспективные площади выделяются по общим геологическим, геофизическим, геохимическим, геоморфологическим и другим признакам, вещественному, фациальному, литолого-петрографическому составу и другим признакам, которые косвенно служат обоснованием для прогнозирования месторождений полезных ископаемых определенного рудно-формационного и геолого-промышленных типов.

По возможности должны быть выявлены прямые признаки, указывающие на присутствие полезного ископаемого в естественных обнажениях, делювиальных и аллювиальных отложениях, шлиховых ореолах и т.д. Необходимые для оконтуривания перспективных площадей данные получают при геологическом картировании естественных и искусственных обнажений, космоаэрогеологическом, геофизическом и геохимическом картировании, по единичным горным выработкам. При значительной мощности перекрывающих отложений — профильными геофизическими и геохимическими исследованиями. Представления о распространении продуктивных зон на глубину базируются на данных геофизических и геохимических методов или на одиночных скважинах.

За основу оценки прогнозных ресурсов категории  $P_3$  перспективной площади (бассейна, района и т.д. в зависимости от вида полезного ископаемого) принимаются данные о количестве, масштабах, частоте встречаемости месторождений прогнозируемого типа в аналогичной по геолого-структурной позиции и строению детально изученной пространственной металлогенической категории того же уровня. Прогнозные ресурсы оцениваются без привязки к конкретным объектам в целом для перспективной площади, если выявление месторождений равновероятно в любом её месте, или для отдельных участков этой площади, если их перспективы расцениваются более высоко, чем остальной части.

Содержание полезных компонентов и другие необходимые показатели качества полезного ископаемого принимаются, как правило, по аналогии с промышленными месторождениями прогнозируемого типа. Геолого-промышленный либо рудно-формационный тип возможных месторождений, количество и качество полезного ископаемого являются основными критериями оценки промышленного значения прогнозных ресурсов категории  $P_3$ . При этом показатели прогнозных ресурсов не должны быть хуже тех, которые имеют промышленные месторождения-эталоны в сходных с рассматриваемым районом географо-экономических условиях.

При количественной оценке прогнозных ресурсов категории  $P_3$  допускается использование разнообразных методов и приемов — от экспертных оценок до прямых расчетов. Их выбор зависит от уровня изученности соответствующих площадей и полноты исходной информации. Способы обработки и анализа того или иного вида информации, ограничения применения различных методов достаточно полно рассмотрены в изданиях «Методических руководств оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (выпуски 1986, 1988–1989, 2002 гг.).

В настоящем выпуске рассматривается основной метод — геологической аналогии, как наиболее часто применяемый, простой и доступный широкому кругу геологов. Главным условием его использования является сопоставление объектов (эталонного и оцениваемого) одной пространственной металлогенической категории. Недопустимо параметры эталонного месторождения распространять, например, на рудный район, должны сопоставляться только рудные районы. Чем определеннее установлены пространственные границы эталонного и оцениваемого объектов, тем надежнее локализация оцениваемых прогнозных ресурсов.

Количественная оценка прогнозных ресурсов категории  $P_3$  методом аналогии реализуется, как правило, в варианте определения удельной площадной продуктивности потенциально перспективных на обнаружение месторождения площадей по отношению к эталонному объекту. В этом случае количество прогнозных ресурсов находится в прямой зависимости от величины площади и глубины распространения прогнозных ресурсов на перспективном участке и удельной продуктивности эталонного объекта.

Для примера значение удельной продуктивности металлогенических таксонов ранга рудных районов, применительно к ряду рудных формаций, приведено в таблице 3.

Значение удельной продуктивности (g, тонн/км<sup>2</sup>) рудных районов для некоторых рудных формаций в типовых геологических обстановках (ЦНИГРИ, ВСЕГЕИ и др., 1986)

Рудные формации (в скобках металл, для которого рассчитана g)	Пределы колебаний значений g	Наиболее вероятные значения g (в скобках указаны вероятности)
Железородная кремнисто-гематитовая (Fe)	$1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$	$n \cdot 10^4$ (0,6)
Железородная оолитовая (Fe)	$1 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^5$ (0,8)	$(1-5) \cdot 10^5$ (0,8)
Титанистых магнетитов (Fe)	$3 \cdot 10^5 - 9 \cdot 10^5$	$n \cdot 10^5$ (1)
Апатит-редкометалльно-железородная карбонатитовая (Fe)	$3 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$	$n \cdot 10^4$ (0,7)
Железородная скарновая (Fe)	$3 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^5$	$n \cdot 10^4$ (0,6)
Железородная магнезио-ферритовая скарновая (Fe)	$4 \cdot 10^4 - 6 \cdot 10^4$	$(4-6) \cdot 10^4$ (1)
Апатит-титан-железородная (Fe)	$5 \cdot 10^4 - 8 \cdot 10^4$	$(5-8) \cdot 10^4$ (1)
Железородная кварцитовая, магнетит-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)	$n \cdot 10^3 - n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^{2-1} \cdot 10^4$
Хромитовая с платиноидами (Cr)	$n \cdot 10^{2-3} - n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^4$
Медно-цинковая колчеданная (Cu)	$n \cdot 10 - 880$	100-200 (0,3)
То же (Zn)	$n \cdot 10 - 500$	$n \cdot 10$ (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 (Cu)	$n \cdot 10 - 1500$	300-600 (0,2)
Медно-цинковая черносланцевая (Cu)	10-160	50-600 (0,3)
Сульфидная медно-никелевая (Ni)	$n - 1000$	$n \cdot 10$ (0,7)
Медно-молибденовая порфировая (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 листовенитовая (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
То же (Sb)	$n \cdot 0,1 - n \cdot 10$	$n \cdot 10$ (0,7)
Сурьмяная и вольфрамсурьмяная аргиллизитовая (Sb)	$n \cdot 0,1 - n \cdot 10$	$n \cdot 0,1$ (0,7)
Золото-сурьмяная березитовая (Sb)	$n \cdot 0,1 - n \cdot 10$	$n^*$ (0,5)
Сурьмяная сульфосольно-полисульфидная березитовая (Sb)	$n \cdot 0,1 - n$	n
Никелевая силикатная (Ni)	$n^* - 100$	50-60 (0,4)
Вольфрамовая редкометалльная грейзеновая (WO <sub>3</sub> )	$n \cdot 0,1 - 20$	$n^*$ (0,6)
Вольфрамовая скарновая (WO <sub>3</sub> )	$n \cdot 0,1 - 30$	$n^*$ (0,5)
Вольфрамовая гумбеитовая (WO <sub>3</sub> )		$n^* 10$
Касситеритовая силикатно-сульфидная (Sn)	3-7	$n^*$ (1)
Касситеритовая кварцевая (Sn)	2-28	$n^*$ (0,75)

Технология количественной оценки прогнозных ресурсов категории  $P_3$  методом аналогии включает:

- выбор эталонного объекта с установленными геологическими границами, известным геолого-промышленным типом месторождения, запасами, включая погашенные, полезного ископаемого (при наличии уникального месторождения его масштаб принимается в количестве, соответствующем рядовому месторождению);
- определение площади (объема) эталонного объекта;
- вычисление площадной (объемной) удельной продуктивности объекта-эталона;
- распространение площадной (объемной) удельной продуктивности объекта-эталона на прогнозируемый объект оценки;
- введение поправочного (понижающего) коэффициента подобия.

*Площадная удельная продуктивность* эталона ( $g$ ) рассчитывается через сумму запасов, включая погашенные, полезного ископаемого в единицах массы  $M_1$  соответствующего вида полезного ископаемого и площадь  $S_1$ , км<sup>2</sup> по формуле:

$$g = M_1/S_1 \quad (1)$$

Прогнозные ресурсы нового объекта ( $M_2$ ) определяются через значение его площади ( $S_2$ ) и удельной продуктивности эталона по формуле:

$$M_2 = K \cdot g \cdot S_2 \quad (2)$$

Поправочный коэффициент ( $K$ ) устанавливается экспертно, исходя из подобия (сходства, идентичности) геологического строения, поисковых критериев и признаков эталона и перспективной площади; обычно ( $K$ ) принимается равным 0,5.

*Объемная продуктивность* рассчитывается через удельную продуктивность единицы площади эталона на 1 м глубины его оценки (*Пуд.*) по формуле:

$$Пуд. = P_{эм.}/(S_{эм.} \cdot H_{эм.}) \quad (3)$$

где  $P_{эм.}$  — сумма запасов, включая погашенные, в единицах массы соответствующего вида полезного ископаемого;

$S_{эм.}$  — площадь эталона, км<sup>2</sup>;

$H_{эм.}$  — глубина геометризации запасов эталона, м.

Количество прогнозных ресурсов категории  $P_3$  нового объекта определяется по формуле:

$$P_3 = S_2 \cdot Пуд. \cdot H \cdot K \quad (4)$$

где  $S_2$  — площадь объекта оценки прогнозных ресурсов, км<sup>2</sup>;  $H$  — глубина оценки прогнозных ресурсов, принимаемая исходя из доступной для отработки глубины прогнозируемого оруденения, м;  $K$  — коэффициент подобия, изменяющийся от 0,1 до 1,0, устанавливается экспертно исходя из идентичности геологических параметров, прогнозно-поисковых критериев и признаков объекта оценки и эталона.

Кроме коэффициента подобия, могут применяться и другие, отражающие специфику отдельных геолого-промышленных типов эталонных объектов, величины которых должны быть обоснованы.

Для метода аналогии могут использоваться также (статистические) геолого-промышленные модели месторождений. Вариации запасов полезных ископаемых в различных геолого-промышленных типах месторождений ограничиваются, как правило, собственными диапазонами, что позволяет скорректировать оценки, полученные через площадную (объемную) продуктивность объектов.

Количественная оценка прогнозных ресурсов категории  $P_3$  алмазов и угля имеет свои специфические особенности.

Оценка прогнозных ресурсов по алмазоносному полю (иногда району) осуществляется методом аналогии по удельной продуктивности в целом по площади, или пообъектно — по каждому перспективному на обнаружение коренного месторождения участку с их суммированием и отнесением ресурсов в целом на площадь.

Определяются геолого-тектонические условия формирования, вероятные форма и границы ожидаемого кимберлитового поля, предполагаемый возраст, глубина эрозионного среза, преобладающая морфология и ожидаемые размеры кимберлитовых тел, вероятный тип поля по уровню содержания и крупности алмазов и другие признаки, позволяющие сопоставить его с известными алмазоносными полями и выбрать поле-эталон.

Количество ожидаемых кимберлитовых тел оценивается, исходя из площади поля с учетом количества тел, приходящихся на единицу площади в эталонных объектах, а число месторождений — по процентной доле месторождений в эталонном поле.

В сравнительно хорошо изученных полях проводится пообъектная (по каждому перспективному на обнаружение кимберлитов участку) оценка ресурсов категории  $P_3$ , для чего в пределах намеченной площади выделяются все локальные участки, по комплексу или отдельным признакам (геофизические, геохимические, фотоаномалии, минералогические ореолы и др.), перспективные на обнаружение отдельных месторождений или же групп (кустов) тел.

Оценивается среди выделенных участков вероятное количество кимберлитовых тел ( $N_T$ ) с учетом надежности комплекса признаков, обосновывающих перспективы участков, для чего может быть использована формула:

$$N_T = n_1 p_1 + n_2 p_2 + \dots + n_i p_i \quad (5)$$

где  $n_i$  — количество локальных перспективных участков, на которых с вероятностью  $p_i$  ожидается кимберлитовое тело.

Вероятное количество месторождений среди ожидаемых кимберлитовых тел определяется методом аналогии (на основе данных по алмазоносности известных тел) по среднему значению доли месторождений от числа тел в эталонных полях или путем пообъектного анализа признаков алмазоносности тел.

Прогнозные ресурсы категории  $P_3$  по кимберлитовому полю подсчитываются, исходя из полученной оценки вероятного количества коренных месторождений и подсчетных параметров (площадь, глубина распространения промышленных руд, среднее содержание алмазов).

Рекомендуются следующие нижние пределы подсчетных параметров при пообъектной оценке.

Площадь прогноза для алмазоносных кимберлитовых тел, ожидаемых на локальных перспективных участках — это средняя площадь известных в данном кимберлитовом поле (или районе) трубочных тел, а при отсутствии достаточных данных в слабо изученных полях — средняя площадь сечения трубок в подобных эталонных полях (обычно 30–50 тыс. м<sup>2</sup>). При пообъектной оценке ресурсов можно также учитывать площади геофизических и фотоаномалий на ожидаемых месторождениях.

Глубина прогноза ресурсов ожидаемых алмазоносных кимберлитовых трубок зависит от их морфологии (овальные, линзовидные в плане), размеров и степени эродированности. В новых, слабоизученных полях (особенно линейного типа) целесообразно давать осторожную оценку глубины — 200 м, в сравнительно хорошо изученных — до 400 м.

Содержание алмазов в ожидаемых на локальных перспективных участках телах принимается по известным полям с промышленными месторождениями в соответствии с условиями для подобных месторождений, а в случае отдаленной перспективы освоения — с понижающим коэффициентом, учитывающим тренд снижения кондиций за предыдущие годы, но не ниже 0,1 кар/т (при преобладании крупных камней). В новых слабоизученных полях можно принимать в расчете на дальнюю перспективу освоения за нижний предел промышленного содержания 0,3 кар/т — среднее содержание алмазов большинства разрабатываемых мировых месторождений с алмазами среднего качества (по крупности и выходу ювелирных камней).

Количественная оценка прогнозных ресурсов категории  $P_3$  новых потенциально алмазоносных кимберлитовых полей (иногда районов) осуществляется методом аналогии с оценкой ресурсов по удельной продуктивности подобных эталонных полей. Процедура оценки ресурсов следующая.

На основе анализа тектонического районирования кристаллического фундамента, геолого-структурных условий района, возраста кимберлитов, глубины их эрозионного среза, условий денудации и концентрации продуктов их разрушения, в том числе минералов-индикаторов и алмазов в современных и древних отложениях, и других прогнозных критериев выбираются эталоны известных кимберлитовых полей. Статистически определяется средняя удельная продуктивность (в тысячах карат на квадратный километр площади эталонов без учета уникальных месторождений), которая и учитывается с коэффициентом надежности менее 1,0 (по экспертной оценке) при подсчете прогнозных ресурсов категории  $P_3$  по новому прогнозируемому полю.

Полученные таким образом оценки прогнозных ресурсов категории  $P_3$  приближительны и обусловлены обычно слабой специализированной изученностью новых территорий. Тем не менее, эти оценки позволяют в первом приближении сопоставить перспективы алмазоносности различных площадей между собой и определить их приоритетность по очередности опоскования.



При количественной оценке прогнозных ресурсов категории  $P_3$  угля, как и по другим полезным ископаемым, допускается использование разнообразных методов и приемов — от условных экспертных оценок до прямых расчетов. Их выбор зависит от уровня изученности соответствующих площадей и типа исходной информации, однако, чаще всего используется метод аналогии (в угольной геологии его часто называют геолого-статистическим), заключающийся в распространении на прогнозируемую площадь усредненных данных (коэффициентов угленосности, углеплотности, мощности суммарного угольного пласта), полученных на разведанном (в редких случаях — оцененном) или эксплуатируемом месторождении-аналоге.

Оценка прогнозных ресурсов углей при использовании геолого-статистического метода производится по одной из следующих формул:

$$Q = k \cdot S \cdot m \cdot d_a^r \quad (6)$$

$$Q = k \cdot V \cdot q \cdot d_a^r \quad (7)$$

$$Q = k \cdot S \cdot p \quad (8)$$

где  $Q$  — прогнозные ресурсы;  $k$  — понижающий коэффициент;  $S$  — площадь оценки;  $m$  — мощность суммарного пласта объекта-аналога;  $V$  — объем продуктивной толщи на площади оценки;  $q$  — коэффициент угленосности объекта-аналога (отношение суммарной мощности угольных пластов к мощности угленосных отложений);  $p$  — углеплотность объекта-аналога (отношение запасов и ресурсов углей к площади их подсчета);  $d_a^r$  — кажущаяся плотность (объемная масса) углей.

Ресурсы категории  $P_3$  получают положительную геолого-экономическую оценку, если их масштабы и качество свидетельствуют о возможности открытия на территории прогноза, при учете её географо-экономических условий, промышленно значимого месторождения. Исходя из вероятных параметров месторождений, которые предполагается обнаружить, и требований к тому, что эти месторождения не должны быть меньше по размеру и хуже по качеству такого объекта, который ещё можно считать промышленно значимым в географо-экономических условиях рассматриваемого района, принимается решение о перспективности локализованных прогнозных ресурсов категории  $P_3$ .

## Прогнозные ресурсы категории $P_2$

Количественная оценка прогнозных ресурсов категории  $P_2$  основывается на критериях и признаках в общем плане сходных с теми, которые используются для прогнозных ресурсов категории  $P_1$ . Основное их отличие — в уровне достоверности, определяемой различной представительностью и объемом исходной информации, в связи с более ранними стадиями геологоразведочных работ, и в другом иерархическом уровне объектов оценки: проявление вместо тела полезного ископаемого.



Прогнозные ресурсы категории  $P_2$  учитывают возможность обнаружения на перспективной площади (с прогнозными ресурсами категории  $P_3$ ) потенциальных месторождений, предполагаемое наличие которых основывается на: особенностях геологического строения территории, положительной оценке конкретных проявлений полезного ископаемого; характере, размерах и количестве геофизических, геохимических и других аномалий, природа и возможная перспективность которых подтверждены ограниченными пересечениями.

В основе количественной оценки прогнозных ресурсов лежат представления о форме, размерах, условиях залегания, сложности геологического строения тел полезного ископаемого, их минеральном и элементном составе, качестве и возможном технологическом типе, полученные по комплексу прямых и косвенных признаков, по данным опробования, а также по аналогии с известными месторождениями того же геолого-промышленного типа. Прогнозные ресурсы, как правило, оцениваются при прогнозно-поисковых (частично) и целевых поисковых работах масштаба 1:50 000. Обязательным условием является их привязка к локальным площадям, участкам и возможным месторождениям.

При производстве геологоразведочных работ по совокупности геологических, геофизических, геохимических и других данных, ограниченному количеству пересечений необходимо установить: геологические структуры, вмещающие продуктивные толщи; наличие полезного ископаемого, представляющего промышленный интерес; условия его залегания и качество.

При проведении целевых поисковых работ масштаба 1:50 000 производится оконтуривание перспективных площадей, локализация в их пределах поисковых участков с прямыми и косвенными признаками и перспективными проявлениями полезных, подсчитывается количество прогнозных ресурсов.

При более детальных работах, в общих случаях масштаба 1:10 000 (1:25 000), проводится оконтуривание перспективных участков с предполагаемыми месторождениями и проявлениями полезных ископаемых, определяется количество прогнозных ресурсов категории  $P_2$  (частично  $P_1$ ).

В целом, объектами оценки являются потенциальные рудные поля с предполагаемыми месторождениями при наличии прямых и косвенных признаков полезного ископаемого, расположенные на новых площадях и неизученных участках известных рудных полей.

Прогнозные ресурсы категории  $P_2$  оконтуриваются по оценочным параметрам, установленным укрупненными расчетами ожидаемых технико-экономических показателей освоения возможного месторождения с использованием метода аналогии или на основании разведочных кондиций объекта-аналога (либо разведанного месторождения), утвержденных в установленном порядке и скорректированных, при необходимости, на различия в географо-экономическом положении объекта оценки, возможных технологиях добычи и переработки полезного ископаемого, ценах на минеральное сырьё.

Для количественной оценки прогнозных ресурсов категории  $P_2$  необходимо:

- обосновать геолого-промышленный тип возможного месторождения;
- оконтурить по результатам геологических, геофизических, геохимических и

других исследований перспективную площадь, которая отвечает металлогеническому таксону ранга рудное поле;

- вскрыть не менее чем в 2-х-3-х профилях горными работами (канавы, траншеи, шурфы, расчистки, коренные выходы в естественных обнажениях) и скважинами наиболее перспективные поисковые участки (аномалии) в их эпицентрах;
- заверить объекты, перекрытые чехлом рыхлых отложений повышенной мощности, бурением в одном профиле в эпицентре перспективной площади;
- определить качество полезного ископаемого по результатам опробования естественных обнажений, горных выработок, скважин и лабораторных исследований (методами, применяемыми при подсчете запасов);
- обосновать предполагаемые размеры, форму, мощность, условия и глубину залегания тел полезного ископаемого, приуроченность к определенным геологическим структурам на основании прямых и косвенных признаков или по аналогии с известными месторождениями того же геолого-промышленного типа.

Оконтуривание прогнозных ресурсов предполагает установление основных геологических факторов, контролирующих пространственное расположение полезного ископаемого в плане и разрезе, что производится по данным геологического картирования, изучения и опробования коренных обнажений, буровых, горных, геофизических, геохимических и других видов работ, методами экстраполяции по совокупности геологических критериев и признаков, контурам аномалий различной природы, естественным геологическим границам, результатам опробования.

Количество прогнозных ресурсов подсчитывается прямыми методами по результатам буровых и горных работ, геологических, геофизических, геохимических, геоморфологических (для россыпей) и других видов исследований, опробования и изучения качества полезного ископаемого с учетом способа и предельно допустимой глубины его отработки. Широко применяется коэффициент рудоносности по мощности, протяженности, площади и объему, в связи с ограничением возможности геометризации тел полезного ископаемого. Основа количественной оценки — все возможные прямые и косвенные критерии и признаки, указывающие на наличие полезного ископаемого, по своим свойствам отвечающего принятым оценочным параметрам.

Для слабо изученных площадей определение прогнозных ресурсов категории  $P_2$  производится через удельную продуктивность изученного близкого по аналогии рудного поля с разведанными промышленно значимыми месторождениями (месторождением) того же (либо близкого) геолого-промышленного типа с введением, в необходимых случаях, коэффициента подобия.

Прогнозные ресурсы россыпных проявлений в речных долинах оцениваются по единичным профилям поисковых линий либо выработкам. В силу того, что в слабо изученных долинах отсутствуют месторождения, величины поправочных коэффициентов и ожидаемые средние содержания обычно уменьшается в 1,3–1,7 раза. При выборе поправочных коэффициентов в границах указанного интервала рекомендуется учитывать эм-

пирическую закономерность — чем выше средние содержания, полученные по данным поисковых работ, тем меньшая поправка используется при расчетах прогнозных ресурсов.

Количественная оценка прогнозных ресурсов категории  $P_2$  алмазов по новому вскрытому кимберлитовому (лампроитовому) телу основывается на конкретных геофизических и геологических данных о его форме, размерах, составе и алмазоносности. В связи с ограниченностью и недостаточной полнотой исходных данных, необходимые параметры уточняются методом аналогии, сравнением с параметрами подобных известных алмазоносных тел данного или аналогичного поля. При этом определяются:

- форма тела (трубка, дайка) и морфологический тип трубки (овальная с каналом центрального типа или линзовидная с каналом трещинного типа);
- величина эрозионного среза, возможное наличие кратерной части трубки и характерных для нее «эпигенетических» кимберлитовых туфов, туфогенно-осадочных пород;
- разновидности руд, слагающих тело, их вещественный состав и состав минералов-индикаторов, сходство с разновидностями руд известных алмазоносных тел поля;
- группа, к которой может быть отнесено ожидаемое месторождение по размерам, уровню содержания, крупности алмазов, выходу ювелирных камней и др.

Рекомендуются следующие нижние пределы подсчетных параметров прогнозных ресурсов категории  $P_2$ .

Площадь прогноза — среднее сечение трубки или средняя мощность и протяженность дайки в пределах глубины оценки прогнозных ресурсов. Площадь горизонтального сечения трубки на поверхности по контуру геофизической аномалии, либо по  $2/3$  площади близкой к изометричной фотоаномалии, или по данным оконтуривания редкими выработками. Средняя площадь сечения трубки в пределах глубины оценки ресурсов определяется по аналогии с известными подобными телами данного кимберлитового поля, а в новых полях — принимается равной  $2/3$  площади сечения поверхности для трубок, близких к изометричным с каналом центрального типа, и  $1/3$  — для линзовидных в плане трубок с каналом трещинного типа.

Глубина прогноза зависит от глубины безубыточной разработки месторождения. В известных кимберлитовых полях она может быть определена для каждого нового тела по аналогии с проектной глубиной разработки подобных разведанных и эксплуатируемых месторождений. В новых полях глубину прогноза ресурсов целесообразно ограничить глубиной вероятной открытой отработки трубок — 300–600 м и для даек и жил с раздувами 50–100 м.

Содержание алмазов в кимберлитовых телах оценивается по данным опробования кимберлитов, если оно проведено, или прилегающих рыхлых отложений в редких выработках; в качестве дополнительных признаков могут быть учтены косвенные критерии алмазоносности (минералогические, петрохимические и др.). Прогнозные ресурсы категории  $P_2$  в новых районах и полях определяются только по алмазоносным кимберли-

товым телам с общим содержанием алмазов около 0,3 кар/т и более, или более 0,1 кар/т для алмазов крупнее 1 карата. В полях с известными промышленными месторождениями для тел первоочередного освоения ресурсы подсчитываются при содержании алмазов, близком или превышающем значения кондиций.

Сказанное относится, прежде всего, к высококонтрастным и слабоалмазоносным полям. В случае высоко- и среднеалмазоносных полей, когда в пределах поля уже известны алмазоносные (высоко- или низко-) диатремы; вокруг этих диатрем выделены комплексные аномалии ранга куста кимберлитовых тел; в пределах поля установлены новые аномалии ранга куста, где кимберлитовые тела еще не обнаружены, но установлены ореолы рассеяния минералов-индикаторов ближнего сноса, алмазы и локальные геофизические аномалии трубочного типа, возможна оценка ресурсов категории  $P_2$  этих еще не выявленных тел в прогнозируемых кустах методом аналогии.

Прогнозные ресурсы углей категории  $P_2$  учитывают возможность обнаружения в угольных бассейнах и угленосных районах новых потенциальных месторождений, предполагаемое наличие которых основывается на положительной оценке конкретных углепроявлений, особенностях геологического строения территории, характере, размерах и количестве геофизических аномалий, природа и возможная перспективность которых подтверждены ограниченным количеством пластопересечений угольных пластов.

Прогнозные ресурсы угля должны иметь привязку к локальным площадям и потенциальным месторождениям (участкам, шахтным полям), выявленным при крупномасштабных геологических съемках, при целевых прогнозно-поисковых работах масштаба 1:50 000, выполняемых на другие виды полезных ископаемых и при поисковых работах на уголь.

При проведении поисковых работ на уголь по единичным пластопересечениям должны быть: околтурены перспективные площади (по площади и глубине), локализованы в их пределах перспективные углепроявления (поисковые участки) с благоприятными прямыми и косвенными признаками, установлены мощности углевмещающей толщи, выявлены угольные пласты рабочей мощности, изучены условия их залегания и качество; подсчитаны прогнозные ресурсы углей категорий  $P_2$  (частично  $P_1$ ).

Для решения перечисленных задач используется комплекс работ, включающий проходку горных выработок и бурение скважин, наземные геофизические исследования (в случае небольших мощностей, перекрывающих угольную залежь отложений), опробование и изучение качества угля.

При такой детальности геологоразведочных работ по совокупности геологических, геофизических, геохимических и других данных и ограниченному количеству пересечений должны быть установлены: геологические структуры, вмещающие продуктивные толщи; наличие угля, представляющего промышленный интерес в соответствии с современными требованиями угольной промышленности; условия его залегания и качество.

На поисковых работах в зависимости от объема получаемой информации и размеров площади объекта возможно по единичным пластопересечениям определить про-

гнозные ресурсы категории  $P_1$ , а на площадях, в пределах которых угольные пласты не вскрывались разведочными выработками, но непосредственно примыкают к ресурсам категории  $P_1$ , определить прогнозные ресурсы категории  $P_2$ .

В целом, объектами локализации и оценки прогнозных ресурсов категории  $P_2$  при наличии прямых и косвенных признаков угленосности могут быть потенциальные угольные месторождения, расположенные на новых площадях, на неизученных участках известных месторождений (участков, шахтных полей) и на неизученных участках, в пределах которых предполагаемые угольные залежи не вскрывались и отсутствуют разведанные запасы.

Оконтуривание и количественная оценка прогнозных ресурсов угля, квалифицируемых в основном по категории  $P_2$ , производится по результатам горных, буровых и геофизических работ, геологических, геофизических, геохимических, геоморфологических и других видов исследований методами ограниченной и неограниченной экстраполяции с учетом способа и предельно допустимой глубины их отработки.

В освоенных районах на потенциальных месторождениях для подземной отработки локализацию ресурсов категории  $P_2$  рекомендуется проводить методами ограниченной экстраполяции; для открытых работ — с учётом расчетных данных коэффициентов вскрыши. Оценка ресурсов по наиболее хорошо изученной части площади производится методом среднего арифметического, по остальным частям — геолого-статистическим методом.

Сущность метода среднего арифметического заключается в приведении формы угольной залежи на оцениваемой площади к призме с постоянной высотой, соответствующей ее усредненной мощности. Оценка прогнозных ресурсов производится по формуле:

$$Q = k \cdot S \cdot m_{cp} \cdot d_a^r \quad (9)$$

где  $k$  — понижающий коэффициент;  $S$  — площадь оценки;  $m_{cp}$  — среднеарифметическое значение мощности угольной залежи по выработкам;  $d_a^r$  — кажущаяся плотность (объемная масса) углей.

Для слабо изученных углепроявлений оценка прогнозных ресурсов категории  $P_2$  производится через удельную продуктивность разведанного промышленно значимого месторождения того же геолого-промышленного типа.

Количество оцененных прогнозных ресурсов угля по категориям  $P_2$  (и  $P_1$ ) на стадии поисковых работ на выявленных углепроявлениях должно обеспечить работу как минимум одного добывающего предприятия.

Оценочные параметры кондиций, по которым локализуются прогнозные ресурсы категории  $P_2$ , устанавливаются укрупненными расчетами ожидаемых технико-экономических показателей освоения потенциального месторождения с использованием метода аналогии или на основании разведочных кондиций объекта-аналога того же геолого-промышленного типа, утвержденных в установленном порядке и скорректированных, при необходимости, на различия в географо-экономическом положении, возможных технологий добычи и переработки полезного ископаемого, ценах на сырьё и т. д.

Для геолого-экономической оценки принимаются в качестве оценочных следующие параметры:

- на новых площадях — минимальная мощность угольного пласта (для подземной отработки не менее 0,7 м, для открытой — не менее 1,0 м), включаемая в контур оценки прогнозных ресурсов, и максимальная зольность угля, удовлетворяющая потребителя (с учетом обогащения на последующих стадиях оценки);
- на флангах и глубоких горизонтах эксплуатируемых месторождений рекомендуется принимать параметры эксплуатационных кондиций действующих предприятий;
- для открытой отработки угольных пластов дополнительным параметром оценочных кондиций является коэффициент вскрыши, который для эффективного освоения потенциального месторождения не должен превышать 10 м<sup>3</sup>/т (реже — 15 м<sup>3</sup>/т).

Принимаемые для геолого-экономической оценки параметры кондиций должны отвечать современным требованиям прогрессивных и ресурсосберегающих технологических схем отработки и обеспечивать рациональное использование недр и охрану окружающей среды, безопасные условия труда, высокую концентрацию горных работ, максимальную производительность труда и высокую экономическую эффективность.

## Прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>

Прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub> оцениваются по результатам крупномасштабных целевых поисковых (частично), оценочных и разведочных работ и учитывают возможность:

- выявления новых тел полезного ископаемого;
- расширения границ распространения полезного ископаемого за контуры запасов категории С<sub>2</sub>.

Объектами оценки являются:

- тела полезного ископаемого, вскрытые в естественном залегании, степень изученности которых недостаточна для подсчета запасов категории С<sub>2</sub>;
- фланги и глубокие горизонты месторождений за контурами запасов категории С<sub>2</sub>.

Прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub> выделяются:

- на новых объектах согласно оценочным параметрам, которые устанавливаются на основании укрупненных расчетов, с использованием аналогии, ожидаемых технико-экономических показателей освоения возможного месторождения или на основании утвержденных в установленном порядке временных и постоянных разведочных кондиций месторождения-аналога того же геолого-промышленного типа, скорректированных, при необходимости, с учетом географо-эконо-



мического положения и индивидуальных геологических особенностей нового объекта, изменений цен на минеральное сырье, издержек горнодобывающего и перерабатывающего производств;

- на разведанных и разведываемых месторождениях согласно временным и постоянным разведочным кондициям, утвержденным в установленном порядке.

Оценочные параметры для расчета прогнозных ресурсов должны включать: критерии выделения геологических границ тел полезного ископаемого по мощности, а при отсутствии границ — бортовое содержание полезного компонента в пробе (натуральное или условное); минимальную мощность тел полезного ископаемого; максимальную мощность прослоев пустых пород; минимальное среднее для новых тел, (минимальное промышленное для месторождений) содержание полезного компонента, а также другие показатели, отражающие специфику оценки различных видов твердых полезных ископаемых. Помимо определения общего количества прогнозных ресурсов в оценочных параметрах предусматривается целесообразность отдельного их выделения в зависимости от способа отработки и, при наличии данных, технологических типов полезного ископаемого.

На новых объектах (перспективных участках) прогнозные ресурсы категории  $P_1$  оцениваются укрупненными блоками по конкретным геометризованным телам полезного ископаемого последовательным определением их подсчетных параметров, а при невозможности геометризации тел — статистически в обобщенном контуре с использованием коэффициента рудоносности. В основу оценки принимаются данные о количестве, размерах, условиях залегания тел полезного ископаемого и его качестве, полученные в результате горных и буровых работ, различных видов опробования, лабораторного изучения, геологических, геофизических, геохимических, геоморфологических (для россыпей) и других исследований. Расположение, количество, расстояние между точками наблюдений, рациональное комплексирование различных видов работ, методы опробования и исследований, принципы экстраполяции данных определяются геолого-промышленным типом и предполагаемой группой сложности геологического строения прогнозируемого месторождения, морфологическим типом ожидаемых тел полезного ископаемого с учетом накопленного в стране опыта прогнозной оценки.

Для оценки прогнозных ресурсов категории  $P_1$  на новых объектах необходимо:

- установить геолого-промышленный тип ожидаемого месторождения, обуславливающий масштабы, особенности геологического строения, условий залегания, качества, минерального и элементного состава тел полезного ископаемого;
- предварительно определить контуры тел полезного ископаемого с пространственной привязкой элементов их строения и вещественного состава, с отображением на картах, планах и разрезах возможного расположения и морфологии, закономерностей размещения и изменения концентраций полезных (и вредных) компонентов и геологических факторов их контроля, положения структурно-тектонических, стратиграфических, литолого-петрографических и других геологических границ, контуров запасов (при наличии) и прогнозных ресурсов;



- обосновать прогноз распространения полезного ископаемого на доступную для отработки глубину и предполагаемые горнотехнические условия освоения;
- предположить группу сложности геологического строения возможного месторождения;
- определить средние значения мощности тел полезного ископаемого, содержания основных и попутных полезных компонентов, объемной массы и других необходимых подсчетных показателей;
- предварительно оценить технологические свойства полезного ископаемого с использованием современных аналитических методов;
- использовать достоверную исходную информацию, включающую: инструментальную привязку точек наблюдения и опробования полезного ископаемого, инклинометрию буровых скважин, определение качества полезного ископаемого и других параметров оценки методами, которые применяются при подсчете запасов, проведение и обработку внутреннего и внешнего геологического контроля аналитических работ;
- предварительно оценить гидрогеологические и инженерно-геологические условия, если они влияют на промышленную значимость полезного ископаемого (например, уран, золото и медь для подземного выщелачивания);
- обосновать оценочные параметры укрупненными технико-экономическими расчетами или по аналогии с условиями месторождения того же геолого-промышленного типа, находящегося в сходных географо-экономических и горно-геологических условиях.

Границы прогнозных ресурсов категории  $P_1$  геометризуются с помощью геологической экстраполяции, величина которой подтверждается данными буровых, горных, геофизических, геохимических или других видов работ, опробованием выходов полезного ископаемого в коренном залегании на дневную поверхность, геолого-структурными, литолого-петрографическими, минералого-геохимическими, геоморфологическими и другими построениями, обосновывающими площадь и глубину распространения полезного ископаемого, отвечающего принятым оценочным параметрам. Определение глубины оценки возможно также по аналогии с более детально изученными телами на прогнозируемом объекте или с месторождениями того же геолого-промышленного типа в других районах. В качестве контура блока оценки прогнозных ресурсов принимается естественная или условная граница тела полезного ископаемого, внутри которой полезное ископаемое соответствует требованиям принятых оценочных параметров. При оконтуривании блоков и определении количества прогнозных ресурсов учитываются также предполагаемые технологические различия (при необходимости), морфология тел и распределение качества полезного ископаемого.

Основные способы геометризации прогнозных ресурсов категории  $P_1$  — геологическими блоками, в качестве которых выступают отдельные тела полезного ископаемого, их сближенные группы или крупные участки тел, отвечающие требованиям к

однородности распределения свойств полезного ископаемого, горизонтальными или вертикальными сечениями.

Параметры прогнозных ресурсов категории  $P_1$  в геометризованном объеме устанавливаются по результатам геологической документации, опробования, геофизических и геохимических исследований полезного ископаемого в естественных обнажениях, горных выработках и скважинах с использованием методов, принципов, подходов и приемов, применяемых при подсчете запасов категории  $C_2$  месторождений аналогичного геолого-промышленного типа, а также с учетом более редкой и неравномерной сети наблюдений с разряжением не более, чем в 2–4 раза в зависимости от сложности геологического строения прогнозируемого объекта. Применение каких-либо повышающих или понижающих качество или количество прогнозных ресурсов коэффициентов (за исключением коэффициента рудоносности) не рекомендуется.

Подсчет прогнозных ресурсов категории  $P_1$  проводится в следующей последовательности:

1. На картах, разрезах и планах отражается геологическое строение проявления с выделением элементов, контролирующих размещение тел полезного ископаемого;
2. Обосновываются оценочные параметры и метод определения количества прогнозных ресурсов;
3. На графических приложениях (вертикальные, горизонтальные, продольные проекции тел полезного ископаемого, вертикальные разрезы), согласно выбранному методу подсчета, оценочным параметрам, точкам наблюдений, геологическим, геофизическим, геохимическим и другим данным, глубине подсчета и методам экстраполяции отстраиваются контуры, определяются формы и размеры тел полезного ископаемого; для россыпей предварительно оценивается группа по сложности строения продуктивного пласта с учетом среднего соотношения положительных (ПЭН) и Отрицательных (ОЭН) элементов неоднородности;
4. Вычисляется по имеющимся данным опробования горных выработок, скважин и геологических наблюдений среднее содержание полезного компонента, мощность тела полезного ископаемого, объемная масса и другие, необходимые для подсчета параметры; проводится выявление и анализ возможного влияния ураганных проб на количество и качество прогнозных ресурсов (с учетом количества проб, участвующих в подсчете прогнозных ресурсов);
5. Определяется количество прогнозных ресурсов по каждому телу полезного ископаемого и суммарное по объекту.

На разведанных и разведываемых месторождениях прогнозные ресурсы категории  $P_1$  оцениваются при наличии характерных геофизических и геохимических аномалий, литолого-стратиграфических, тектоно-магматических, петрологических, минерагенических, геоморфологических (россыпи), палеогеографических и других признаков, подтверждающих возможное присутствие промышленных тел полезного ископаемого. Параметры

прогнозных ресурсов по таким телам устанавливаются на основании геологической экстраполяции результатов, полученных на том же месторождении при подсчете запасов, с учетом известных геологических, геофизических, геохимических и других данных, морфологии тел, минеральных, технологических типов и сортов полезного ископаемого, тенденций в изменении параметров количественной оценки на фланги и глубину.

Подсчет прогнозных ресурсов на флангах и глубоких горизонтах месторождений проводится в следующей последовательности:

1. В пределах контура подсчитанных запасов анализируются данные о параметрах тел полезного ископаемого и геологических факторах, обуславливающих особенности их изменения по латерали и вертикали, определяется морфоструктурная (россыпи), минералого-геохимическая, метасоматическая и другие необходимые типы зональности, глубина эрозионного среза месторождения;
2. Анализируется геологическая структура, выделяются зоны, в различной степени благоприятные для локализации тел полезного ископаемого, производится дифференциация зон по минеральным и технологическим типам, морфологии тел полезного ископаемого;
3. Определяется возможная суммарная протяженность предполагаемых тел полезного ископаемого (по разведочным, геологическим, геохимическим и другим данным) с учетом различия их по морфологии и качеству, а для россыпей — по строению продуктивного пласта (ПЭН и ОЭН);
4. Рассчитываются по параметрам запасов средние показатели (содержание полезного компонента, мощность, объемная масса и т.д.) тел полезного ископаемого различной морфологии и качества;
5. Корректируются полученные средние показатели (уменьшаются или увеличиваются) с учетом подобия геологической обстановки нахождения и наличия фактических пересечений полезного ископаемого на флангах и глубоких горизонтах месторождения;
6. Экстраполируются средние показатели на возможную суммарную длину предполагаемых тел полезного ископаемого, подсчитывается общее количество полезного ископаемого на 1 м глубины с учетом технологических типов и морфологии тел полезного ископаемого;
7. Определяется возможная глубина распространения полезного ископаемого с учетом структурно-поисковых скважин, геологических, геофизических, геохимических и других исследований;
8. Подсчитываются прогнозные ресурсы на флангах и глубоких горизонтах месторождения исходя из их количества на 1 м глубины по суммарной протяженности предполагаемых тел и принятой возможной глубины распространения полезного ископаемого.

Количественная оценка прогнозных ресурсов категории  $P_1$  алмазов осуществляется методами прямого расчета и экстраполяции подсчетных параметров на фланги и глубину

разведанных и разведываемых месторождений, а также на всю площадь новых алмазоносных тел или разновидностей руд (рудных столбов), положительно оцененных на стадии оценочных работ. Основными оценочными параметрами категории  $P_1$  являются площадь, глубина прогноза и содержание алмазов при учете объемной массы руд, качества алмазов, ожидаемой крупности, сортности и цены одного карата.

Площадь прогноза определяется как среднее значение площади горизонтального сечения трубки (рудного столба) в интервале глубин оценки. Для флангов и глубоких горизонтов разведанных и разведываемых месторождений она оценивается по данным предварительного оконтуривания трубки в горизонтальном сечении и экстраполяции ее границ до принятой глубины прогноза ресурсов. Экстраполяция границ трубок осуществляется с учетом углов их падения на глубину по разведочным разрезам с последующим построением погоризонтных планов.

Для новых трубок площадь на поверхности определяется по геофизическим данным и редким выработкам, вскрывшим и оконтурившим кимберлиты, площадь на глубине прогноза — путем экстраполяции при наличии данных об углах наклона границ трубки. В случаях, когда такие данные отсутствуют, ими задаются, исходя из аналогии с подобными по морфологии известными трубками того же поля. При этом учитывается, какая часть трубки оценивается – выположенная раструбная или крутопадающая канальная. Если данные о вероятной морфологии тела полностью отсутствуют, площадь прогноза в интервале глубин оценки ресурсов принимается уменьшенной относительно площади поверхности: для округлых или овальных в плане трубок — на 20–30%, для линзовидных в плане трубок — на 40–60%.

Глубина оценки ресурсов категории  $P_1$  различна. Для разведанных трубок она определяется по известному характеру уменьшения сечения трубки, а также глубиной ее перехода в жилу с раздувом. Для крупных трубок, округлых и овальных в плане, максимальная глубина оценки ресурсов достигает 1000 и даже 1500 м. Для небольших округлых, овальных трубок и особенно линзовидных в плане тел максимальные глубины оценки ресурсов уменьшаются, такие трубки переходят в жильные тела с раздувами на глубинах обычно от 200 до 800 м. Ограничение глубины оценки в связи с явным падением содержания алмазов по вертикали случается редко при резкой смене руд в прикорневых частях диатрем.

Оценка ресурсов новых трубок, положительно оцененных на стадии оценочных работ, на большие глубины затруднена из-за отсутствия надежных данных о морфологии, углах склонения трубок, их внутреннем строении и алмазоносности. Поэтому прогнозные ресурсы категории  $P_1$  для новых, предварительно изученных трубок определяются до средних глубин, включая глубину возможной открытой разработки и двух-трех 100–150-метровых ниже расположенных этажей, разведка которых обеспечит обоснование для подземной разработки месторождения. В зависимости от ожидаемого морфологического типа и размера трубок, рекомендуются следующие глубины прогноза:

- для округлых, овальных в плане трубок (рудных столбов), крупных по размеру — 600–800 м, средних — 300–600 м;

- для линзовидных в плане трубок (рудных столбов), крупных по размеру — 400–600 м, средних — 200–400 м;
- для мелких по размеру трубок и крупных жильных тел с раздувами — 100–200 м.

Приведенные параметры глубины прогноза ресурсов категории  $P_1$  на разведанных (разведываемых) и новых предварительно изученных кимберлитовых трубках следует рассматривать как ориентировочные пределы глубины прогноза. Для каждого конкретного месторождения необходимо учитывать все имеющиеся геолого-геофизические данные и результаты опробования, позволяющие обосновать рациональную глубину прогнозирования ресурсов. При обосновании последней и планирования на этой основе глубины разведки месторождения необходимо учитывать, что себестоимость производства одного карата алмазов при подземной разработке резко увеличивается, кондиции ужесточаются.

Содержание алмазов в блоке подсчета прогнозных ресурсов должно оцениваться по данным представительного опробования, обеспечивающего допустимую его погрешность по доминирующим классам крупности и возможность судить о характере изменчивости алмазоносности по типам руд и на глубину.

Для разведанных с поверхности месторождений содержание алмазов в нижележащем неопробованном блоке принимается равным среднему содержанию в вышележащем опробованном, и только в самом нижнем прикорневом участке трубки — на 20–30% ниже среднего содержания в вышележащих горизонтах средней ее части. Такое снижение оценки страхует от ошибки, связанной с возможным присутствием на глубине неучтенных слабоалмазоносных интрузивных разновидностей кимберлитов и/или рифов вмещающих пород.

Если в оцениваемом блоке имеются, хотя бы одиночные опробованные скважины, содержание определяют по ним с поправкой на недоизвлечение крупных и части средних (–4+2 мм) камней по данным разработки или горной разведки месторождения, а на новых трубках — графо-аналитическим способом. В первом случае по данным керновых проб определяется содержание мелких (0,5–2 мм) алмазов, а по данным добычи или контрольного крупнообъемного опробования — содержание относительно крупных (+2 мм) алмазов. К оценке содержания алмазов класса –2+0,5 мм добавляются оценки содержания алмазов классов –8+4 мм и –4+2 мм. Отношение общего содержания к содержанию алмазов класса –2+0,5 мм служит поправочным коэффициентом. Применение его может повысить оценку содержания: для месторождений с мелкими алмазами в 1,1–1,3 раза, с алмазами средней крупности — 1,3–1,5 раза. За нижний предел содержания принимаются значения действующих кондиций, а при освоении ресурсов в далекой перспективе — с понижающим коэффициентом, учитывающим вероятную величину их снижения.

Качество алмазов, в частности, выход крупных (+4 мм) ювелирных камней, а также стоимость одного карата для разведанных (разведываемых) месторождений, принимаются при прогнозной оценке ресурсов на глубину аналогичными их оценкам по вышеле-

жащим отработанным или разведанным горизонтам. Только при появлении на глубоких горизонтах трубок новых разновидностей интрузивных кимберлитов возможно некоторое изменение качества алмазов и средней цены одного карата.

Для новых трубок, положительно оцененных по редким валовым пробам шурфов или по керну скважин, качество алмазов можно ориентировочно оценить по выходу крупных кристаллов и по аналогии с подобными месторождениями данного поля, а также по качеству алмазов в примыкающей россыпи, где оно обычно несколько выше.

Качество алмазов, в частности, содержание крупных и ювелирных камней, существенно влияют на стоимость одного карата и оценку минимально промышленного содержания, которое снижается с увеличением качества алмазов. За рубежом эксплуатируются коренные месторождения с крупными (средняя масса 30–60 мг), ювелирными (выход 40–60%) камнями при содержании 0,2–0,1 кар./т. Вероятно, и среди отечественных кимберлитовых тел могут быть обнаружены подобные месторождения, имеющие промышленное значение при низком (0,3–0,1 кар./т) содержании алмазов, что следует учитывать при оценке прогнозных ресурсов некоторых месторождений на стадии оценочных работ. Косвенными признаками такого месторождения могут служить находки крупных ювелирных камней в россыпи ближнего сноса.

Для месторождений с невысоким содержанием алмазов оценка средней цены одного карата алмазов обычно значительно занижается из-за недоизвлечения крупных (+ 2 мм) кристаллов. Достаточно надежное определение цены можно получить лишь по результатам изучения крупных (1–10 тысяч карат) партий алмазов при разведке и разработке месторождений. Малые партии алмазов (десятки — первые сотни карат), извлекаемые обычно при оценочных работах, с этой точки зрения непредставительны. В таких случаях необходимо введение поправочного коэффициента в оценку стоимости алмазов.

Объемная масса кимберлитовых пород в блоках подсчета прогнозных ресурсов определяется по имеющимся данным его замеров в штуфах керна одиночных глубоких скважин и путем экстраполяции оценок объемной массы руд вышележащего горизонта, с обязательным учетом закономерного увеличения их плотности с глубиной (обычно от 2,0 на поверхности до 2,3–2,5 г/см<sup>3</sup> на глубине).

Рассмотренные выше особенности оценки параметров прогнозных ресурсов коренных месторождений алмазов относятся к кимберлитовой трубке как к месторождению в целом, границами его являются контакты кимберлитов с вмещающими породами. В разведанных и разведываемых месторождениях, сложенных рудными столбами с существенно разной алмазоносностью, прогнозные ресурсы подсчитываются как сумма ресурсов рудных столбов. На новых месторождениях ресурсы подсчитываются по средним значениям параметров для месторождения в целом или, при возможности, как сумма средневзвешенных оценок по площадям рудных столбов.

Прогнозные ресурсы углей категории Р<sub>1</sub> оцениваются по результатам поисковых (частично), оценочных и разведочных работ, а также — при ревизии (переоценке) резуль-



татов ранее выполненных работ, и учитывают возможность выявления новых угольных залежей (пластов) на углепроявлениях или на флангах и глубоких горизонтах разведанных и разведываемых месторождений за контурами запасов углей категории  $C_2$ .

Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  подсчитываются:

- на новых объектах (выявленных в результате проведения геологосъемочных работ масштаба 1: 50 000, поисковых и оценочных работ), согласно оценочным параметрам, которые устанавливаются на основании укрупненных расчетов с использованием аналогии, ожидаемых технико-экономических показателей освоения возможного месторождения или на основании утвержденных в установленном порядке разведочных кондиций месторождения-аналога того же геолого-промышленного типа, скорректированных, при необходимости, с учетом индивидуальных особенностей нового объекта и изменений цен на угли;
- на разведанных и разведываемых месторождениях, согласно разведочным кондициям, утвержденным в установленном порядке.

Оценочные параметры (кондиции) должны включать: критерии выделения геологических границ угольных пластов по мощности, минимальную (истинную) мощность угольного пласта (частей пласта, подлежащих самостоятельной отработке и подсчету запасов); максимальную мощность прослоя пустых пород, добываемых совместно с углем; максимальную по пластопересечению зольность угля и другие показатели, отражающие особенности месторождений отдельных геолого-промышленных типов, согласно методическим руководствам по оценке прогнозных ресурсов углей. Оценочные параметры, помимо общей оценки, должны предусматривать целесообразность отдельного подсчета прогнозных ресурсов в зависимости от способа отработки, промышленных типов и марочного состава углей.

На новых объектах (перспективных участках) прогнозные ресурсы категории  $P_1$  оцениваются укрупненными блоками по конкретным геометризованным угольным пластам последовательным определением их оценочных параметров, а при невозможности геометризации тел — статистически в обобщенном контуре с использованием коэффициента угленосности. В основу оценки принимаются данные о количестве, размерах, условиях залегания угольных пластов и качестве угля, полученные в результате горных и буровых работ, различных видов опробования, лабораторного изучения, геологических, геофизических и других исследований. Расположение, количество, расстояние между точками наблюдений, рациональное комплексирование различных видов работ, методы опробования и исследований, принципы экстраполяции данных определяются геолого-промышленным типом и сложностью прогнозируемого месторождения, морфологическим типом ожидаемых угольных пластов.

Для геометризации прогнозных ресурсов углей категории  $P_1$  на новых объектах необходимо:

- установить геолого-промышленный тип ожидаемого месторождения, обуславливающий: масштабы, особенности геологического строения, условия залегания



ния, качество и вещественный состав углей, горнотехнические, технологические и другие условия его освоения;

- предварительно определить контуры угольных пластов с пространственной привязкой элементов их строения и качества углей, с отображением на картах, планах и разрезах возможного расположения и морфологии, положения структурно-тектонических, стратиграфических, литологических и других геологических границ, контуров прогнозных ресурсов;
- обосновать прогноз распространения угольных пластов на доступную глубину;
- определить средние значения мощности угольных пластов, зольности углей, кажущейся плотности углей и других необходимых оценочных показателей;
- предварительно оценить качество углей современными аналитическими методами, а также их технологические свойства;
- иметь достоверную исходную информацию, что подразумевает инструментальную привязку точек наблюдения и опробования угольных пластов, инклинометрию скважин, определение качества углей и других параметров оценки методами, которые применяются при подсчете запасов, проведение внутреннего и внешнего геологического контроля аналитических работ;
- обосновать оценочные параметры укрупненными технико-экономическими расчетами или по аналогии с кондициями месторождений того же геолого-промышленного типа, находящегося в сходных географо-экономических и горно-геологических условиях.

Границы прогнозных ресурсов углей категории  $P_1$  определяются геологической экстраполяцией, величина которой подтверждается данными буровых, горных, геофизических, или других видов работ, опробования выходов угольных пластов в коренном залегании на дневную поверхность, геолого-структурных, литолого-фациальных и других построений, обосновывающих площади и глубину распространения угольных пластов, отвечающих принятым оценочным параметрам. Определение глубины оценки возможно также по аналогии с более детально изученными угольными пластами на прогнозируемом объекте или с месторождениями того же геолого-промышленного типа в других районах.

В качестве способа подсчета оценки прогнозных ресурсов выступает естественная или условная граница распространения угольного пласта, внутри которой пласт соответствует требованиям принятых оценочных параметров. При оконтуривании блоков и оценке прогнозных ресурсов при необходимости учитываются марочный состав, морфология угольных пластов.

Выбор метода оценки прогнозных ресурсов углей категории  $P_1$  определяется исходя из степени сложности месторождения и выдержанности угольных пластов. На месторождениях, характеризующихся простым однородным строением (отсутствием проявлений дизъюнктивной и пликративной тектоники) и высокой степенью выдержанности мощности угольных пластов и качества углей, подсчет прогнозных ресурсов может осуществляться

методом среднего арифметического. При нарушенном залегании угольных пластов или при значительных колебаниях их мощности и качества углей ведущим способом подсчета является метод геологических блоков, заключающийся в выделении внутри пласта площадей, характеризующихся общностью основных параметров горно-геологической оценки — мощности и строения пласта, условий его залегания, степени нарушенности, качества угля. Общие прогнозные ресурсы углей пласта определяются как сумма ресурсов, оцененных в пределах каждого блока. Для оценки ресурсов углей интенсивно расщепляющихся мощных и сверхмощных угольных залежей, а также при сложном характере их дислоцированности, наиболее приемлемым является метод разрезов (сечений).

Количественная оценка прогнозных ресурсов углей категории  $P_1$  по новым объектам проводится в следующей последовательности:

1. На картах, разрезах и планах отражается геологическое строение углепроявления (месторождения) с выделением элементов, контролирующих размещение угольных пластов;
2. Обосновываются оценочные параметры и метод оценки количества прогнозных ресурсов;
3. На графических приложениях (геологические и геолого-геофизические разрезы, планы оценки прогнозных ресурсов по пластам и группам пластов), согласно методу оценки, оценочным параметрам, точкам наблюдений, геологическим, геофизическим и другим данным, глубине подсчета и методам экстраполяции, отстраиваются контуры, определяются формы и размеры угольных пластов (групп пластов);
4. Вычисляется по имеющимся данным опробования горных выработок, скважин и геологических наблюдений средняя мощность пластов, кажущаяся плотность (объемная масса) углей и другие, необходимые для оценки параметры;
5. Подсчитывается количество прогнозных ресурсов по каждому угольному пласту (группе пластов) и суммарное по объекту.

На флангах и глубоких горизонтах разведываемых и разведанных месторождений прогнозные ресурсы категории  $P_1$  оцениваются при наличии характерных геофизических аномалий, литолого-стратиграфических, тектонических, палеогеографических и других признаков, подтверждающих возможное присутствие промышленных угольных пластов. Параметры прогнозных ресурсов по таким пластам устанавливаются на основании геологической экстраполяции результатов, полученных на том же месторождении при подсчете запасов, с учетом известных геологических, геофизических и других данных, морфологии угольных пластов, тенденций в изменении оценочных параметров на фланги и глубину.

Количественная оценка прогнозных ресурсов углей категории  $P_1$  на флангах и глубоких горизонтах месторождений проводится в следующей последовательности:

1. В пределах контура оценки прогнозных ресурсов анализируются данные о параметрах угольных пластов и геологических факторах, обуславливающих особенности их изменения по латерали и вертикали;

2. Выделяются зоны в различной степени благоприятные для локализации угольных пластов, производится дифференциация зон по маркам углей, морфологии угольных пластов;
3. Определяется возможная суммарная протяженность предполагаемых угольных пластов (по разведочным, геологическим, и другим данным) с учетом различия их по морфологии и качеству;
4. По параметрам запасов определяются средние показатели (мощность, зольность, кажущаяся плотность (объемная масса и т.д.) угольных пластов различной морфологии и качества;
5. Полученные средние показатели корректируются (уменьшаются или увеличиваются) с учетом подобию геологической обстановки, нахождения и наличия фактических пересечений угольных пластов на флангах и глубоких горизонтах месторождения;
6. Определяется возможная глубина распространения угольных пластов с учетом структурно-поисковых скважин, геологических, геофизических и других исследований, аналогии с месторождениями того же геолого-промышленного типа.

## **УКРУПНЕННЫЕ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ С ПРОГНОЗНЫМИ РЕСУРСАМИ**

Основным методом геолого-экономической оценки месторождений является вариантный, область применения которого зависит от степени изученности месторождения. Сущность его заключается в анализе результатов многовариантных экономических расчетов с целью выбора оптимального варианта с позиций как экономической целесообразности, так и полноты использования сырьевой базы проектируемого горно-обогатительного предприятия.

Методические подходы к геолого-экономической оценке месторождений и способы расчета основных технико-экономических показателей их освоения (ТЭП) зависят от полноты и достоверности исходных данных. В зависимости от степени изученности объекта применяются, в основном, две методики: прямые экономические расчеты и оценка по аналогии.

Следует отметить, что в практике предпроектной оценки<sup>\*)</sup> месторождений ни один из перечисленных подходов не применяется в чистом виде. Как правило, используются их различные сочетания. Методика определения технико-экономических показателей освоения месторождения прямым расчетом с использованием конкретных (норматив-

---

<sup>\*)</sup> Под термином «предпроектная оценка» обычно понимаются стадии геолого-экономической оценки месторождения, предшествующие составлению Технического проекта (ТЭО строительства).

ных или фактических) стоимостных и эксплуатационных показателей в предпроектной оценке является основной на заключительных стадиях изучения, при подготовке ТЭО разведочных кондиций. Что касается оценки по аналогии, то этот подход применим практически на всех стадиях геологоразведочного процесса.

Приемы, которые используются при применении данного метода можно подразделить на:

- подбор конкретного объекта-аналога, показатели которого закладываются в расчеты;
- построение геолого-экономической модели-аналога с последующим обчетом параметров этой модели.

Оценка по аналогии с конкретным объектом возможна только при наличии достаточного числа апробированных проектов, среди которых можно подобрать наиболее подходящий аналог (или «типовое месторождение»). Еще одним фактором, ограничивающим ее применение, является разнообразие природных особенностей конкретных месторождений и географо-экономических характеристик районов их локализации. Поэтому оценка по аналогии не всегда в состоянии обеспечить достаточно корректные результаты. В данном случае, более эффективным является построение геолого-экономической модели-аналога на основе группировки месторождений по горно-геологическим и технологическим факторам, с учетом географо-экономических условий территории.

Расчет показателей геолого-экономической модели-аналога осуществляется аналитическим (графоаналитическим) способом с помощью формул или графиков, отражающих функциональные или корреляционные связи оценочных параметров факторов моделирования, которые позволяют корректировать проектные данные объектов-аналогов, приводя их к условиям оцениваемого объекта. Основным недостатком данного способа, ограничивающим сферу его применения, является сравнительно невысокая точность определения отдельных показателей. Но, в то же время, он дает возможность значительно упростить геолого-экономическую оценку, путем, например, широкого использования компьютерных технологий и тем самым, значительно сократить сроки ее выполнения, особенно при больших объемах работ. В зарубежной практике подобный подход, в комбинации с методом аналогий, применяется при составлении так называемого «предварительного ТЭО».

Учитывая степень изученности объектов на прогнозно-поисковой и поисково-оценочной стадиях, определение технико-экономических показателей освоения базируется на информации о прогнозных ресурсах категорий  $P_2$  и  $P_1$  и, как максимум, — о запасах категории  $C_2$  (на оцененных месторождениях). Выбор состава технико-экономических показателей и методики их расчета осуществляется в зависимости от поставленной задачи.

В таблице 4 представлена группировка способов определения технико-экономических показателей (ТЭП) по применимости на разных уровнях изученности месторождений.

**Группировка способов определения ТЭП по применимости в зависимости от уровня изученности объекта**

Способ определения	I уровень (поисковые и оценочные работы)	II уровень (разведанные месторождения)
Прямой расчет	малоприменимый	основной
Аналогия	основной	второстепенный
Аналитический (графоаналитический)	вспомогательный	редко используемый

Как указывалось выше, основной трудностью для оценки по аналогии здесь может являться подбор корректных проектов-аналогов. Одним из путей решения этой проблемы является разработанная в ЦНИГРИ оригинальная методика экспрессной (ускоренной) геолого-экономической оценки месторождений на основе многофакторных геолого-экономических моделей-аналогов. Они являются хорошим инструментом не только при оценке перспектив сырьевой базы регионов, но и позволяют ориентировать поисковые работы на выявление перспективных в экономическом отношении объектов.

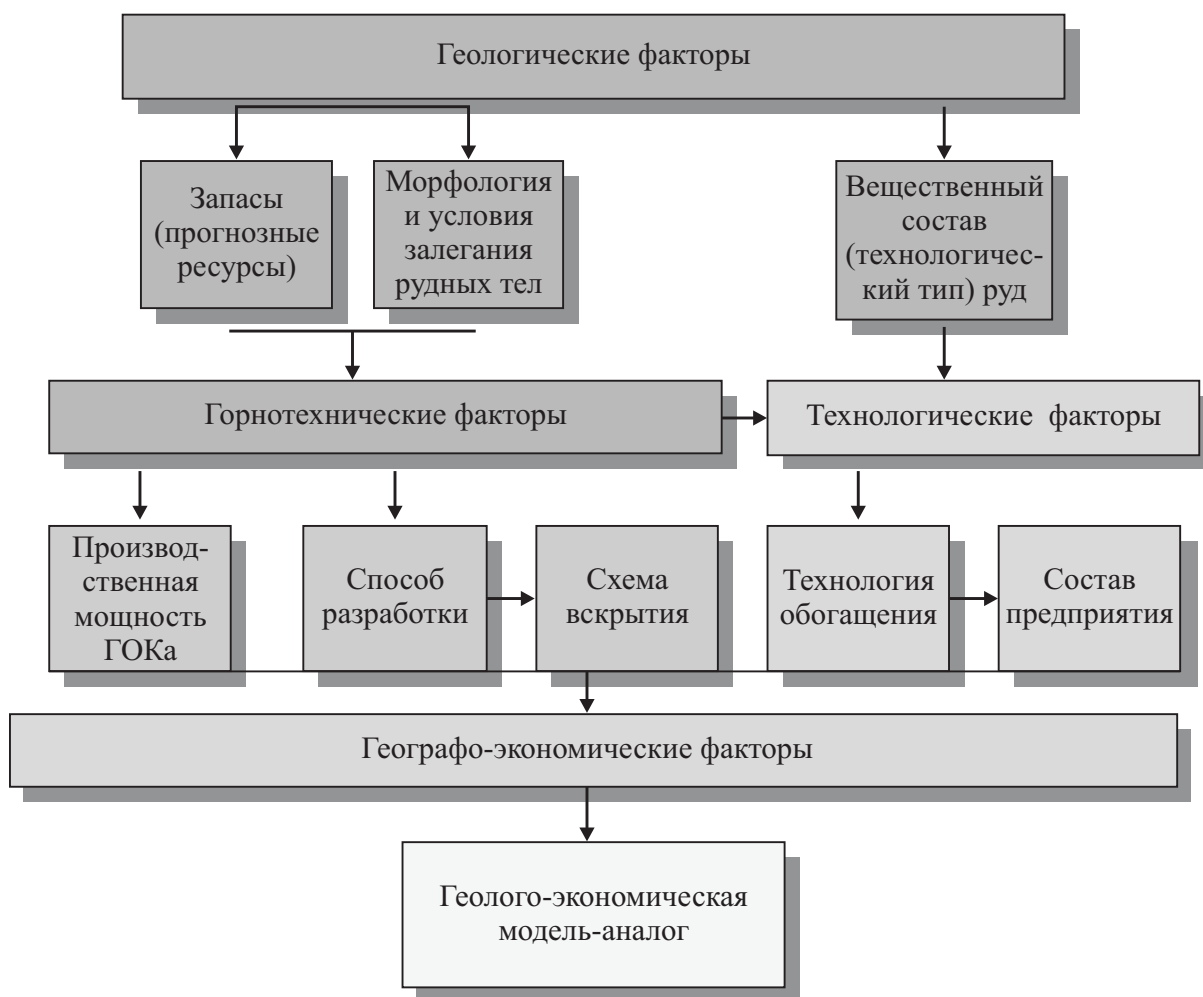
Построение таких моделей основано на типизации месторождений по запасам (прогнозные ресурсы) руды, морфологии и условиям залегания рудных тел, вещественному составу и технолого-экономической характеристике руд, предполагаемой схеме освоения. Таким образом, в этой типизации находят отражение как природные особенности объектов оценки, так и экономические характеристики региона.

Методика геолого-экономического моделирования оценки месторождений твердых полезных ископаемых базируется на принципах, сформулированных в методических разработках ЦНИГРИ, вошедших в Методические руководства по оценке прогнозных ресурсов и неоднократно апробированных при ее проведении. В ее основу заложено моделирование объектов оценки по следующим факторам (рис.8):

- геологическим,
- горнотехническим,
- технологическим,
- географо-экономическим.

В целом, система перечисленных факторов определяет основные характеристики прогнозируемого горно-обогатительного предприятия и необходимую для его функционирования инфраструктуру.

К числу основных факторов моделирования, влияющих на результаты оценки следует отнести запасы (прогнозные ресурсы) руды и полезных компонентов, морфологию и условия залегания рудных тел и вещественный состав руд. Эти факторы определяют производственную мощность будущего предприятия, способ разработки и схему вскрытия потенциального месторождения.



**Рис. 8.** Система основных факторов геолого-экономического моделирования потенциальных месторождений

Запасы (прогнозные ресурсы) руды и полезных компонентов потенциального месторождения являются одним из важнейших факторов моделирования определяющим масштабы будущего производства.

Существующая практика прогнозирования зачастую оперирует не потенциальными месторождениями, а такими объектами, как рудный узел, рудное поле, минерализованная зона, рудоносная площадь. Количественная оценка прогнозных ресурсов (категории  $P_3$ ,  $P_2$ ) на ранних стадиях геологоразведочных работ, осуществляется через площадную или линейную продуктивность рудных полей, аномалий, рассчитанных по месторождению-аналогу, с применением поправочных коэффициентов (рудоносности, надежности, подобия, соответствия и т.д.). Оценка же параметров прогнозируемого месторождения в большинстве случаев не производится. Например, прогнозные ресурсы Бурного рудного узла (в Эвенкийском а. о.), оцененные в 50 т при среднем содержании 5 г/т, являлись результатом суммарной оценки продуктивности шести первичных и вторичных ореолов

рассеяния, расположенных на участках Бурный-II и Бурный-III. Укрупненная геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов рудного узла как одного целостного месторождения дала слабо положительный результат (эффективность освоения составила всего около 3%). Но, учитывая, что общая площадь подобных объектов часто составляет 100 и более км<sup>2</sup>, подобный подход нельзя признать правильным. Скорее всего, в пределах данного металлогенического таксона возможно обнаружение ряда более мелких объектов, эксплуатация которых, вследствие небольших масштабов и низких содержаний металла, может оказаться экономически нецелесообразной.

В любом случае прогнозирование следует проводить с указанием количества и масштабов потенциальных месторождений.

Влияние количественной оценки объекта на производственную мощность будущего предприятия в отсутствие корректного аналога можно определить при помощи модификации известной эмпирической формулы Тейлора, отражающей зависимость экономически целесообразного срока существования горного предприятия от запасов месторождения.

$$T = 6.5Q^{0.25} \quad (1)$$

где:  $T$  — средний срок существования, лет;  $Q$  — запасы руды, млн. т, откуда (при средних потерях руды в недрах 5%):

$$A = \frac{146Q^{0.75}}{(1-\rho)} \quad (2)$$

где:  $A$  — производственная мощность по добыче руды, тыс. т;  $\rho$  — разубоживание, доли ед.

Для объектов, входящих в сферу деятельности существующих горно-обогатительных предприятий, годовая производительность подбирается с учетом обеспеченности сырьем обогатительного комплекса.

Морфология и условия залегания рудных тел оказывают определяющее влияние на выбор способа разработки и схемы вскрытия месторождения.

В таблицах 5 и 6, составленных на основе обобщения опыта предпроектной геолого-экономической оценки месторождений, проведенной ЦНИГРИ, представлена группировка месторождений по морфологии и условиям залегания рудных тел и типовые значения разубоживания по способам разработки.

Учитывая степень изученности объектов, при выборе возможного способа разработки и схемы вскрытия целесообразно ограничиться альтернативными вариантами:

- открытый способ: мощные или средней мощности рудные тела неглубокого залегания;
- подземный способ: средняя или большая глубина залегания или маломощные крутопадающие рудные тела; вскрытие шахтное или штольневое (уклон) — в зависимости от глубины залегания и характера рельефа.

Определение ожидаемого коэффициента вскрыши при открытой разработке возможно либо графическим путем (при достаточной изученности объекта), либо с привле-



Группировка месторождений по морфологии и условиям залегания рудных тел

Морфология рудных тел	Условия залегания	Средняя мощность	Глубина залегания	Способ разработки
I. Штокверки, жильные зоны, минерализованные зоны, залежи простой формы	Крутопадающие и пологозалегающие	более 5 м	до 100 м	Открытый
			100–300 м	Открытый подземный
			более 300 м	Подземный
II. Крупные жилы простой и сложной формы	Крутопадающие	1,5–5 м	до 100 м	Открытый
			100–300 м	Открытый подземный
			более 300 м	Подземный
III. Жилы и жилообразные тела простой и сложной формы	Крутопадающие	менее 1,5 м		Подземный
IV. Жилы и залежи различной формы	Пологозалегающие	1,5–5 м	до 100 м	Открытый
			100–300 м	Открытый подземный
			более 300 м	Подземный

Таблица 6

Влияние мощности рудных тел на величину разубоживания

Средняя мощность рудных тел	Средние (типовые) значения разубоживания*	
	открытый способ	Подземный способ
более 5 м	9%	10–12%
от 1,5 до 5 м	11%	20–30%
менее 1,5 м	–	30–40%

\*Содержание в разубоживающей массе условно принимается равным 0

чением корректного аналога. При этом, экономически целесообразная глубина открытой разработки  $H_3$ , согласно исследованиям ЦНИГРИ, может быть рассчитана по формуле:

$$H_3 \approx 0,9 \cdot \sqrt{S} \quad (3)$$

где  $S$  — площадь рудного тела в верхней части, м.

Вещественный состав и технологический тип руд. Типизация руд месторождений твердых полезных ископаемых по вещественному составу и технологическим типам руд разрабатывается с целью учета их влияния на величину себестоимости обогащения I т руды при прочих равных условиях.

Природные типы руд коренных месторождений ТПИ отличаются друг от друга содержанием входящих в них полезных компонентов или вредных примесей, текстурно-структурными особенностями, характером ассоциаций полезных компонентов с другими минералами, формой и крупностью частиц, наличием или отсутствием окисленных минералов и т. д.

Технологические типы руд объединяют природные типы со сравнительно близкими технологическими свойствами, что позволяет перерабатывать их по одной технологической схеме. На практике технологические типы руд обычно включают несколько природных типов, которые локализованы на сравнительно небольших участках рудной залежи.

Типизация руд месторождений и рудопроявлений цветных и благородных металлов по вещественному составу и технологическим свойствам на примере объектов Северо-Кавказского региона приведена в таблице 7.

Совокупность горно-технических и технологических факторов определяют состав предприятия. Самостоятельное горно-обогащительное предприятие (вариант А) включает, как правило, две промплощадки: рудника (карьера) и обогащительной фабрики с объектами вспомогательного и обслуживающего назначения. При этом, при отсутствии необходимых материалов (геологических и топографических планов объектов), делается допущение, что промплощадка ОФ находится в непосредственной близости от промплощадки рудника. Строительство вахтовых поселков предполагается, как правило, в слабоосвоенных районах.

В случае освоения группы месторождений с использованием районной обогащительной фабрики (вариант Б), количество промплощадок увеличивается в соответствии с количеством рудников.

При применении геотехнологий, например, кучного выщелачивания, в составе предприятия учитываются: промплощадка рудника с комплексом вспомогательных и обслуживающих объектов и площадка кучного выщелачивания с отделением дробления и приготовления реагентов.

Существенное различие в физико-географических условиях и уровне хозяйственной освоенности отдельных районов является причиной того, что параметры геолого-экономической оценки одной и той же модели имеют разные количественные значения в зависимости от местоположения оцениваемого объекта. При этом учитываются такие показатели как наличие транспортных и энергетических коммуникаций, населенных пунктов, отраслевых предприятий, расстояние до входных баз и другие элементы общехозяйственной и промышленной инфраструктуры. Например, необходимость строительства вахтового поселка увеличивает объем капиталовложений в освоение объекта, в зависимости от мощности на 8–10%, строительство автодороги, в зависимости от протяженности, — до 60%.

К сложным географо-экономическим условиям относятся, прежде всего, локализация объектов исследования в труднодоступной местности и удаленность от транспортных и энергетических коммуникаций. При оценке прогнозных ресурсов черных, цветных и легирующих металлов необходимо учитывать наличие и доступность металлургических производств, как основных потребителей продуктов обогащения. Существенное влияние на затратную часть проектов горно-обогащительных предприятий в сторону увеличения оказывают экологические и социально-демографические факторы. К их числу можно отнести наличие биосферных заповедников и иных охраняемых зон, сельхозугодья, а

## Группировка модельных объектов по технологическому типу руд

## Золото

Основные технологические типы руд	Основные технологические схемы обогащения	Полезные компоненты	Сквозное извлечение основных компонентов (ср. %)	Способ получения конечного продукта
Малосульфидные золото-кварцевые и золото-серебряные*	Гравитация; цианирование; гравитация + цианирование	Au Ag	95 90	Аффинаж
Существенно сульфидные (содержание вредных примесей <1,5%)*	Флотация; гравитация + флотация (+цианирование)	Au Ag (Cu, Pb, Zn, Cd и др.)	91 84	Плавка концентратов на металлургических заводах цветной металлургии
Труднообогащаемые (золото-мышьяковистые, золото-сурьмянистые и др.)	Гравитация + флотация + цианирование золото-сульфидного концентрата с предварительным вскрытием тонкодисперсного золота термохимическими или микробиологическими методами (биотехнология)	Au (Sb и др.)	86	Аффинаж

\*) при обогащении руд способом кучного выщелачивания извлечение золота составляет, в среднем, 60–70%

## Медь

Основные промышленные типы месторождений	Основные технологические типы руд	Основные технологические схемы обогащения	Сквозное извлечение основных компонентов (ср.%)	Примечания
Медно-(цинково)-колчеданный	Медные сплошные	Медная флотация с доизмельчением продукта; получение пиритного концентрата и его переработка по комбинированной схеме	Cu – 74 Zn – 59 Au – 42 Ag – 40	На старых выработках и вновь разрабатываемых месторождениях бедных руд возможно применение подземного выщелачивания
	Медно-цинковые сплошные	Последовательная селективная медная и цинковая флотация; Переработка пиритного концентрата по комбинированной схеме		
	Медные вкрапленные	Медно-пиритная флотация; получение медного концентрата и пиритного концентрата из хвостов медного цикла.		
	Медно-цинковые вкрапленные	Коллективная флотация с доизмельчением концентрата и его разделением с депрессией цинка; получение пиритного концентрата из хвостов цинкового цикла		

## Свинец-цинк

Свинцово-цинково-жильный	Прожилково-вкрапленные, вкрапленные	Селективная или коллективно-селективная флотация; возможно применение тяжелосреднего обогащения в голове процесса	Pb – 79 Zn – 72 Ag – 75	На старых выработках и вновь разрабатываемых месторождениях бедных руд возможно применение подземного выщелачивания
--------------------------	-------------------------------------	---	-------------------------------	---

также — факторы политико-административного характера. Необходимость учета этих факторов определяется индивидуально по каждому конкретному объекту.

Для введения поправки на географо-экономические условия рекомендуется следующая градация территорий по степени освоенности: \*)

1. Территории с высоким уровнем хозяйственной освоенности: удаленность от основных транспортных и энергетических коммуникаций до 10 км, развитая социальная инфраструктура, наличие квалифицированных кадров и благоприятные физико-географическими условия (рельеф, климат).
2. Территории с низким уровнем хозяйственной освоенности (в т.ч. — районы, приравненные к Крайнему Северу): удаленность от дорог общего пользования и ЛЭП до 100 км (при необходимости строительства железнодорожных путей для вывоза продукции — до 50 км), низкая плотность населения, слабо развитая социальная инфраструктура, но относительно благоприятные условия строительства: слаборасчлененный или низкогорный рельеф, наличие базы стройиндустрии.
3. Неосвоенные территории с неблагоприятными физико-географическими и географо-экономическими условиями: средне- и высокогорный рельеф, значительная заболоченность, доставка грузов на расстояние более 100 км от входной базы исключительно по магистралям сезонного функционирования (реки, автотрассы) или воздушным путем, практически полное отсутствие социальной инфраструктуры.

Величина удорожающего коэффициента зависит от объема производства и характера выпускаемой продукции и, в среднем, исходя из практики геолого-экономической оценки месторождений различных видов полезных ископаемых, составляет для второй и третьей группы территорий, соответственно, 2 и 4.

Параметры кондиций, используемые для подсчета запасов, представляют собой предельные значения натуральных показателей качества и технологических свойств полезного ископаемого, а также горно-технических условий его добычи, обеспечивающие экономически эффективную эксплуатацию. Состав параметров разведочных кондиций регламентируется нормативными документами ГКЗ Роснедра и варьирует в зависимости от вида полезного ископаемого.

В практике геолого-экономической оценки полный перечень параметров кондиций используется не всегда и изменяется в зависимости от степени изученности объекта.

При оценке прогнозных ресурсов регламентированные параметры кондиций, утвержденные в установленном порядке ГКЗ (ТКЗ) Роснедра, применяются исключительно к ресурсам категорий  $P_1$  и  $P_2$  на флангах и глубоких горизонтах разведанных и эксплуатируемых месторождений.

---

\*) «Временные методические рекомендации по определению стартовых размеров разовых платежей за пользование недрами при подготовке конкурсов и аукционов...», 2008, утвержденные ФАН МПР РФ 05.05.2008. «Методика расчета минимального (стартового) размера разового платежа за пользование недрами», утвержденная приказом МПР от 30.09.08 №232.

На ранних стадиях ГРР большинство эксплуатационных показателей определяется на уровне типовых «модельных» значений. Что касается лимитирующих показателей, то в этом случае целесообразно ограничиться минимальным набором параметров, определение которых с достаточной степенью точности можно было бы осуществить на основе информации, получаемой по результатам этих работ. При этом, в равной степени следует уделить внимание как общей оценке объектов, на основании которой делается вывод о целесообразности продолжения геологического изучения месторождения (рудопроявления), так и сравнительной — для выбора первоочередных объектов исследования.

В качестве параметра общей оценки для месторождений ТПИ (кроме углей и горючих сланцев) целесообразно использовать минимальное промышленное содержание полезного (условного основного) компонента по месторождению в целом, определяемое исходя из принципа равенства затрат в цикле «производство-реализация». Следует отметить, что поскольку минимальное промышленное содержание, как параметр кондиций применяется, как правило, к подсчетному блоку и, в основном, к подземному способу разработки, методически правильнее было бы, применительно к ранним стадиям изучения использовать термин «минимальное среднее содержание» ( $C_{lim}$ ), то есть, нижний предел среднего содержания по месторождению в целом.

Для месторождений углей и горючих сланцев рекомендуется использовать следующие основные оценочные параметры: минимальную истинную мощность пластов угля (сланца) в пластопересечении и максимальную зольность угля (минимальную теплоту сгорания сланца).

В качестве основных параметров сравнительной оценки рекомендуются ориентировочный уровень инвестиций и ожидаемая эффективность освоения (в среднем, на расчетный год). Эти параметры применимы ко всем видам ТПИ. Кроме перечисленных, для комплексных месторождений необходимо также учитывать коэффициенты для перевода содержаний попутных компонентов в содержания условного основного компонента, в случае, если извлекаемая ценность каждого из них превышает 10% от суммарной.

При проведении геолого-экономической оценки, в первую очередь, необходимо определиться с номенклатурой профильной товарной продукции проектируемого горно-обогатительного предприятия и ценами на нее. Учитывая разнообразие товарной продукции для различных видов ТПИ, при отсутствии аналогов следует ориентироваться на продукцию, «первую по своему качеству», соответствующую государственному стандарту Российской Федерации, стандарту отрасли, региональному стандарту, международному стандарту, а в случае отсутствия указанных стандартов для отдельного добытого полезного ископаемого — стандарту организации (предприятия)» (НК РФ, ч. 2, ст. 337).

Согласно существующей практике геолого-экономической оценки месторождений ТПИ, отраженной в Методических рекомендациях ГКЗ Роснедра (2007 г.), *цены* на товарную продукцию рассчитываются без учета НДС, исходя из среднего значения цены внутреннего или мирового рынка на конечную продукцию за год или несколько ближайших лет, предшествующих моменту оценки.

Минимальное среднее содержание основного компонента по месторождению в целом при оценке прогнозных ресурсов ТПИ (кроме углей и горючих сланцев) рассчитывается по тем же формулам, что и минимальное промышленное (Методические рекомендации, приложение 4, ГКЗ, Роснедра, 2007)

В общем виде, при расчете на полезное ископаемое эту формулу можно представить так:

$$C_{\text{lim}} = \frac{(Z_{\text{пр}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{м}} + H_1 + H_2 - \Pi)(100\%)*}{\text{Ц} \cdot \text{И} \cdot (1 - \rho)} \quad (4)$$

где  $Z_{\text{пр}}$  — себестоимость добычи и переработки 1 т руды, за вычетом НДС<sup>\*\*</sup>, руб.;  $Z_{\text{тр}}$  — затраты на транспортировку концентрата до пункта назначения, руб./т руды;  $Z_{\text{м}}$  — затраты на металлургический передел, руб./т руды;  $H_1$  — налоги, входящие в структуру себестоимости на 1 т добытой руды (НДС);  $H_2$  — налоги и платежи, не входящие в структуру себестоимости (кроме налога на прибыль) на 1 т добытой руды (налог на имущество предприятия);  $\Pi$  — суммарная извлекаемая ценность попутных компонентов, приходящаяся на 1 т добытой руды (при расчете на условный основной компонент — не учитывается);  $\text{Ц}$  — расчетная цена единицы основного полезного компонента;  $\text{И}$  — сквозное извлечение основного полезного компонента (металла), доли ед.;  $\rho$  — разубоживание, доли ед.

При расчете на полезный компонент в концентрате применяется следующая формула:

$$C_{\text{lim}} = \frac{(Z_{\text{пр}} + Z_{\text{тр}} + H_1 + H_2 - \Pi)(\cdot 100\%)}{\text{Ц}_{\text{мк}} \cdot \text{И}_0 \cdot (1 - \rho)} \quad (5)$$

где  $Z_{\text{пр}}$  — себестоимость добычи и переработки 1 т руды, за вычетом НДС, руб.;  $Z_{\text{тр}}$  — затраты на транспортировку концентрата до пункта назначения, руб./т руды;  $H_1$  — налоги, входящие в структуру себестоимости на 1 т добытой руды (НДС);  $H_2$  — налоги и платежи, не входящие в структуру себестоимости (кроме налога на прибыль) на 1 т добытой руды (налог на имущество предприятия);  $\Pi$  — суммарная извлекаемая ценность попутных компонентов, приходящаяся на 1 т добытой руды (при расчете на условный основной компонент — не учитывается);  $\text{Ц}_{\text{мк}}$  — расчетная цена единицы основного полезного компонента в концентрате;  $\text{И}_0$  — извлечение основного полезного компонента в концентрат при обогащении, доли ед.;  $\rho$  — разубоживание, доли ед.

Величина издержек производства и инвестиционных затрат при отсутствии корректного аналога оценивается аналитическим (графоаналитическим) путем с использованием проектных или фактических данных по предприятиям с поправкой на прогнозируемый масштаб производства по руде и полезным компонентам, географо-экономические условия территории и на изменения экономической ситуации со времени составления проекта.

<sup>\*)</sup> Для благородных металлов и алмазов, соответственно, в г/т и кар./т

<sup>\*\*)</sup> оценке по аналогии следует учитывать зависимость НДС и затрат на металлургический передел (аффинаж) от содержания полезного компонента на оцениваемом объекте.



Расчет уравнения регрессии для ориентировочной оценки инвестиций в промышленность (I) в зависимости от годовой мощности ГОКа при подземном способе разработки выполнен по данным ТЭО кондиций 2006–2008 г., прошедшим апробацию в ГКЗ Роснедра.

Данное уравнение (рис. 9), рассчитанное с использованием пакета «MS Excel» имеет следующий вид:

$$I = 79,00 \ln(A) - 336 \text{ млн. } \$US \quad (6)$$

В качестве примера применения графоаналитического способа определения оценочных параметров, можно привести зависимости технико-экономических показателей от производственной мощности горно-обогатительного предприятия (рис. 9, 10).

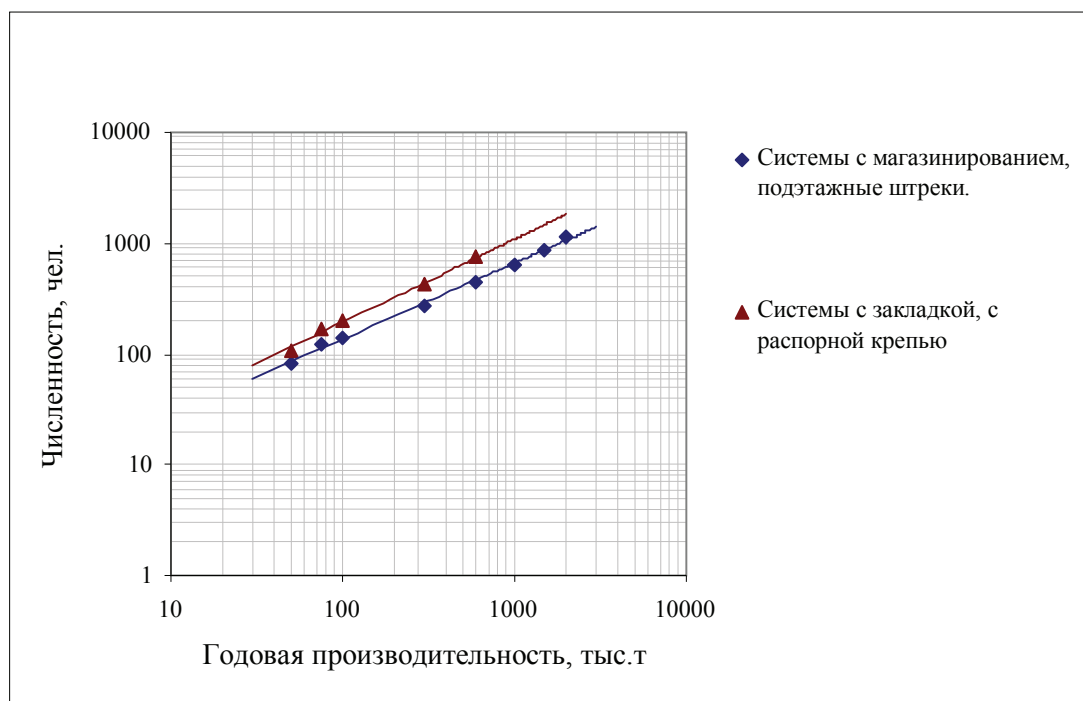


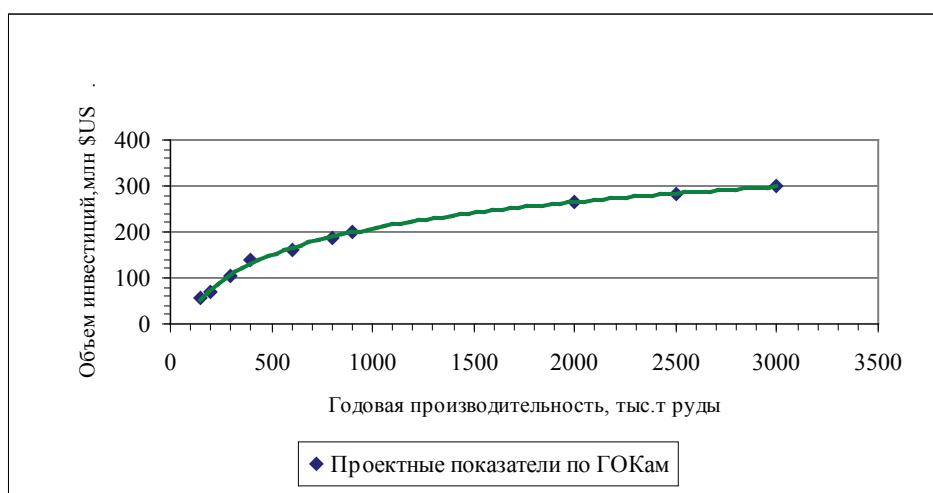
Рис. 9. Среднесписочная численность персонала подземного рудника

Эффективность освоения рассматривается как показатель, отражающий размер чистой прибыли на единицу инвестиционных затрат.

При оценке прогнозных ресурсов величину среднегодовой чистой прибыли (Пгч) можно определить как разность между среднегодовой стоимостью товарной продукции (СГТП) и годовыми эксплуатационными расходами (Зг) с учетом налога на прибыль.

$$Пгч = (СГТП - Зг) \cdot (1 - Нп) \quad (7)$$

где Нп — ставка налога на прибыль, доли ед.



**Рис.10. Ориентировочный объем инвестиций в строительство ГОКа**

Таким образом, эффективность освоения при геолого-экономической оценке прогнозных ресурсов может быть рассчитана по следующей формуле.

$$\Xi_i = \frac{(СГТП - ЗГ) \cdot (1 - Нп)\%}{I} \quad (8)$$

где  $I$  — ориентировочный объем инвестиций в промстроительство.

Для расчета переводного коэффициента ( $k_{пер}$ ) для содержаний попутных компонентов используется формула, рекомендуемая в инструктивно-методических материалах ГКЗ, 2007 (расчет до полезного компонента).

В общем случае он рассчитывается по формуле:

$$k_{пер} = \frac{Цп \cdot Ип}{Цо \cdot Ио} \quad (9)$$

где  $Цп$ ,  $Цо$  — расчетная цена попутного и основного компонента;  $Ип$ ,  $Ио$  — сквозное извлечение попутного и основного компонента, соответственно.

Коэффициенты для приведения содержаний различных сортов минерального сырья к содержанию основного условного сорта (нерудные полезные ископаемые) рассчитываются исходя из соотношения цен на сортовую продукцию:

$$k_{пер} = \frac{Цic}{Ц1c} \quad (10)$$

где  $Цic$  — расчетная цена  $i$ -того сорта;  $Ц1c$  — расчетная цена основного сорта.

Основные параметры геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов категорий  $P_1+P_2$  по конкретным объектам заносятся в таблицу 8.

**Основные параметры укрупненной геолого-экономической  
оценки прогнозных ресурсов**

1. Количественная оценка прогнозных ресурсов <sup>1</sup> Категория Р <sub>1</sub> Руда, полезное ископаемое полезные компоненты: основные попутные средние содержания полезных компонентов основных (условного основного) попутных	Размерность в соответствии с принятой для каждого вида полезного ископаемого
Категория Р <sub>2</sub> Руда, полезное ископаемое полезные компоненты: основные попутные средние содержания полезных компонентов основных (условного основного) попутных	
2. Морфология и параметры тел полезного ископаемого	
Мощность (для угля – минимальная мощность пласта) протяженность угол падения глубина прогноза	м град. м
3. Предполагаемый (определенный) минеральный и элементный состав полезного ископаемого	
4. Предполагаемые горно-технические параметры эксплуатации: возможный способ разработки и схема вскрытия <sup>2</sup> средний эксплуатационный коэффициент вскрыши потери при добыче разубоживание	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> /т % %
5. Предполагаемые технологические параметры переработки полезного Ископаемого: принципиальная технологическая схема обогащения <sup>3</sup> извлечение полезных компонентов (условного основного компонента, для угля - зольность)	%
6. Предполагаемая схема освоения <sup>4</sup>	
7. Товарная продукция	
8. Географо-экономические условия региона, в т.ч. наличие инфраструктуры	
9. Предполагаемая производственная мощность горно-обогатительного предприятия: по руде по товарной продукции <sup>5</sup>	тыс. т
10. Параметры геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов <sup>6</sup> минимальное среднее содержание основного (условного основного) компонента <sup>7</sup> оценочные инвестиции эффективность освоения	млн. руб. %

<sup>1</sup> При наличии на объекте прогнозных ресурсов Р<sub>1</sub> и Р<sub>2</sub> оценка проводится по сумме категорий

<sup>2</sup> Для подземного способа - штольневая или шахтная

<sup>3</sup> В зависимости от вида товарной продукции

<sup>4</sup> Автономный ГОК или горный участок (карьер, рудник) в составе единого предприятия

<sup>5</sup> Размерность в соответствии с принятой для каждого вида полезного ископаемого

<sup>6</sup> Кроме углей и горючих сланцев

<sup>7</sup> Размерность в соответствии с принятой для каждого вида полезного ископаемого

## СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ

Материалы с обоснованием оценки прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (далее материалы) составляются с использованием всей имеющейся информации (фактических данных) по региональному геологическому изучению недр, поисковым и оценочным работам, разведке месторождений в соответствии с требованиями к геологическим отчетам. При этом обязательным условием является обеспечение возможности проведения проверки и, при необходимости, корректировки представленных оценок прогнозных ресурсов по соответствующим категориям учета.

По каждому объекту оценки составляется: пояснительная записка (обоснование), табличные и графические приложения, Паспорт учета объекта с прогнозными ресурсами в разной структуре для категорий  $P_3$ ,  $P_2$  и  $P_1$  коренных и россыпных перспективных объектов. Материалы представляются на бумажных и электронных носителях в одном экземпляре. На электронном носителе материалы представляются в нижеследующем виде.

Текстовые материалы: в форматах \*.doc, \*.docs программы MS Word (шрифты Times New Roman или Arial);

Табличные данные: в форматах \*.xls, \*.xlsx программы MS Excel (недопустимо объединение ячеек за исключением заголовка таблицы, шрифты Times New Roman или Arial) либо в форматах \*.mdb, \*.accdb программы MS Access.

Графические материалы: площадь объекта в виде полигонального шейп-файла, выполненного в географической проекции с указанием названия в атрибутивной таблице либо в виде таблицы вышеперечисленных форматов, содержащей географические координаты с указанием градусов, минут и секунд в отдельных колонках; карты, разрезы и другие графические материалы в векторной форме — формат \*.shp, как пространственно определенный, позволяющий хранить данные и производить более точные расчеты по сравнению с иными векторными и, тем более, растровыми форматами. Предпочтительным форматом для графических материалов являются проекты, созданные на основе шейп-файлов в программах ГИС ArcView или ArcMap. ГИС-проекты (\*.apr, \*.mxd) состоят только из шейп-файлов (\*.shp, \*.shx, \*.dbf ...). В отдельных случаях допустимо включение растровых изображений. Для проектов \*.mxd для всех входящих шейп-файлов обязательно наличие файла, описывающего используемую проекцию и координатную систему (\*.prj), а входящие в проект растровые изображения должны иметь файлы привязки растров. Для проектов \*.apr обязательно наличие файлов, описывающих легенду \*.avl, и все шейп-файлы должны быть выполнены в географической проекции.

При отсутствии таких материалов допускаются иные форматы: в формате \*.cdr программы CorelDraw; в форматах \*.dxf, \*.dwg программы AutoCad.

Растровая форма (допускается в исключительных случаях): в форматах, не предусматривающих сжатие с потерей качества (\*.tif, \*.bmp, \*.gif, ); в форматах, предусматривающих сжатие с потерей качества (\*.jpg, \*.pdf, \*.djvu).

В любом формате изображения должны обеспечивать надлежащую информативность, читаемость и отсутствие существенных искажений; картографические изображения, представленные не в форматах программ ГИС (ArcView, ArcMap), должны содержать численный и линейный масштабы, а также сопровождающий текстовый файл с описанием проекции, в которой выполнено изображение; растровые изображения должны быть хорошего качества.

Текст в программе — Microsoft Word; шрифт Times New Roman, размер 11, интервал одинарный.

**Коренные месторождения.** Материалы с оценкой прогнозных ресурсов рудных и нерудных полезных ископаемых представляются пообъектно по соответствующим категориям учета.

Прогнозные ресурсы категории  $P_3$ . Пояснительная записка должна содержать следующие, обосновывающие количественную и геолого-экономическую оценку прогнозируемого объекта, данные:

- административную и географическую привязку с координатами угловых точек площади, номенклатуру листа карты масштаба 1:200 000, краткую характеристику освоенности (инфраструктуры) района;
- завершенную стадию работ, в которой был выделен перспективный объект, виды ГРП и сроки их проведения;
- положение перспективного объекта относительно геологических структур и металлогенических таксонов региона;
- прогнозируемый геолого-промышленный или рудно-формационный тип объекта с прямыми и косвенными признаками полезного ископаемого;
- критерии соответствия типовой прогнозно-поисковой модели обстановке нахождения прогнозируемого объекта по геолого-структурной позиции, морфологии тел полезного ископаемого, их минеральному и элементному составу, качеству основных и попутных полезных ископаемых, удельной продуктивности и другим особенностям (в зависимости от вида полезного ископаемого), позволяющим произвести оценку правильности выбора объекта-аналога;
- количественные и качественные показатели минерально-сырьевой базы объекта-аналога с доказанным промышленным значением;
- использованные методы оценки, коэффициент подобия объекту-аналогу, алгоритм определения количества прогнозных ресурсов;
- основные лимитирующие геолого-экономические показатели промышленной значимости прогнозируемого объекта в географо-экономических условиях оцениваемого региона: минимальное среднее содержание основного (условного с учетом попутных компонентов) полезного ископаемого в целом по прогнозируемому объекту, глубина прогнозирования; для угольного объекта — минимальная мощность пласта и максимальная зольность угля, направление его использования.

Содержание, масштаб графических материалов и детальность отображения геологических элементов должны обеспечивать возможность проверки количественной оценки прогнозных ресурсов категории  $P_3$ . Для оптимизации объема графических приложений рекомендуется избегать дублирования данных на разных картах, совмещать (по возможности) на одном чертеже геологическую, геофизическую, геохимическую и другую необходимую информацию.

Обязательными графическими приложениями являются:

- схема изученности объекта прогноза;
- схема размещения объекта прогноза в структурах выделенного металлогенического таксона;
- структурно-формационная (геологическая) карта масштабов 1:100 000–1:200 000;
- прогнозная карта объекта соответствующего масштаба.

Дополнительные графические приложения, без которых, по мнению авторов оценки, невозможна объективная оценка прогнозных ресурсов категории  $P_3$ .

Объем пояснительной записки на каждый прогнозируемый объект не рекомендуется более 5 страниц текста с дополнительными таблицами и иллюстрациями.

К пояснительной записке прилагается Паспорт учета соответствующего объекта (Приложение 1).

Прогнозные ресурсы категории  $P_2$  и  $P_1$ . Пояснительная записка должна содержать данные, обосновывающие произведенную их количественную и геолого-экономическую оценку. Показатели обоснования приводятся в паспорте учета объекта с прогнозными ресурсами категории  $P_2$  и  $P_1$ . Эти показатели, сходные для обеих категорий прогнозных ресурсов, отличаются достоверностью, определяемой различной представительностью и объемом исходной информации в связи с различными стадиями геологоразведочных работ (ГРР) и иерархическим уровнем пространственных металлогенических таксонов — объектов оценки.

Для обеих категорий приводится:

- административная и географическая привязка объекта с координатами угловых точек и номенклатурой листа карты масштаба 1:200 000; краткая характеристика освоенности района (его инфраструктуры), природных условий, сейсмичности, наличия охраняемых территорий; указывается завершенная стадия ГРР, по результатам которой был выделен перспективный объект, виды проведенных ГРР и годы их проведения, наличие выданных лицензий, в т.ч. и на другие виды полезных ископаемых, расположенных в пределах площади объекта оценки;
- характеристика геологической позиции прогнозируемого объекта в структурах района: комплексы рудовмещающих пород, рудоконтролирующие формации и структуры, факторы, определяющие размещение, предполагаемую морфологию тел, качество, условия и глубину залегания полезного ископаемого.

Материалы по оценке прогнозных ресурсов категории  $P_2$  должны содержать обоснование:



- геолого-промышленного или рудно-формационного типа перспективного объекта с указанием аналога и его характеристиками, включая геолого-экономические параметры;
- оценочных параметров, по которым локализованы прогнозные ресурсы (бортное содержание, минимальное среднее содержание по объекту и т.д. в зависимости от вида твердого полезного ископаемого); для углей — минимальная мощность пласта, максимальная зольность и направление использования;
- способов оконтуривания по результатам геологических, геофизических, геохимических и других исследований перспективной площади, отвечающей рудному полю либо другим таксонам в зависимости от вида полезного ископаемого;
- перспективных поисковых участков (аномалий), вскрытых горными работами (канавы, траншеи, шурфы, расчистки, коренные выходы в естественных обнажениях) в их эпицентрах, а по объектам, перекрытым чехлом рыхлых отложений — по данным заверки бурением в одном профиле;
- качества полезного ископаемого, включая содержание полезного компонента, на основе полученных данных в результате опробования естественных обнажений, горных выработок, скважин и лабораторных исследований методами, применяемыми при подсчете запасов;
- предполагаемых размеров, формы, мощности, условий и глубины залегания тел полезного ископаемого, его приуроченности к определенным геологическим структурам, установленным на основании прямых и косвенных поисковых критериев и признаков или по аналогии с известными месторождениями того же типа.

Дается также характеристика: основных геологических факторов, контролирующих пространственное расположение полезного ископаемого по площади и разрезу; принципов оконтуривания перспективных площадей (по данным картирования, изучения и опробования коренных обнажений полезного ископаемого, буровых, горных, геофизических, геохимических и других видов работ); методов экстраполяции прогнозных ресурсов (по совокупности геологических критериев и признаков, контурам аномалий различной природы, естественным геологическим границам, результатам опробования).

Материалы по оценке прогнозных ресурсов категории  $P_1$  на новых объектах должны содержать обоснование:

- геолого-промышленного или рудно-формационного типа ожидаемого месторождения;
- контуров тел полезного ископаемого с пространственной привязкой элементов их строения, минерального и элементного состава, с отображением на картах, планах и разрезах возможного расположения и морфологии, закономерностей размещения и изменения концентраций полезных и вредных компонентов и факторов их контролирующих, положения структурно-тектонических, стратиграфических, литолого-петрографических и других геологических границ и прогнозных ресурсов;

- возможного распространения полезного ископаемого на доступную для обработки глубину современными способами;
- возможной группы сложности геологического строения прогнозируемого месторождения;
- средних значений мощности тел полезного ископаемого, содержания основных и попутных полезных компонентов, объемной массы и других примененных при оценке параметров;
- минерального и элементного состава современными аналитическими методами, а также предполагаемых технологических свойств полезного ископаемого;
- достоверности исходной информации, включая данные об инструментальной привязке точек наблюдения и опробования полезного ископаемого, инклинометрии скважин, проведении внутреннего и внешнего геологического контроля аналитических работ и методах оценки других параметров, которые (методы) должны удовлетворять требованиям, предъявляемым при подсчете запасов;
- гидрогеологических и инженерно-геологических условий, если таковые определяют промышленную значимость полезного ископаемого (например, уран, золото и медь для подземного выщелачивания);
- оценочных параметров (кондиций) укрупненными технико-экономическими расчетами в зависимости от вида полезного ископаемого по аналогии с условиями месторождений того же типа, находящегося в сходных географо-экономических и горно-геологических условиях.

При оценке прогнозных ресурсов категории  $P_1$  на флангах и глубоких горизонтах разведываемых, разведанных и эксплуатируемых месторождений пояснительная записка, табличные и графические приложения должны содержать характеристику следующих данных:

- параметров тел полезного ископаемого и геологических факторов, обуславливающих особенности их изменения по латерали и вертикали в пределах подсчетного контура запасов месторождения;
- морфоструктурной, минералого-геохимической, метасоматической и других типов зональности (при необходимости), глубины эрозионного среза месторождения;
- геологических структур, в различной степени благоприятных для локализации тел полезного ископаемого;
- минеральных типов и технологических сортов полезного ископаемого, морфологических типов тел полезного ископаемого;
- возможной суммарной протяженности предполагаемых тел полезного ископаемого (по разведочным, геологическим, геохимическим и другим данным) с учетом различия их по морфологии и качеству на флангах и глубоких горизонтах;
- средних показателей (содержание полезного компонента, мощность, объемная масса и т.д.) тел полезного ископаемого различной морфологии и качества в пределах контура подсчета запасов;

- проведенной корректировки средних показателей (уменьшение или увеличение) либо их сохранение с учетом подобия геологической обстановки нахождения и наличия фактических пересечений полезного ископаемого на флангах и глубоких горизонтах месторождения;
- экстраполяции средних показателей на возможную суммарную длину предполагаемых тел полезного ископаемого;
- общего количества полезного ископаемого на 1 м глубины с учетом минеральных типов и технологических сортов, морфологии тел полезного ископаемого;
- возможной глубины распространения полезного ископаемого с учетом структурно-поисковых скважин, геологических, геофизических, геохимических и других исследований, аналогии с месторождениями того же геолого-промышленного или рудно-формационного типа;
- прогнозных ресурсов на флангах и глубоких горизонтах месторождения исходя из их количества на 1 м глубины, суммарной протяженности предполагаемых тел и принятой возможной глубины распространения полезного ископаемого.

Содержание табличных и графических приложений, детальность отображения необходимых элементов должны обеспечивать проведение проверки и корректировки количественной и геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов категорий  $P_2$  и  $P_1$ .

Табличные приложения для обоснования прогнозных ресурсов категорий  $P_2$  и  $P_1$  должны характеризовать:

- качество горных, буровых, опробовательских и аналитических работ;
- выход керна и его состояние в интервалах полезного ископаемого, вошедших в оценку прогнозных ресурсов;
- результаты заверки рядового опробования более представительными способами (если такие работы проводились);
- результаты химических и других видов анализов, физико-механических испытаний и определения других показателей качества полезного ископаемого и вмещающих пород;
- вычисления случайных погрешностей и систематических расхождений химических и других видов анализов по каждому определяемому компоненту или показателю с использованием всех контрольных проб и обоснованием исключения из сопоставления каждой контрольной пробы (в соответствии с методическими указаниями НСАМ);
- вычисления средних содержаний, мощностей, объемной массы и других параметров, примененных для определения количества прогнозных ресурсов по горным выработкам, скважинам, отдельным сечениям, разрезам и блокам, технологическим сортам и минеральным типам полезного ископаемого;
- вычисления площадей и объемов блоков;
- оценку (подсчет) прогнозных ресурсов основных и попутных компонентов по блокам, отдельным телам и участкам с подразделением их по категориям  $P_1$  и  $P_2$ ;

- сводные данные о количестве прогнозных ресурсов основных и попутных компонентов по категориям  $P_1$  и  $P_2$  с указанием средних величин показателей качества полезного ископаемого для каждой категории.

Графические материалы должны включать:

- обзорную карту района в масштабах 1:100 000–1:200 000 с нанесением объектов инфраструктуры, гидросети, путей сообщения, населенных пунктов, предприятий горно-добывающего профиля, местоположения объекта прогноза и других месторождений полезных ископаемых;
- геологическую карту рудного поля масштабов 1:50 000–1:25 000 или крупнее в зависимости от размеров объекта оценки;
- геологическую карту перспективного участка на топографической основе; геологические разрезы, а при необходимости — погоризонтные планы, составленные в единых условных обозначениях и в едином масштабе. На геологическую карту выносятся все горные выработки с пересечениями в них полезного ископаемого, задокументированные и опробованные естественные обнажения, устья скважин; на геологических разрезах показываются все пересечения полезного ископаемого (как учтенные, так и неучтенные при оценке прогнозных ресурсов) с указанием мощности и содержания основных компонентов; горизонтальные проложения скважин;
- планы опробования горных выработок и колонки скважин, вскрывших полезное ископаемое в масштабах 1:100–1:2000 (масштаб должен позволить отобразить каждую отобранную пробу). При необходимости выделяются интервалы, представленные разными минеральными типами и технологическими сортами полезного ископаемого, указываются контуры подсчитанных прогнозных ресурсов, разрывные нарушения, смещающие тела полезного ископаемого, приводятся результаты определения во всех пробах содержания основных и попутных компонентов или других показателей качества; в отдельных случаях (при слабо расчлененном рельефе и изучении приповерхностных частей участка неглубокими шурфами с рассечками) представляется план опробования приповерхностной части участка;
- подсчетные планы, разрезы и продольные проекции тел полезных ископаемых, на которых наносятся контуры подсчетных блоков; для каждого блока указываются: номер, количество прогнозных ресурсов соответствующей категории (с разделением при необходимости по минеральным типам, технологическим сортам и полезным компонентам), средние содержания основных и попутных полезных компонентов;
- при наличии значительных искривлений стволов скважин представляются материалы, иллюстрирующие фактические углы пересечения полезного ископаемого;
- при оценке прогнозных ресурсов методом вертикальных (горизонтальных) разрезов все перечисленные данные выносятся на геологические разрезы (планы горизонтов) и используются в качестве подсчетной графики;
- при использовании результатов геофизических исследований для изучения геологического строения района и участка, оценки прогнозных ресурсов, окон-

турирования тел полезных ископаемых представляются: карты наземных геофизических съемок (магнитометрических, гравиметрических и др.) в масштабе, соответствующем масштабу геологических карт; геолого-геофизические разрезы по поисковым профилям с результатами качественной и количественной интерпретации данных всех видов геофизических исследований (наземных, скважинных) в масштабе геологических разрезов; контуры тел полезных ископаемых, установленные и предполагаемые по геофизическим данным (указываются разными условными знаками).

Для сокращения объема графических материалов целесообразно избегать представления графики дублирующей одни и те же данные, совмещать необходимую информацию на одном чертеже.

Все графические приложения должны быть оформлены так, чтобы обеспечить удобную экспертную проработку оценки прогнозных ресурсов.

Объем пообъектной пояснительной записки для обоснования оценки прогнозных ресурсов категорий  $P_2$  и  $P_1$  не рекомендуется более 15 страниц текста, дополненного таблицами и рисунками (при необходимости). К пояснительной записке прилагаются Паспорт учета объекта с прогнозными ресурсами категорий  $P_2$ ,  $P_1$  и таблица с основными параметрами укрупненной геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов потенциального месторождения (Приложения 2, 3).

**Россыпные месторождения.** По россыпным месторождениям ближнего сноса, к которым принадлежат россыпи золота, платиноидов, олова, вольфрама, алмазов, небольшая часть комплексных титан-циркониевых россыпей, оценка прогнозных ресурсов, как правило, производится по группам (узлам) близко расположенных объектов, и лишь в отдельных случаях (средние и крупные россыпи) — пообъектно. Оценка прогнозных ресурсов россыпей дальнего переноса с площадными источниками питания (алмазные, основные титан-циркониевые и др.) производится только пообъектно.

Оценка прогнозных ресурсов категории  $P_3$ . Пояснительная записка (обоснование) должна содержать следующие данные:

- административную и географическую привязку объекта с координатами угловых точек, номенклатуру листов карты масштаба 1:200 000, краткую обобщенную характеристику освоенности (инфраструктуры) площади;
- завершённую стадию ГРР, на основании которой был выделен перспективный объект, виды ГРР и годы их проведения;
- сведения о проведенных на объекте прогноза шлиховом опробовании, геохимических и геофизических работах, о результатах опробовательских работ по единичным горным выработкам (скважины, шурфы, расчистки), если таковые имеются, о наличии следов древних разработок;
- геолого-минералогическую и структурно-геоморфологическую позицию прогнозируемого объекта в региональных геологических структурах на основе карт масштабов 1:200 000 (1:500 000)–1:100 000;

- обоснование прогнозируемого геолого-промышленного типа россыпей;
- количественную оценку прогнозных ресурсов категории  $P_3$ , метод оценки; для метода геологической аналогии — обоснование выбора эталонного объекта с его основными характеристиками: продуктивной площадью, запасами (том числе погашенными); для недоизученных районов — средними содержаниями основных и попутных полезных ископаемых, площадной (линейной) продуктивностью;
- обоснование потенциально-продуктивной площади объекта прогноза, коэффициента подобия с объектом-аналогом и понижающих коэффициентов (при необходимости).

Пояснительная записка сопровождается следующими графическими материалами:

- схемой размещения объекта прогноза в морфоструктурах россыпной провинции;
- геолого-геоморфологической картой россыпного пояса с россыпной и рудной нагрузкой масштаба 1:200 000 (1:500 000) и выделением объекта прогноза;
- геолого-геоморфологической картой объекта прогноза масштабов 1:200 000–1:100 000;
- геолого-геоморфологической картой эталонного объекта масштабов 1:200 000–1:1000 000;
- геологическими разрезами россыпи (россыпей) прогнозируемого геолого-промышленного типа (типов), известных на объекте прогноза или на эталонном объекте;
- схемой распределенного и нераспределенного фонда недропользования;
- планами и разрезами конкретных россыпных объектов района, подтверждающих прогнозную оценку.

Объем пообъектной пояснительной записки не рекомендуется более 10 страниц текста с таблицами и рисунками (при необходимости). Прогнозная оценка сопровождается Паспортом учета россыпного объекта с прогнозными ресурсами категории  $P_3$  (Приложение 4).

Оценка прогнозных ресурсов категорий  $P_2$  и  $P_1$ . В пояснительной записке предварительно обосновывается геолого-промышленный тип месторождения и представление о форме, размерах, условиях залегания россыпей, об их элементном и минеральном составах, качестве и технологических свойствах, основанных на комплексе прямых и косвенных признаков по отдельным пересечениям, а также на аналогии с известными месторождениями того же геолого-промышленного типа. По возможности используются отдельные количественные статистические характеристики россыпей соответствующей сложности строения.

В обосновании в краткой форме отражается:

- генетический тип и условия залегания россыпи;
- форма, параметры, строение продуктивного пласта (пластов);
- обводненность, льдистость песков и торфов;
- наличие зон многолетнемерзлых пород и др.;



- содержание ценных компонентов в песках, торфах и породах плотика;
- гранулярный состав вмещающих рыхлых отложений;
- гранулярный состав, форма и степень высвобождения и окатанности зерен полезных минералов;
- содержание в минерале полезных компонентов, для золота (платины) проба.

Материалы по оценке прогнозных ресурсов должны содержать:

- достоверную исходную информацию, что подразумевает наличие инструментальной привязки точек наблюдения и опробования, обоснование способов отбора и объема проб и других параметров оценки методами, которые применяются при подсчете запасов, а также при необходимости данные внутреннего и внешнего геологического контроля аналитических работ;
- данные предварительной оценки гидрогеологических и инженерно-геологических условий, если таковые оказывают влияние на промышленное освоение россыпи.

Пояснительная записка сопровождается обязательными табличными материалами:

- таблицами вычисления средних содержаний, средних мощностей, средних объемных масс и других параметров для оценки ПР по горным выработкам, скважинам, отдельным сечениям, разрезам и блокам по каждому из выделенных типов и сортов полезного ископаемого;
- таблицами вычисления площадей и объемов блоков;
- таблицами оценки ПР полезных ископаемых, основных и попутных ценных компонентов по блокам, отдельным пластам и участкам с подразделением их по категориям  $P_1$  и  $P_2$ ;
- сводными таблицами ПР, основных и попутных компонентов по категориям  $P_1$  и  $P_2$  с указанием средних величин основных показателей для каждой категории;
- обзорной картой района в масштабах 1:200 000–1:100 000 с отражением гидро-сети, путей сообщения, населенных пунктов, местоположения объекта прогноза и других месторождений полезных ископаемых.

Графические материалы должны быть представлены:

- специализированной геолого-геоморфологической картой участка потенциального месторождения с элементами рудной и россыпной минерализации, сопровождаемой геолого-геоморфологическими разрезами. На карту выносятся все разведочные линии, участвующие в оценке прогнозных ресурсов; на разрезах отражается рельеф местности для иллюстрации геоморфологической позиции прогнозируемого месторождения, а также литологические разности вмещающих и перекрывающих россыпь отложений. Кроме того, на разрезы наносятся все данные поинтервального опробования и средние результаты по выработкам, отметки устьев выработок, их глубина, мощности торфов и продуктивных пластов, содержания основных компонентов;
- картой-схемой распределенного и нераспределенного фонда недропользования;

- подсчетными планами (схемами) в масштабах 1:10 000–1:2000 с нанесением контуров подсчетных блоков; для каждого блока указываются номер, количество ПР полезного ископаемого (с разделением по минеральным и технологическим сортам песков и полезных компонентов), средние содержания основных и попутных полезных компонентов, объемы торфов и песков.

Объем пообъектной пояснительной записки для обоснования оценки прогнозных ресурсов категорий  $P_2$  и  $P_1$  не рекомендуется более 15 страниц текста с таблицами и рисунками. К пояснительной записке прилагаются Паспорт учета россыпного объекта с прогнозными ресурсами категорий  $P_2$  и  $P_1$  и таблица с основными параметрами укрупненной геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов потенциального месторождения (Приложения 5, 6).

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Беневольский Б.И., Аксенов Е.М. Покалов В.Т. Итоги переоценки прогнозных ресурсов полезных ископаемых как основа текущего и перспективного планирования геологоразведочных работ и недропользования. Отечественная геология. 2004, № 1, с. 79–81.
2. Беневольский Б.И. Золото России. ООО «Геоинфорцентр», М., 1995, 2002.
3. Ваганов В.И. Алмазные месторождения России и Мира. М., Геоинформмарк, 2000.
4. Железорудная база России (гл. редактор В.П. Орлов). ЗАО «Геоинформмарк», М., 1998.
5. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Утверждена приказом МПР России от 11.12.2006 г., №278.
6. Кривцов А.И., Беневольский Б.И., Кочнев-Первухов В.И., Лобач В.И. К методике определения ценности прогнозных ресурсов для воспроизводства запасов. Минеральные ресурсы России. 2008, №2, с. 32–35.
7. Методические руководства по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. (ВИЭМС, ВИМС, ВНИИгеолнеруд, ВСЕГЕИ, ИМГРЭ, ЦНИГРИ), Вып. I–XV, 1986, вып. I–V, 1989.
8. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Вып. VI (Дополнение). М., Роскомнедра-ЦНИГРИ., 1992.
9. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. Изд. 2-е, М., 2000.
10. Методические рекомендации по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Утверждены Распоряжением МПР России от 05.06.2007 г., № 37-р.
11. Методические рекомендации по составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по технико-экономическим обоснованиям кондиций для подсчета запасов месторождений полезных ископаемых. Утверждены Распоряжением МПР России от 05.06.2007 г., № 37-р.
12. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г., № 37-р.
13. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений углей и горючих сланцев. Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г., № 37-р.
14. Минеральное сырье. Справочник (гл. редактор В.П. Орлов). ЗАО «Геоинформмарк», М., 1998.
15. Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Методическое руководство. Изд. 3-е. М., ЦНИГРИ, 2002.
16. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические и импактные образования. (колл. авторов). Изд. 1–3-е. ВСЕГЕИ, 1995, 2008, 2009.
17. Программно-целевая система прогноза и воспроизводства минерально-сырьевой базы благородных и цветных металлов России. М., ЦНИГРИ. 2006.

18. Пространственные металлогенические таксоны. Справочное пособие (под редакцией А.И. Кривцова, Г.В. Ручкина). М., ЦНИГРИ, 2002.
19. Российский металлогенический словарь (гл. редактор - А.И. Кривцов). СПб., 2003.
20. Стратиграфический кодекс России. (под редакцией Жаймода А.И.) Изд. 1–3-е. СПб., ВСЕГЕИ, 1977,1992, 2007.
21. Термины и понятия используемые при прогнозно-металлогенических исследованиях. (под редакцией А.И. Кривцова) СПб, ВСЕГЕИ, 1991.
22. Термины и понятия геолого-экономической оценки месторождений. Англо-русский толковый словарь. (под редакцией Б.И.Беневольского). М., Геоинформамарк, 1997.
23. Термины и понятия отечественного недропользования. Словарь-справочник. Изд.1–2-е (под редакцией А.И. Кривцова), ЦНИГРИ, М., 2000, 2008.
24. Шилов Н.А. Учение о россыпях. Владивосток, Дальнаука, 2002.
25. Экзогенная золотоносность и платиноносность Российской Федерации. Объяснительная записка к комплекту карт. (отв. ред. А.И.Кривцов) М., ЦНИГРИ, 1997.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

## ПАСПОРТ УЧЕТА КОРЕННОГО ОБЪЕКТА С ПРОГНОЗНЫМИ РЕСУРСАМИ КАТЕГОРИИ P<sub>3</sub>

Объект  
Полезные ископаемые (ПИ):  
основные  
попутные  
Организация исполнитель

### I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Металлогенический ранг объекта
2. Площадь объекта: общая (продуктивная), км<sup>2</sup>
3. Административная и географическая привязка объекта  
федеральный округ  
субъект Федерации  
административный район  
номенклатура листа карты масштаба 1:200 000  
координаты угловых точек

№№ точек	Широта: градус, минута, секунда	Долгота: градус, минута, секунда
1		
2		
и т.д.		

4. Освоенность района (наличие населенных пунктов, автодорог, ж/д, речных путей, аэропортов, ЛЭП, производственной базы горнодобывающего профиля, охраняемых природоохранных территорий, лицензий на пользование недрами по данному и другим видам твердых полезных ископаемых).
5. Завершенная стадия и виды ГРП (название и сроки проведения)

Стадия работ	В соответствии с «Положением о порядке проведения ГРП по этапам и стадиям»
Виды работ	
Другие сведения	

6. За счет каких средств локализованы прогнозные ресурсы (ГРП до 1991 г., средства федерального бюджета, бюджета субъекта федерации, недропользователя).

### II. ГЕОЛОГО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ (МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ) ХАРАКТЕРИСТИКА

1. Провинция металлогеническая (минерагеническая), угленосная и др. (в соответствии с видом ПИ)
2. Зона металлогеническая (минерагеническая), углеобразования и др.
3. Рудный район, угленосный бассейн и др.
4. Прогнозируемый геолого-промышленный (рудно-формационный) тип объекта

### III. ОБОСНОВАНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБЪЕКТА

1. Наличие прямых и косвенных прогнозно-поисковых признаков выделения объекта (соответствие эталонной типовой прогнозно-поисковой модели металлогенического таксона геолого-промышленному или рудно-формационному типу прогнозируемого объекта)

Признак	Краткое описание
1	
2	
и т.д.	

## 2. Объект-аналог с установленным промышленным значением

Название объекта-аналога	
Металлогенический таксон аналога	
Суммарные запасы аналога (включая погашенные в недрах) и прогнозные ресурсы категории $P_2$ и $P_1$	
Провинция, зона, район, бассейн и др.	
Субъект Федерации, страна	

3. Сравнительная характеристика прогнозируемого объекта и аналога по комплексу прогнозно-поисковых критериев и признаков (соответствующих моделям районов, бассейнов, узлов и др. с прогнозируемым геолого-промышленным или рудно-формационным типом объектов).

Прогнозно-поисковые критерии и признаки (элементы модели)	Прогнозируемый объект	Объект-аналог
1.		
2.		
и т.д.		

## IV. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ КАТЕГОРИИ $P_3$

1. Метод оценки
2. Эталонный объект
3. Продуктивная площадь (объем) эталона,  $\text{км}^2$  ( $\text{км}^3$ )
4. Удельная площадная (объемная) продуктивность
5. Коэффициент подобия прогнозируемого объекта
6. Средние содержания полезных компонентов либо другие показатели качества полезного ископаемого
7. Возможные масштабы объектов (месторождений) и их количество
8. Прогнозные ресурсы категории  $P_3$ .

	ПИ, ед. измерения	№ протокола	Дата	Примечание
Авторская оценка				
Принято НТС территориального органа управления по недропользованию				
Апробировано профильным НИИ	Заполняется профильным НИИ			
Утверждено Роснедра	Заполняется профильным НИИ			

V. ЛИМИТИРУЮЩИЕ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЕДИНИЧНОГО ОБЪЕКТА (ЛИБО ИХ СБЛИЖЕННОЙ ГРУППЫ) — минимальное среднее содержание основного полезного компонента (условного основного) в целом по объекту, глубина прогнозирования (для угля — минимальная мощность угольного пласта, максимальная зольность) и др. необходимые показатели (в зависимости от вида полезного ископаемого).

## VI. ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Название отчета	
Год составления	
Организация	
Место хранения	
Авторы (основные)	
Другая информация	

## VII. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕКСТОВЫХ И ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ:

1. Пояснительная записка (стр...)
2. Таблицы (табличные приложения)
3. Рисунки
4. Графические приложения



**ПАСПОРТ УЧЕТА КОРЕННОГО ОБЪЕКТА С ПРОГНОЗНЫМИ  
РЕСУРСАМИ КАТЕГОРИИ  $P_2$  и  $P_1$**

Объект  
Полезные ископаемые:  
основные  
попутные  
Организация исполнитель

**I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

1. Металлогенический ранг объекта: кат.  $P_2$  — потенциальное рудное поле, участки известных рудных полей, рудопоявления — предполагаемые рудные тела на проявлениях без разведанных запасов; кат.  $P_1$  — новые рудные тела на проявлениях полезных ископаемых, флангах и глубоких горизонтах месторождений за контуром запасов  $C_2$ .

2. Площадь объекта, км<sup>2</sup>

3. Административная и географическая привязка объекта:

федеральный округ  
субъект Федерации  
административный район  
номенклатура листа карты 1:200 000  
номенклатура листа карты 1:50 000–1:25 000  
освоенность района  
координаты угловых точек:

№№ точек	Широта: градус, минута, секунда	Долгота: градус, минута, секунда
1		
2		
3		
и т.д.		

4. Освоенность района (наличие населенных пунктов, расстояние до них, автодорог, ж/д, речных путей, аэропортов, ЛЭП, предприятий горнодобывающего профиля, охраняемых природных территорий, рельеф, климат, сейсмичность, наличие лицензий на пользование недрами и др.).

5. Завершенная стадия работ и виды ГРП (название и сроки проведения)

Стадия работ	В соответствии с «Положением о проведении ГРП по этапам и стадиям»
Виды работ	
Другие сведения	

6. За счет каких средств локализованы прогнозные ресурсы (ГРП до 1991 г., средства федерального бюджета, бюджета субъекта федерации, недропользователя).

**II. ГЕОЛОГО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ (МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ) ХАРАКТЕРИСТИКА**

1. Металлогеническая провинция

2. Металлогеническая зона, бассейн

3. Район, узел, утвержденные прогнозные ресурсы категории  $P_3$  по состоянию на 01.01.2003 г. либо на более раннюю дату

4. Поле развития полезного ископаемого, утвержденные прогнозные ресурсы категории  $P_2$  по состоянию на 01.01.2003 г. либо на более раннюю дату

5. Проявление полезного ископаемого, утвержденные прогнозные ресурсы категории  $P_1$  по состоянию на 01.01.2003 г. либо на более раннюю дату

6. Месторождение и его запасы, учтенные Государственным балансом (на дату утверждения ГКЗ (ТКЗ), на дату оценки прогнозных ресурсов)

7. Прогнозируемый геолого-промышленный или рудно-формационный тип месторождения
8. Для объектов с прогнозными ресурсами  $P_2$ , оцененными методом аналогии — аналог с установленной промышленной значимостью:

Название аналога	
Металлогенический ранг аналога	
Запасы (с учетом погашенных в недрах) и прогнозные ресурсы категории $P_2$ и $P_1$	
Металлогеническая провинция	
Субъект Федерации, страна	

### III. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ КАТЕГОРИЙ $P_2$ и $P_1$

1. Глубина оценки, м
2. Метод оценки — геологические блоки, горизонтальные или вертикальные сечения, аналогии для категории  $P_2$  и др.
3. Средние содержания полезных компонентов (или другие необходимые показатели качества):  
 основного  
 попутного (попутных)
4. Прогнозные ресурсы

	ПИ, ед. измерения		№ протокола	Дата	Примечание
	Кат. $P_2$	Кат. $P_1$			
Авторская оценка					
Принято НТС территориального органа управления по недропользованию					
Апробировано профильным НИИ	Заполняется профильным НИИ				
Утверждено Роснедра	Заполняется профильным НИИ				

### IV. ЛИМИТИРУЮЩИЕ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЕДИНИЧНОГО ОБЪЕКТА (ЛИБО ИХ СБЛИЖЕННОЙ ГРУППЫ) —

минимальное среднее содержание основного полезного компонента (условного основного) в целом, бортовое содержание, минимальная мощность рудного интервала, максимальная мощность прослоя пустых пород (для угля — минимальная мощность угольного пласта, максимальная зольность) и другие необходимые в зависимости от вида полезного ископаемого показатели.

### V. ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Название отчета	
Год составления	
Организация	
Место хранения	
Авторы (основные)	
Другая информация	

### VI. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕКСТОВЫХ И ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ:

5. Пояснительная записка (стр...)
6. Таблицы (табличные приложения)
7. Рисунки
8. Графические приложения

Основные параметры укрупненной геолого-экономической модели оценки прогнозируемого объекта (кроме россыпей)

Наименование показателей	Единица измерения	Результаты укрупненной оценки
1. Количественная оценка прогнозных ресурсов <sup>1</sup> Категория Р <sub>1</sub> руда, полезное ископаемое полезные компоненты: основные попутные средние содержания полезных компонентов: основных (условного основного) попутных	Размерность в соответствии с принятой для каждого вида полезного ископаемого	
Категория Р <sub>2</sub> руда, полезное ископаемое полезные компоненты: основные попутные средние содержания полезных компонентов: основных (условного основного) попутных		
2. Морфология и параметры тел полезного ископаемого: мощность (для угля — минимальная мощность пласта) протяженность угол падения глубина прогноза	м м град. м	
3. Предполагаемый (определенный) минеральный и элементный состав полезного ископаемого		
4. Предполагаемые горно-технические параметры эксплуатации: возможный способ разработки и схема вскрытия <sup>2</sup> средний эксплуатационный коэффициент вскрыши потери при добыче разубоживание	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> /т % %	
5. Предполагаемые технологические параметры переработки полезного ископаемого: принципиальная технологическая схема обогащения <sup>3</sup> извлечение полезных компонентов (условного основного компонента, для угля — зольность)	%	
6. Предполагаемая схема освоения <sup>4</sup>		
7. Товарная продукция		
8. Географо-экономические условия региона, в т.ч. наличие инфраструктуры		
9. Предполагаемая производственная мощность горно-обогатительного предприятия: по руде по товарной продукции <sup>5</sup>	тыс. т	
10. Параметры геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов: <sup>6</sup> минимальное среднее содержание основного (условного основного) компонента <sup>7</sup> оценочные инвестиции эффективность освоения	млн. руб. %	

<sup>1</sup> При наличии на объекте прогнозных ресурсов Р<sub>1</sub> и Р<sub>2</sub> оценка проводится по сумме категорий

<sup>2</sup> Для подземного способа — штольневая или шахтная

<sup>3</sup> В зависимости от вида товарной продукции

<sup>4</sup> Автономный ГОК или горный участок (карьер, рудник) в составе единого предприятия

<sup>5</sup> Размерность в соответствии с принятой для каждого вида полезного ископаемого

<sup>6</sup> Кроме углей и горючих сланцев

<sup>7</sup> Размерность в соответствии с принятой для каждого вида полезного ископаемого

**ПАСПОРТ УЧЕТА РОССЫПНОГО ОБЪЕКТА С ПРОГНОЗНЫМИ  
РЕСУРСАМИ КАТЕГОРИИ P<sub>3</sub>**

Объект  
Полезные ископаемые (ПИ):  
основное  
попутное  
Организация исполнитель

**I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

1. Металлогенический ранг объекта
2. Площадь объекта: общая (продуктивная), км<sup>2</sup>
3. Административная и географическая привязка объекта  
федеральный округ  
субъект Федерации  
административный район  
номенклатура листа масштаба 1:200 000  
координаты угловых точек

№№ точек	Широта: градус, минута, секунда	Долгота: градус, минута, секунда
1		
2		
и т.д.		

4. Освоенность района (наличие населенных пунктов, автодорог, ж/д, речных путей, аэропортов, ЛЭП, производственной базы горнодобывающего профиля, охраняемых природоохранных территорий, лицензий на пользование недрами по данному ПИ).
5. Завершенная стадия и виды ГРП (название и сроки проведения)

Стадия работ	В соответствии с «Положением о порядке проведения ГРП по этапам и стадиям»
Виды работ	
Другие сведения	

**II. ГЕОЛОГО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ (МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ) ХАРАКТЕРИСТИКА**

1. Россыпная провинция
2. Россыпной пояс
3. Россыпной район, россыпное(ой) поле (узел)
4. Прогнозируемые геолого-промышленные типы объекта

**III. ОБОСНОВАНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБЪЕКТА**

1. Наличие прямых и косвенных признаков выделения объекта (соответствие прогнозно-поисковой модели металлогенического таксона прогнозируемому геолого-промышленному типу)

Признак	Краткое описание
1	
2	
и т.д.	

2. Эталонный объект-аналог с установленной промышленной металлоносностью

Эталонный аналог	
Таксон эталонного аналога	
Суммарные запасы эталонного аналога (включая погашенные в недрах)	
Провинция, зона, район и т.д.	
Субъект Федерации	

3. Сравнительная характеристика прогнозируемого и эталонного объектов по комплексу прогнозно-поисковых критериев и признаков (соответствующих моделям россыпных районов и др. с прогнозируемым геолого-промышленным типом объектов)

Прогнозно-поисковые критерии и признаки (элементы модели)	Прогнозируемый	Эталонный аналог
1.		
2.		
и т.д.		

#### IV. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ КАТЕГОРИИ P<sub>3</sub>

1. Метод оценки
2. Эталонный объект  
продуктивная площадь эталона, км<sup>2</sup>  
удельная площадная продуктивность
3. Коэффициент подобия прогнозируемого объекта
4. Прогнозные ресурсы категории P<sub>3</sub>

	ПИ, ед. измерения	№ протокола	Дата	Примечание
Авторская оценка				
Принято НТС территориального органа управления по недропользованию				
Апробировано профильным НИИ	Заполняется профильным НИИ			
Утверждено Роснедра	Заполняется профильным НИИ			

#### V. ЛИМИТИРУЮЩИЕ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЕДИНИЧНОГО ОБЪЕКТА (ЛИБО ИХ СБЛИЖЕННОЙ ГРУППЫ) —

минимальное среднее содержание основного полезного компонента (условного основного) в целом по объекту и др. необходимые по усмотрению авторов показатели.

#### VI. ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Название отчета	
Год составления	
Организация	
Место хранения	
Авторы (основные)	
Другая информация	

#### VII. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕКСТОВЫХ И ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ:

1. Пояснительная записка (стр...)
2. Таблицы
3. Рисунки
4. Графические приложения

**ПАСПОРТ УЧЕТА РОССЫПНОГО ОБЪЕКТА С ПРОГНОЗНЫМИ  
РЕСУРСАМИ КАТЕГОРИИ  $P_2$  и  $P_1$**

Объект  
Полезные ископаемые (ПИ):  
основное  
попутное  
Организация исполнитель

**I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

1. Металлогенический ранг объекта: кат.  $P_2$  — потенциальное россыпное поле (узел), участки известных россыпных полей, россыпепроявления — предполагаемые продуктивные пласты на площадях без разведанных запасов; кат.  $P_1$  — новые россыпи в россыпном поле (узле), на флангах и глубоких горизонтах месторождений за контуром запасов  $C_2$ .
2. Площадь объекта, км<sup>2</sup>
3. Административная и географическая привязка объекта:  
федеральный округ  
субъект Федерации  
административный район  
номенклатура листа 1:200 000  
номенклатура листа 1:50 000 – 1:25 000  
координаты угловых точек:

№№ точек	Широта: градус, минута, секунда	Долгота: градус, минута, секунда
1		
2		
3		
и т.д.		

4. освоенность района (наличие населенных пунктов, расстояние до них, автодорог, ж/д, речных путей, аэропортов, ЛЭП, предприятий горнодобывающего профиля, охраняемых природных территорий, рельеф, климат, сейсмичность, наличие лицензий на пользование недрами и др.).
5. Завершенная стадия работ и виды ГРП (название и сроки проведения)

Стадия работ	В соответствии с «Положением о проведении ГРП по этапам и стадиям»
Виды работ	
Другие сведения	

**II. ГЕОЛОГО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

1. Россыпная провинция
2. Россыпной пояс
3. Россыпной район, россыпное поле (узел), утвержденные прогнозные ресурсы кат.  $P_3$  по состоянию на 01.01.2003 г. либо на более раннюю дату
4. Россыпное поле (узел), утвержденные прогнозные ресурсы кат.  $P_2$  по состоянию на 01.01.2003 г. либо на более раннюю дату
5. Россыпепроявления, утвержденные прогнозные ресурсы кат.  $P_1$  по состоянию на 01.01.2003 г. либо на более раннюю дату
6. Месторождение и его запасы
6. Прогнозируемые геолого-промышленные типы россыпных месторождений
7. Для объектов с прогнозными ресурсами  $P_2$  — эталонные аналоги с установленной промышленной металлоносностью в регионе или за его пределами:

Название эталонного аналога	
Ранг эталонного аналога	
Запасы (с учетом погашенных в недрах) и ПР эталонного аналога	
Россыпная провинция	
Субъект Федерации	

### III. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ

Глубина залегания продуктивных отложений, м

Метод оценки (для  $P_2$ , экстраполяция прямых и косвенных признаков по единичным разведочным линиям на участках речных долин, впадин, прибрежно-морских зон (древних и современных), аналогии через площадную (линейную) продуктивность; для кат.  $P_1$  — геологические разрезы по разведочным линиям, геологические межлинейные блоки по отдельным струям или крупным участкам предполагаемой россыпи)

Средние содержания полезных ископаемых  $г/м^3$ ,  $мг/м^3$ ,  $кг/м^3$   
основного

попутного (попутных)

Прогнозные ресурсы

	Прогнозные ресурсы, т		№ протокола	Дата	Примечание
	Кат. $P_1$	Кат. $P_2$			
Авторская оценка					
Принято НТС территориального органа управления по недропользованию					
Апробировано профильным НИИ	Заполняется профильным НИИ				
Утверждено Роснедра	Заполняется профильным НИИ				

### IV. ЛИМИТИРУЮЩИЕ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЕДИНИЧНОГО ОБЪЕКТА (ЛИБО ПАРАМЕТРЫ РАЙОННЫХ КОНДИЦИЙ) —

содержание основного компонента (условного основного) для оконтуривающей выработки и др. необходимые по усмотрению авторов показатели.

### V. ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Название отчета	
Годы составления	
Организация	
Место хранения	
Авторы (основные)	
Другая информация	

### V. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕКСТОВЫХ И ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ:

1. Пояснительная записка (стр. ...)
2. Таблицы
3. Рисунки
4. Графические приложения



Основные параметры укрупненной геолого-экономической модели оценки  
прогнозируемого россыпного объекта

Наименование показателей	Единица измерения	Результаты укрупненной оценки
1. Количественная оценка прогнозных ресурсов <sup>1</sup> Категория Р <sub>1</sub> пески полезные ископаемые: основные попутные средние содержания полезных компонентов: основных (условного основного) попутных Категория Р <sub>2</sub> пески полезные ископаемые: основные попутные средние содержания полезных компонентов: основных (условного основного) попутных	Размерность в соответствии с принятой для каждого вида полезного ископаемого	
2. Морфология и параметры россыпи: мощность протяженность ширина глубина залегания	 м м м м	
3. Предполагаемый (определенный) минеральный состав песков		
4. Предполагаемые горно-технические параметры эксплуатации: возможный способ разработки и схема вскрытия; средний эксплуатационный коэффициент вскрыши	 м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> /т	
5. Предполагаемые технологические параметры переработки песков: принципиальная технологическая схема обогащения <sup>2</sup> извлечение полезных компонентов (условного основного компонента)	 %	
6. Предполагаемая схема освоения <sup>3</sup>		
7. Товарная продукция		
8. Географо-экономические условия региона, в т.ч. наличие инфраструктуры		
9. Предполагаемая производственная мощность горно-обогатительного предприятия: по пескам по товарной продукции <sup>4</sup>	 тыс. м <sup>3</sup>	
10. Параметры геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов: минимальное среднее содержание основного (условного основного) компонента <sup>5</sup> в оконтуривающей выработке оценочные инвестиции эффективность освоения	 млн. руб. %	

<sup>1</sup> При наличии на объекте прогнозных ресурсов Р<sub>1</sub> и Р<sub>2</sub> оценка проводится по сумме категорий

<sup>2</sup> В зависимости от вида товарной продукции

<sup>3</sup> Автономное предприятие или горный участок в составе единого предприятия

<sup>4</sup> Размерность в соответствии с принятой для каждого вида полезного ископаемого

<sup>5</sup> Размерность в соответствии с принятой для каждого вида полезного ископаемого