МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«Амурский государственный университет»
(ФГБОУ ВПО «АмГУ»)

Кафедра геологии и природопользования

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
К КУРСУ «ГИС ТЕХНОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕДР. MICROMINE»

по программе:

переподготовки Технологии проведения геолого-разведочных работ

Благовещенск 2013

ББК 26.3я73

Б95

Печатается по решению

редакционно-издательского совета Амурского государственного университета

Разработано в рамках реализации гранта «Подготовка высококвалифицированных кадров в сфере горно-металлургического кластера Амурской области» по заказу предприятия ЗАО УК «Петропавловск»

Издаётся по решению кафедры геологии и природопользования инженерно-физического факультета Амурского государственного университета в рамках выполнения программы «Кадры для региона»

Рецензенты:

Стриха В.Е., профессор кафедры ГиП АмГУ, доктор.геол-минер. наук;

Дюжев С.В. Учебное пособие к курсу «Mircomine». Учебно-методическое пособие/ Дюжев С.В. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013.- 18с.

Учебное пособие составлено для помощи при изучении курса ГИС – технологии исследования недр программа «Mircomine» программы переподготовки «Технологии проведения ГРР».

Пособие предназначено для обучающихся по программе переподготовки «Технологии проведения ГРР».

.

ББК 26.3я73

© Амурский государственный университет, 2013

ПОНЯТИЕ О ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ (ГГИС)

Современная геология немыслима без применения компьютерных технологий. В настоящее время геологи и горняки широко используют самое разнообразное программное обеспечение для решения производственных вопросов, однако основными все-таки являются ***горно-геологические информационные системы*** (ГГИС).

ГГИС – это программное обеспечение для решения специализированных задач, связанных с поисками, разведкой и эксплуатацией месторождений полезных ископаемых. Необходимо сразу оговориться, что все ГГИС глобально можно разделить на 2 класса: системы для работы с твердыми полезными ископаемыми, и системы для работы и углеводородным сырьем. Это разные программы, использующие разную философию моделирования. В данном курсе рассматриваются только ГГИС для работы с твердыми полезными ископаемыми.

Пакеты программ, использующиеся на рудниках, либо разрабатываются на самом предприятии, либо покупаются у специализированных компаний. В любом случае эти программы автоматизируют решение отдельных задач и оцениваются в соответствии с тем, насколько они подходят для нужд конкретного производства. Грубо говоря, все эти продукты могут быть классифицированы следующим образом:

Горные системы общего назначения. Эти системы стандартно включают в себя такие разделы, как: геологическое моделирование, оценка запасов, проектирование и планирование горных работ, календарное планирование и маркшейдерия. Имеется 5 лидирующих в мире компаний CAE (бывший Datamine), Geovia (бывший Gemcom), Maptek, Mintec, Micromine), которые предлагают на рынке такие системы.

Специализированные горные программы. Сюда относятся специализированные программы для областей технологии, которые пока (полностью или частично) не обеспечиваются универсальными горными системами. Обычная тематика таких пакетов: оптимизация карьеров, календарное планирование, буровзрывные работы, вентиляция, геомеханика, экология и т.д. Существует большое количество таких пакетов, которые создаются специализированными компаниями, самими горными предприятиями или исследовательскими учреждениями.

Системы управления производством. Эта категория объединяет программы и оборудование, используемое для управления производством в реальном времени. Обычные направления использования: управление горным транспортом, экскаваторами, буровыми станками, и т.п. Эти системы предлагаются небольшим количеством компаний,

среди которых (в области открытых работ) имеется 4 лидера: Modular Mining Systems, Wenco, Tritronics и Aquila. Все большее значение приобретает связь этих компаний с производителями горного оборудования, такими как Komatsu и Caterpillar.

Системы регистрации производства. Существует большое разнообразие таких систем, которые ведут производственный учет в реальном времени и формируют разнообразные отчеты. За редким исключением горные компании сами разрабатывают (и иногда продают) такие системы. В них очень мало общего, и часто они представляют собой смесь электронных таблиц и баз данных, разработанных местными программистами для нужд предприятия.

ГГИС высокого класса являются интегрированными системами, то есть позволяют решать все встающие перед геологом проблемы, не выходя за пределы одного программного продукта. Обычный набор функций интегрированной системы включает в себя следующее:

- Работа с базами данных;
- Обработка данных бурения, геохимических, геофизических данных.
- Интерактивная 3-х мерная графика и картирование;
- Статистическая и геостатистическая обработка информации;
- Трехмерное моделирование геологических объектов и поверхностей;
- Подсчет запасов;
- Проектирование открытых и подземных горных работ;
- Планирование геологоразведочных работ;
- Планирование развития рудников и календарное планирование;
- Маркшейдерские расчеты.

Большинство серьезных систем рассчитано на работу в многопользовательском режиме в сетях. Такая конфигурация позволяет очень быстро обрабатывать громадные объемы информации, одновременно запускать несколько программ, а также в полной мере использовать все возможности 3-х мерной динамической графики.

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ГГИС

По логике работы горно-геологические информационные системы (ГГИС) очень схожи с классическими геоинформационными системами (ГИС), например – ArcGIS.

Общие свойства следующие:

Во-первых – пространственная привязка данных. Любая точка проекта ГГИС соответствует реальной точке пространства и имеет определенные координаты.

Во-вторых – послойная организация проекта. Как ГИС, так и ГГИС могут содержать в своем проекте большое количество наборов данных, не зависимых друг от друга. Эти «слои» можно включать и выключать, переносить, удалять, подбирать для их отображения собственные цвета и символы и т.д.

В-третьих – практически все ведущие ГГИС имеют ядро в виде собственных систем управления базами данных с оригинальным форматом хранения данных, хотя в последнее время наметилась тенденция к переходу на Oracle, MS Access и установлению тесного взаимодействия с другими базами данных через механизм ODBC. Варианты связи пространственной и атрибутивной информации для разных типов данных представлены в георeляционной или интегрированной форме.

Главное отличие ГГИС от ГИС в том, что первые работают в трехмерном пространстве, соответственно все элементарные объекты в ГГИС являются объемными и имеют 3 координаты. Элементарные объекты ГГИС, хотя и напоминают объекты ГИС, имеют собственные названия. Точка так и остается точкой, полилиния и полигон называются «стринг» и «контур» сответственно, TIN-модель называется «каркас». Каркасы Micromine, в отличие от TIN-модели ArcGIS, могут моделировать поверхности с отрицательным наклоном, то есть отображают рудные тела со всех сторон, а не только их верхнюю поверхность.

Кроме того, существуют и специфичные объекты, такие как блочная модель, которая может показать внутреннее строение рудного тела, в то время как грид ArcGIS способен отразить лишь распределение какого-либо элемента по поверхности.

Другое отличие не менее принципиально. Когда мы работаем с ГИС, то сами определяем ее назначение и масштаб работ, которые могут быть весьма разнообразными: от кадастровой базы данных до глобальной системы мониторинга каких-либо событий. ГГИС, в свою очередь, программа тематическая, предназначенная для моделирования пространственных объектов и подсчета запасов. Отсюда вытекает использование прямоугольной системы координат как основной, поскольку масштаб работ не всегда позволяет использовать географическую.

ГГИС стоит сравнить с еще одним классом программ – системами управления базами данных. Изучая ГИС, вы могли видеть, что ГИС-проект начинается с ввода пространственных объектов, векторизации, создания графики, к которой уже позже привязываются атрибуты. В ГГИС дело обстоит иначе. Основой для построения проекта горно-геологической системы является набор таблиц с координатной и атрибутивной

информацией: расположение скважин и канав с результатами их опробования. Имея этот набор, программа (либо сам пользователь) создает графические объекты: чертит траектории скважин, оконтуривает богатые блоки на разрезах, создает модели рудных тел.

Выше сказанное не значит, что в ГГИС совсем не используется пространственная информация, оцифрованная по бумажным картам. В систему можно подгрузить изолинии рельефа, гидросеть или геологическую карту. Причем эти данные не просто украшают создаваемую графику, они необходимы для качественного моделирования и анализа. Но начинается проект ГГИС все же с таблиц, а не пространственной информации.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГГИС

Рассмотрение динамики развития рынка коммерческих горно-геологических информационных систем свидетельствуют о быстром прогрессе в данной области. На горнодобывающих предприятиях геологи, маркшейдеры и горняки все чаще используют эти системы в своей повседневной работе. Тенденция такова, что в ближайшем будущем ГГИС должны стать более дешевыми и мощными, иметь более дружественный интерфейс пользователя, удобную систему помощи.

Можно сделать несколько общих замечаний относительно рассматриваемого программного обеспечения:

- ГГИС предназначены для квалифицированных специалистов, прошедших специальный цикл обучения и овладевших приемами геостатистики, компьютерной методики построения цифровых моделей горных выработок и рудных тел, техникой ввода и вывода информации на периферийные устройства;
- ведущие ГГИС эффективно работают на мощных персональных компьютерах или графических рабочих станциях, стоимость которых относительно высокая;
- как правило, при эксплуатации систем требуется их значительная и длительная адаптации для работы на каждом конкретном месторождении;
- стоимость базового зарубежного программного обеспечения составляет обычно выше 10 тыс. долларов, а дополнительный комплект модулей (например, по оперативному планированию, оптимизации открытого карьера или гидрогеологии) может увеличить итоговую стоимость приобретаемого пакета до 25–50 тыс. дол.

ГГИС MICROMINE

Как уже было сказано выше, в настоящее время существует несколько широко распространенных ГГИС. Одной из таких является Micromine (читается «Майкромайн»). Данный пакет программ разрабатывался австралийской фирмой Micromine Pty. с 1984 г., главным образом для геологической индустрии. Он имеет дружественный интерфейс, понятное и логично структурированное меню, позволяя использовать огромный набор инструментов по мере необходимости. Особое достоинство программы — полная русификация, причем как меню, так и очень хорошо написанного файла справки. При создании новых версий разработчики «Micromine» прислушиваются к пожеланиям пользователей, постоянно добавляя необходимые опции, прикладные инструменты и форматы импорта—экспорта, что делает «Micromine» наиболее адаптированной для пользователей в РФ. Одна из основных задач пакета - это моделирование месторождений и оценка запасов. Программа разработана под Windows и совместима с любыми базами данных.

ПОДГОТОВКА К МОДЕЛИРОВАНИЮ МЕСТОРОЖДЕНИЯ. ГЛАВНОЕ ПРАВИЛО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

На предварительном этапе решается определяющий вопрос — каково назначение компьютерной модели и подсчета запасов, исходя из чего определяется методика моделирования. Главное правило моделирования можно озвучить так: «Любая ГГИС – это всего лишь программа. Определяющую роль играет специалист-геолог»

Ниже будет приведен список основных операций при компьютерном подсчете запасов. Он универсален, и применяется во всех системах.

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. Сбор и импорт данных.
2. Проверка данных, создание баз данных.
3. Статистический анализ данных опробования
4. Интерпретация минерализации
5. Каркасное моделирование.
6. Выборка проб
7. Статистический анализ выбранных данных опробования

8. Подавление ураганных содержаний
9. Расчет композитных интервалов
10. Геостатистический анализ
11. Блочное моделирование.
12. Интерполяция содержаний.
13. Проверка блочных моделей.
14. Классификация запасов по категориям и формирование итогового отчета.

Сбор и импорт данных

Первое, с чем приходится сталкиваться при моделировании месторождений, это сбор первичной информации, который чаще всего заключается в переводе данных первичной геологической информации с бумажных носителей: журналы опробования, документации выработок, каталога координат маркшейдерских точек, планов, разрезов, в электронный файловый вид. В современной геологии основная часть документации обязательно ведется в электронном виде, что значительно у прощает процесс сбора.

Основными типами данных являются:

1) графическая информация (карты, планы, разрезы, топооснова);

2) аналитические данные (данные опробования), включая:

а) опробование канав с результатами анализов проб;

б) опробование борозд в карьере с результатами анализов проб;

в) опробование скважин с результатами анализов проб;

г) данные шламового бурения.

3) топо-маркшейдерские данные, включая:

а) координаты точек устьев и трасс канав (борозд);

б) координаты устьев скважин;

в) координаты линий профилей;

г) координаты линий проекций;

4) геофизические данные (инклинометрия скважин, каротаж);

5) литология (данные геологической документации);

Основным методом ввода текстовых данных в ГГИС является импорт. При этом данные хранятся в табличной форме, и на основе этих таблиц в дальнейшем формируется база данных. Micromine использует два типа баз данных (БД) БД скважин и БД канав. БД скважин состоит обычно из трех файлов, связанных по ключевому полю названия скважины:

- Файл устьев, включающий обязательные поля *Номер скважины, Координаты Восток (X)*, *Север (Y)* и *Высота (Z)*, *Общая глубина скважины*;

– Файл инклинометрии скважин, включающий обязательные поля *Номер скважины, Глубина замера, Угол, Азимут;*

– Файл опробования скважин, включающий обязательные поля: *Номер скважины*, *От, До (поля интервалов)*, содержание полезного компонента в пробе.

БД канав состоит обычно из 2 файлов: пикетов и опробования.

Как видно, файл литологии не относится к обязательным. Дело в том, что объем информации, которую надо заносить в базу для моделирования, для каждого месторождения свой и зависит исключительно от особенностей геологического строения и оруденения. В некоторых случаях (жилы) файл литологии обязателен, поскольку подсчет производится непосредственно в контуре жилы.

Также в ГГИС можно внести графическую информацию. Это делается путем «привязки» изображения, так же, как и в ГИС- системах, с той разницей, что привязка происходит в трехмерной среде.

Проверка и создание баз данных

Проверка данных – это необходимая операция, которая должна повторяться каждый раз, когда база данных обновляется. От зарубежных геологов пришла хорошая поговорка, которая говорит «Мусор на входе – мусор на выходе». Действительно, нельзя построить корректную модель, имея некорректную базу данных, поэтому процессу проверки данных необходимо уделять максимально пристальное внимание. Операцию проверки и создания баз данных можно разделить на три этапа: автоматическая проверка, создание баз данных, визуальная проверка.

При автоматической проверке файлы для создания баз данных проверяются на предмет отсутствующих или перекрывающихся интервалов опробования, дублированных названий скважин и качества данных инклинометрии. Кроме того, все цифровые поля проверялись на предмет выявления таких ошибок, как правильность координат устьев скважин и трасс канав, наличие отрицательных значений в полях результатов опробования, наличие символьных записей в числовых полях.

После проверки данных создаются базы данных. Для удобства использования принято для каждого типа горных выработок создавать отдельную БД. После визуализации данных можно произвести визуальную проверку, чтобы убедиться в том,

что данные опробования, инклинометрии, координат и интервалов зон соответствуют погоризонтным планам и разрезам месторождения. Кроме того, визуальная проверка осуществляется в трехмерной среде, куда загружается вся аналитическая база данных. Устья буровых скважин и их проложения загружаются совместно с планами опробования, топографии. Таким образом производится своеобразная «перекрестная» проверка.

Статистический анализ данных

Целью статистического анализа при моделировании является:

– определение естественного природного борта минерализации в рудных зонах для последующей интерпретации;

– определение типа распределения в рудах;

– выделение однородных статистических популяций.

Природный борт (он же естественный, он же геологический) – минимальное значение содержания полезного компонента, при котором начинается оруденение. Он отражает только природное (геологическое) распределение элементов в пределах минерализованных зон. Другими словами, примененные бортовые содержания отражают природную (геологическую) границу между минерализованными зонами и вмещающей породой в тех местах, где геологический контакт неясен. Определение природного борта состоит из следующих основных этапов:

1. Создается файл общего опробования.

2. Проводится классический статистический анализ данных опробования с целью установления законов распределения и основных статистических показателей, особенно – коэффициента вариации, который равен отношению стандартного отклонения к среднему значению массива. Если в урезанном от ураганов файле этот параметр превышает 2, то массив содержит качественно отличающиеся популяции, поэтому использование для интерполяции широко распространенного ординарного кригинга здесь будет проблематичным.

3. Определяются значения природного борта и порога ураганных содержаний по графикам накопленных вероятностей. Методика заключается в том, что после выявления закона распределения строится график вероятности, либо график накопленной частоты на вероятностной бумаге (рис. 2.1). В обоих случаях на графиках будут явно выделяться определенные точки. Точка «А» - точка пересечения графика накопленной вероятности и нормальной прямой. Значение в точке «А» является граничным между условно «рудными» и «безрудными» популяциями, то есть природным бортовым

содержанием. Точка «В» - точка явного перегиба графика накопленной вероятности при частоте встречаемости более 99,5%. Значение в точке «В» является нижним порогом природных ураганных содержаний. Все значения выше него заменялись на равное ему, а затем повторно рассчитывался коэффициент вариации.

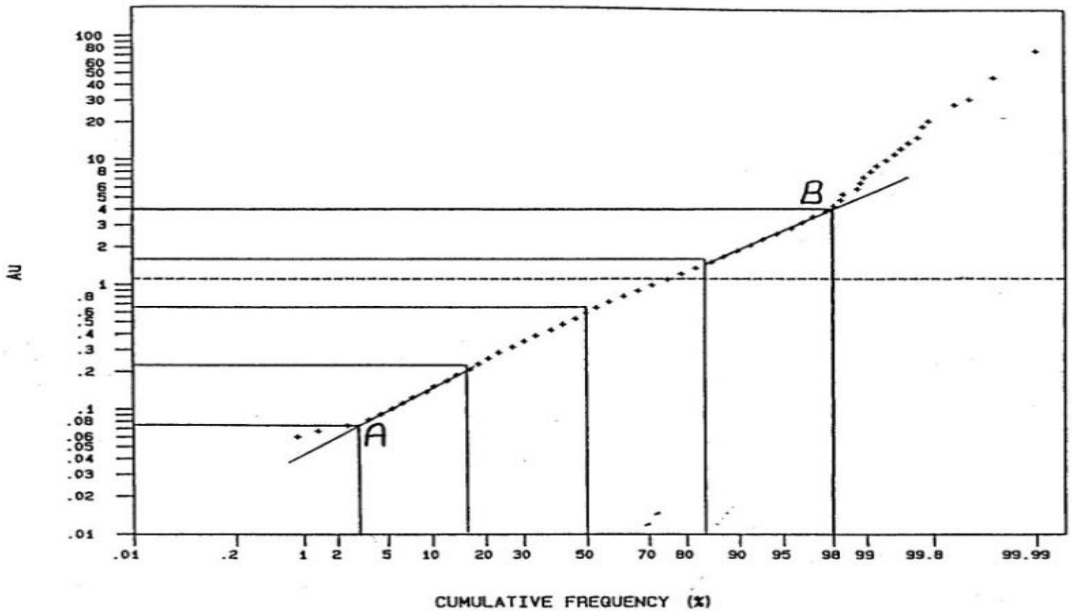

Рис. 2.1. Пример графика накопленной частоты встречаемости для Au.

Интерпретация минерализации.

Для интерпретации в разрезах и планах используется чертежная графика в виде предварительно привязанных в среде *Vizex* планов и разрезов. Предварительно создаются формы разрезов, соответствующие разведочным профилям.

Интерпретация проводится путем привязки точек стринга к интервалам опробования скважин, канав или борозд, т.е. чтобы создаваемый стринг контура рудного тела был не в плоскости разреза, а соединял рудные интервалы скважин, канав или борозд в трехмерном пространстве.

Общая методика интерпретации (оцифровки) рудных тел выглядит следующим образом:

1. В редакторе *Vizex* создается новый стринговый файл, открывается форма требуемого разреза и начинается интерпретация;

2. В процессе интерпретации подгружается привязанный растровый файл геологических разрезов с уже отрисованными вручную контурами рудных сечений для учета геологического строения месторождения (либо база литологии);

3. Стринги сначала привязываются к интервалам опробования, а затем в них добавляются дополнительные точки;

4. Все оцифрованные стринги замыкаются;

5. Если рудное тело прерывается, то стринг замыкается на половине расстояния между скважинами (или бороздами), почти всегда по аналогии с ручным подсчетом запасов;

Каркасное моделирование

После окончания интерпретации в трехмерной среде строятся каркасные модели рудных зон, зон анизотропии для геостатистики, топоповерхности, зоны окисления, существующих карьеров.

При создании цифровых каркасов применяется стандартная методика: замкнутые каркасные модели рудных зон строятся путем последовательного, от разреза к разрезу, создания сплошной поверхности между стрингами. При построении каркасных моделей в трехмерной среде загружаются скважины, что позволяет проверять, какие интервалы скважин попадут в каркасную модель. Последний стринг в ряду проецируется на расстояние, равное расстоянию, снятому с проекции рудной зоны при ручном подсчете запасов, для корректности сопоставления объемов рудной массы.

Выборка проб

Выборка данных по буровым скважинам и бороздам представляет собой стандартную процедуру, призванную гарантировать использование корректных проб для классического статистического и геостатистического анализов, а также для процесса интерполяции содержаний. Выборка проб производилась по замкнутым каркасам рудных зон.

Создание композитных интервалов.

Создание композитных интервалов – это стандартная процедура, при помощи которой все интервалы опробования приводятся к одинаковой длине. Это необходимо для того, чтобы при интерполяции содержаний все пробы имели одинаковый вес. Обычно длина композитных интервалов равна стандартной или средней длине опробования.

Геостатистический анализ

Целью геостатистического анализа является создание серии направленных вариограмм, которые могли бы быть использованы как механизм взвешивания для алгоритма обычного кригинга. Параметры вариограмм вносят весомый вклад в определение размеров эллипса поиска и в категоризацию ресурсов.

Отсюда главные цели геостатистического анализа состоят в следующем:

– оценить присутствие направленной анизотропии минерализации;

– оценить пространственную непрерывность минерализации по главным направлениям анизотропии. Непрерывность минерализации может быть оценена путем использования области влияния вариограмм, т.е. расстояния на котором вариограмма достигает абсолютного порога. Соответственно, содержания не могут быть надежно оценены, если радиус поиска для интерполяции содержаний больше размаха вариограммы. Когда вариограмма достигает порога, не существует корреляции между парой проб в пределах расстояния, разделяющего эти пробы;

– получить параметры вариограмм (эффект самородка, абсолютный порог – силл, изменчивость), которые используются в качестве исходных параметров при интерполяции методом обычного кригинга;

– оценить присутствие направленной анизотропии минерализации. Это может быть сделано путем изучения направленных вариограмм. Направленная изменчивость существует, если вариограмма достигает абсолютного порога в пределах разных расстояний по разным направлениям;

Блочное моделирование

Блочная модель – это отображение пространственного объекта в виде совокупности элементарных объемных ячеек. Блочная модель может быть построена на всем пространстве месторождения, однако обычно при ее создании используют готовый каркас или набор каркасов. Полученная таким образом модель пока пуста. Ее ячейки необходимо заполнить значениями. Заполнение ячеек блочной модели – это процесс трехмерной интерполяции, аналогичный двухмерной интерполяции, с помощью которой в ArcGIS строят геохимические поля по сети опробования. Исходными данными для этого процесса являются точки с известными содержаниями, неравномерно распределенные в пространстве (центры интервалов опробования скважин и канав). ГГИС используют несколько методов интерполяции: метод обратных расстояний, ближайших скважин (или

многоугольников), линейный и логнормальный кригинг, а также интерполяцию поверхностей (аналог интерполяции в ГИС).

При использовании метода многоугольника оцениваемой ячейке присваивается значение ближайшей пробы. Особенность этого метода в том, что он способен обрабатывать не только числовые, но и текстовые данные (например, названия пород). Метод обратный расстояний рассчитывает значение в ячейке по нескольким соседним точкам, придавая точке тем больший вес, чем ближе она находится. Кригинг – это геостатистический метод оценки содержания. Как и в методе обратных расстояний, кригинг расставляет веса точкам, участвующим в подсчете. Но при кригинге веса распределяются так, чтобы минимизировать дисперсию оценки (возможную ошибку). Иногда удобнее применять индикаторный кригинг. Этот метод применяет при расчетах веса точек определенные для конкретного типа руды. Для другого типа руды набор весов будет иным.

На месторождениях сложного строения с высокой изменчивостью геологоразведочных параметров расхождения в оценке запасов отмечаются наиболее часто. Дополнительными факторами, осложняющими применение блочного моделирования, здесь являются недостаточная плотность сети по отдельным участкам месторождения и высокие значения эффекта самородков. К объектам этого типа можно отнести жильные зоны, штокверки и штокверкоподобные золоторудные месторождения. В качестве альтернативного метода построения таких моделей может использоваться индикаторный кригинг в модифицированном для этих целей варианте. Задачей его использования является исключение из расчетов проб, находящихся внутри каркаса, но явно не относящихся к рудной части объекта. Индикаторный кригинг проводится предварительно по каждому варианту бортового содержания. При этом значение индикатора 1придается только пробам попадающим в границы рудных интервалов. В их числе могут находиться пробы, не превышающие величину бортового содержания, но включенные в рудный интервал на основе принципа «компенсации». Остальные пробы, не входящие в рудные интервалы, получают индекс 0 вне зависимости от действительного содержания в них полезного компонента.

Значения индикатора определяются для каждого элементарного блока (и субблока) с использованием распространенных методов интерполяции. Далее из расчетов исключаются блоки и соответствующие им пробы, значение индикатора в которых ниже граничной величины. Интерполяция содержаний в оставшиеся блоки проводится с применением обычных процедур (ординарный кригинг, метод обратных расстояний и т.п.).

Граничное значение индикатора в общем случае можно принимать равным 0.5. При необходимости его величина подбирается (тарируется) таким образом, чтобы обеспечить сходство запасов руды в пределах оцениваемого объекта.

Проверка качества блочной модели.

При проведении геостатистического анализа и моделирования выбор всех параметров интерполяции – модельных функций вариограмм, размеров ячеек блочной модели, размеров эллипсоида, параметров декластеризации, заверяется соответствием получившихся результатов исходным данным. Это достигается:

- сравнением гистограммы рассчитанных содержаний в оцениваемом домене блочной модели и гистограммой исходных содержаний по данным опробования в этом же объеме (совпадение свидетельствует о полном соответствии между оценочными и истинным распределением содержания)
- построением линии регрессии между рассчитанными в блоках блочной модели и исходными содержаниями (по всем пробам, попадающим в блок). Когда линия регрессии имеет угол наклона 45^0 это свидетельствует о полном совпадении исходных данных опробования и расчетных данных в оцениваемом блоке.
- выполнением перекрестной проверки

Следует иметь в виду, что при проведении перекрестной проверки необходимо ограничить, а лучше исключить влияние на интерполируемую пробу близрасположенных проб с этого же пересечении. В противном случае результаты перекрестной проверки будут, в основном, отражать лишь воспроизводимость результатов опробования в направлении мощности.

При проведении данных процедур выбор параметров интерполяции может происходить на итерационной основе (перебором вариантов). Значение конкретного параметра интерполяции (выбор значения эффекта самородков или определение параметра декластеризации), которое обеспечивает максимальное качество моделирование по сравнению с другими значениями этого же параметра и принимается при проведении подсчета запасов

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ

Каркасная модель

Подсчет запасов по каркасной модели использует классический механизм, применяемый при ручной оценке. Замкнутая модель рудного тела (солид) разбивают разрезами на подсчетные блоки, для каждого блока по данным опробования ограничивающих его скважин определяют среднее содержание, умножают на его объем и получают запас по блоку. Простое суммирование запасов блоков дает общие запасы по рудному телу.

Блочная модель

Удачно построенная блочная модель лучше, чем каркасная показывает распределение полезного компонента в рудном теле. Общие запасы руды при использовании блочной модели складываются из запасов всех составляющих ее «кирпичиков». Соответственно, подсчет запасов по этой модели точнее. За рубежом использование блочной модели при подсчете запасов является обязательным стандартом. В России пока дела обстоят не так, но это только вопрос времени.

Надо отметить, что при работе геолог обычно применяет обе модели. Каркас, например, используется для ограничения рудного тела на блочной модели.

Классификация запасов

Определяющими факторами категоризации запасов являются сложность геологического строения и плотность разведочной сети. При оценке сложности геологического строения учитывается морфология и размеры рудных тел, их выдержанность и тектоническая нарушенность, степень изменчивости свойств полезного ископаемого.

Блокировка запасов производиться в соответствии с учетом геологических особенностей строения рудных тел (однородности) и плотностью геологоразведочной сети.

Категории присваиваются запасам в подсчетных блоках, размеры которых зависят от производственной мощности горного предприятия и плотности разведочной сети (запасы руды в блоках категории C_1 не должны превышать годовую производительность предприятия, а в блоках категории В – полугодовую). Кроме того, запасы разделяются по экономическому значению на балансовые и забалансовые. Для определения категории

запасов по блокам могут использоваться количественные критерии – точность определения подсчетных параметров и ошибки геометризации.

При выборе плотности разведочной сети, необходимой для получения запасов заданной категории, полезно в качестве ориентировочных данных использовать соответствующие рекомендации по видам полезных ископаемых.

Приемы количественной оценки квалификации запасов включают определение точности подсчетных параметров в блоках на основе изучения характеристик их изменчивости. Эмпирическая оценка точности (погрешности) может определяться с использованием метода разрежения разведочной сети. При блочном моделировании этот критерий может определяться с использованием процедуры условного стохастического моделирования. Кроме того, при наличии участков детализации для решения данной задачи следует определять величину ошибок геометризации по вариантам сети различной плотности.

Дюжев Сергей Валерьевич

Начальник отдела компьютерного моделирования ООО НПГФ «Регис»

Micromine. Учебное пособие.

Изд-во АмГУ. Подписано к печати_____. Формат 60x84/16. Усл. печ. л.1.1____

Тираж 100. Заказ_____.

Отпечатано в типографии АмГУ