


ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ


Руководитель программы
аспирантуры
Профессор В.Н.Гусев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ И НЕФТЕГАЗПРОМЫСЛОВАЯ
ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА, МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО И
ГЕОМЕТРИЯ НЕДР**

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.8. Недропользование и горные науки
Научная специальность:	2.8.3. Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
Отрасли науки:	Маркшейдерское дело и геометрия недр
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	д. т. н., проф. В.Н.Гусев

Санкт-Петербург

№ п/п	Наименование темы	Содержание
1.	Геометрические измерения пространственно-временных характеристик горных объектов	Технические средства, технологии и методики производства геометрических измерений пространственно-временных характеристик состояния земной поверхности, недр, подземного пространства городов и графическое отображение информации в различных видах
2.	Геометризация месторождений полезных ископаемых	Геометризация месторождений полезных ископаемых, свойств и состояний массивов горных пород как основы квалиметрии недр, прогнозирование условий рационального освоения недр, определение потерь и разубоживания полезных ископаемых, типизация горно-геологических условий месторождений
3.	Геологическое изучение эксплуатируемых месторождений	Методы, средства, технологии и организация геологического изучения эксплуатируемых месторождений, повышение эффективности эксплуатационной разведки и геологопромышленной оценки месторождений в процессе их освоения.
4.	Обработка геологической, маркшейдерской и геофизической информации	Методы и системы обработки геологической, маркшейдерской и геофизической информации, а также методов моделирования месторождений, прогнозирование горно-геологических явлений и процессов, создание основ управления ими при горных разработках
5.	Сдвигение и деформации горных пород	Сдвигение и деформации породных массивов и земной поверхности, разработка методов и средств наблюдений, контроля и прогноза геомеханического состояния, моделирование геомеханических процессов

6.	Оценка степени воздействия сдвижений и деформаций на подрабатываемые объекты	Методы оценки деформаций подрабатываемых зданий, сооружений, природных объектов и воздействия на окружающую среду
7.	Устойчивость бортов карьеров, откосов уступов и отвалов, дамб гидроотвалов	Оценки и расчёт устойчивости бортов карьеров, откосов уступов и отвалов, дамб гидроотвалов, влияние подземных горных выработок на устойчивость уступов карьеров, ярусов
8.	Ведение горных работ под водными объектами	Гидрогеологическое и геомеханическое обоснование рациональных способов, схем и техники защиты горных выработок от опасного проникновения воды из подрабатываемых водных объектов, охрана и регулирование запасов подземных вод в районе действующих горных предприятий

УГЛУБЛЕНИЕ, СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗУЧАЕМОГО В ХОДЕ ЛЕКЦИОННЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ МАТЕРИАЛА

Основными задачами самостоятельной работы аспирантов в данном направлении являются:

- анализ, сравнение, обобщение и систематизация учебного материала;
- развитие навыков работы с большими объемами информации;
- создание условий для проявлений творческого подхода к учебным задачам, выдвиганию гипотез, постановке проблем и поиску путей их решения;
- формирование навыков работы в заданном темпе;
- обучение объективной оценке своих знаний и умений;
- помощь в осознании учащимися необходимости самостоятельных действий при решении проблем.

На самостоятельную работу вынесены основные разделы курса, освоение которых предусмотрено рабочей программой. В рамках каждого раздела предусмотрены следующие виды работ:

- изучение и анализ литературных источников,
- вопросы для самопроверки знаний.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ И ОФОРМЛЕНИЕ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Целью практических задач по дисциплине является совершенствование имеющихся и привитие новых навыков решения поставленных практических задач, получения результатов и их оформления в соответствии с требованиями предприятий.

При подготовке к лабораторным и/или практическим работам аспирант должен ознакомиться с методическими указаниями. Для выполнения работы аспиранту необходимо понимать:

- цель работы
- имеющиеся исходные данные, либо открытые ресурсы для их поиска
- порядок выполнения работы
- требуемые результаты работы
- требования к оформлению отчета
- требования к оформлению графической документации

Цель, исходные данные, порядок выполнения и результаты работы содержатся в методических указаниях и проговариваются преподавателем непосредственно на занятии. Требования к оформлению отчетов и графической документации являются общими для Университета и изложены в правилах оформления курсовых и квалификационных работ.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Геодезия и Геометрия недр [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Н. Попов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2010. — 453 с. —
2. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66452>.
3. Попов, В.Н. Геодезия и Геометрия недр [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Попов, В.А. Букринский. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2007. — 453 с. —
4. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3291>.
5. Ломоносов Г.Т. Горная квалиметрия. М: МГГУ. 2000.
6. Истратов И.В. Геометризация геологических тел. -М.: Недра, 1996.
7. Такранов Р.А., Павлов С.П. Горно-геометрический анализ трещиноватости угольных пластов и вмещающих пород: Учебное пособие / СПГГИ(ТУ) – СПб, 1996.
8. Правила оформления курсовых и квалификационных работ: Методические указания / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: И.О. Онушкина, П.Г. Талалай. СПб.: 2016. 58 с.
9. http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/rules1_0.pdf

ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ И ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. *Какие категории запасов выделяются по разведанности (изученности)?*
2. *Запасы в разной мере пригодные к промышленному освоению считаются...*
3. *По промышленно-экономической значимости запасы разделяются на ...*
4. *Граница естественного выклинивания залежи называется...*
5. *Какие параметры необходимы для подсчета количества запасов?*
6. *Способы определения объемной массы полезного ископаемого.*
7. *Изомощности залежи строят по ...*
8. *План изоглубины залегания залежи строится с использованием ...*

1. *Что предопределяет выбор способа подсчета запасов?*
2. *Запасы мощных крутопадающих тел подсчитываются по...*
3. *Запасы пластовой залежи при складчатом залегании подсчитываются по...*
4. *Преимущества способа подсчета запасов по вертикальным геологическим разрезам.*
5. *Подсчет запасов способом ближайших районов целесообразно использовать...*
6. *Особенности определения запасов межконтурной полосы способом ближайших районов.*
7. *Для использования способа изолиний П.К.Соболевского необходимы...*
8. *Сущность подсчета запасов способом среднеарифметического.*
9. *При подсчете запасов менее точно определяются...*

1. *Основные способы маркшейдерского контроля объема добычи.*
2. *Виды маркшейдерских съемок склада добытого полезного ископаемого: навалов, штабелей, бункеров.*
3. *Основы управления запасами.*
4. *Изменение (движение) запасов вызваны...*
5. *Что считается потерями? Подразделение потерь.*
6. *Прямые способы определения потерь.*
7. *Косвенные способы определения потерь.*
8. *Разубоживание полезного ископаемого при добыче происходит*

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Определение геометрии недр и геометризации месторождений

Интенсивная разработка месторождений полезных ископаемых на основе комплексной механизации и автоматизации процессов добычи, планирование добычи с наименьшими затратами средств и потерями полезного ископаемого, с заданным качеством руды и содержанием компонентов, применение ЭВМ при планировании разведочных и горных работ, а также безопасность ведения горных работ и решение ряда других вопросов предъявляют определенные требования к выявлению пространственного размещения горно-геологических показателей месторождения и математическому их выражению.

В этой связи **геометризации недр**, геометрическому и математическому выражению размещения изучаемых показателей, которые затруднительно или невозможно выразить аналитически, уделяется все большее внимание как при разведке, так и: особенно при разработке месторождений полезных ископаемых. Решение сложных задач при разработке месторождений, связанное с определением взаимосвязи между горно-геологическими, техническими и экономическими факторами, изменяющимися, как правило, в больших пределах, стало возможным при широком использовании математических методов ЭВМ и геометрическом выражении и интерпретации рассматриваемых горно-геологических показателей.

Если на маркшейдерских планах и разрезах, не будут изображены форма разрабатываемой залежи, условия ее залегания и размещение запасов полезного ископаемого, его разновидностей и компонентов, то нельзя правильно запроектировать и осуществить строительство горного предприятия, правильно выбрать систему разработки месторождения. Без этого нельзя также установить взаимосвязь в размещении минерализации со структурой месторождения, что необходимо для правильного ведения на месторождении дальнейших разведочных и горных работ.

Геометрия недр - раздел науки о геометрическом моделировании формы залежи, свойств (качества) полезных ископаемых и процессов, происходящих в недрах, методах подсчёта и управления запасами, методах решения геометрических задач, связанных с проведением горных выработок.

Геометризация месторождений полезных ископаемых - совокупность наблюдений, измерений, вычислительных и графических работ, имеющих целью получить геометрическое выражение форм, свойств полезных ископаемых, условий их залегания и процессов, происходящих в недрах.

Геометрия недр изучает:

- формы и размеры залежей минерального сырья, их пространственное положение в недрах и условия залегания
- размещение в недрах запасов полезных ископаемых в целом по сортам (маркам), по степени их подготовленности к добыче и по степени их изученности
- размещение залежей, а также полезных и вредных компонентов
- способы определения и учета добычи, потерь, разубоживания при добыче, способы подсчета запасов и учета их движения при разработке месторождений
- процессы при изменении формы и свойств во времени, происходившие в недрах или происходящие в результате проведения горных выработок
- геометрические методы решения различных задач горного и геологоразведочного дела

Геометризация месторождений - геометрическое и математическое выражение размещения в пространстве изучаемых показателей.

Теоретическая основа методики геометризации месторождений полезных ископаемых и геометрических методов и приемов решения задач горного дела:

- теория геологического/геохимического поля,
- теория поверхностей топографического порядка и математических действиях над ними,
- вероятностно-статистические и другие математические методы,
- учение о проекциях.

Геометрия недр опирается на непосредственные геологические наблюдения, геодезическо-маркшейдерские съемки, измерения, которые проводят в обнажениях горных пород на земной поверхности, в различных горных выработках; на данные разведочных буровых скважин, геофизические наблюдения, лабораторные исследования. Многочисленная исходная информация при геометризации недр требует ее систематизации, предварительной обработки и оценки точности. Поэтому имеется органическая связь геометрии недр с общетеоретическими науками — физикой, химией, математикой. Геометрия недр без геологии немыслима. Это две неразрывные стороны одного и того же объекта. Геометрическое моделирование месторождений необходимо для его всестороннего геологического изучения и рационального освоения. В связи с последним геометрия недр тесно связана с горнотехническими дисциплинами, такими как методика и техника разведки, вскрытие месторождений, системы разработки, комплексная механизация производства горных работ и др.

В недрах каждый показатель размещается в виде поля свойств тел полезных ископаемых и месторождений – область пространства, в каждой точке которого определена некоторая физическая величина.

Геометризация месторождений – выявление и геометрическое выражение функции пространственного размещения показателя

Задача геометризации месторождения

Структура поля размещения каждого показателя, как и структура любого физического поля, слоисто-струйчатая (рис. 1). Слои с соответствующими значениями, как бы они не были смяты, не пересекаются. Однако слои полей различных показателей могут пронизывать друг друга. В любом плоском сечении, например P1, P2, P3, поле представляется поверхностью.

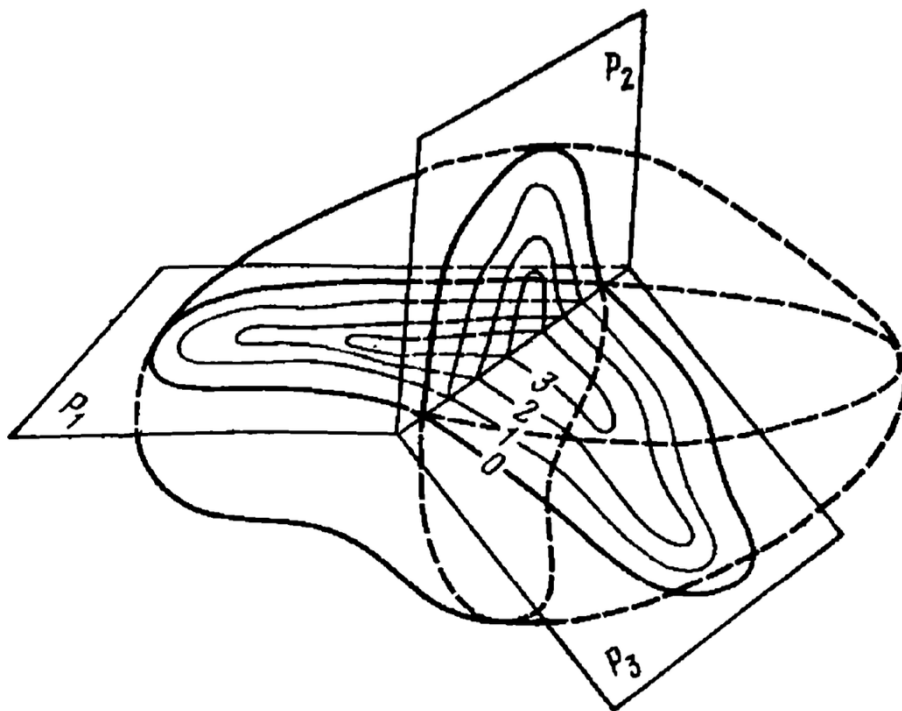


Рис.1. Общий вид слоисто-струйчатой структуры поля свойств

Поля могут быть общие, охватывающие все месторождение, и частные—в пределах одной залежи или ее части.

По образованию поля могут быть гомогенными (если характеризуемое свойство имеет только одну форму своего проявления или нахождения) и гетерогенными (если таких форм проявления или нахождения несколько). Например, геохимическое поле серы и рудных тел Алта́йских месторождений— гетерогенное, так как сера входит в состав пирита, халькопирита, сфалерита и галенита, соотношение которых по стадии минерализации существенно изменяется.

В зависимости от характера изучаемых показателей все геологические поля подразделяют на две группы: скалярные и векторные (рис. 2).

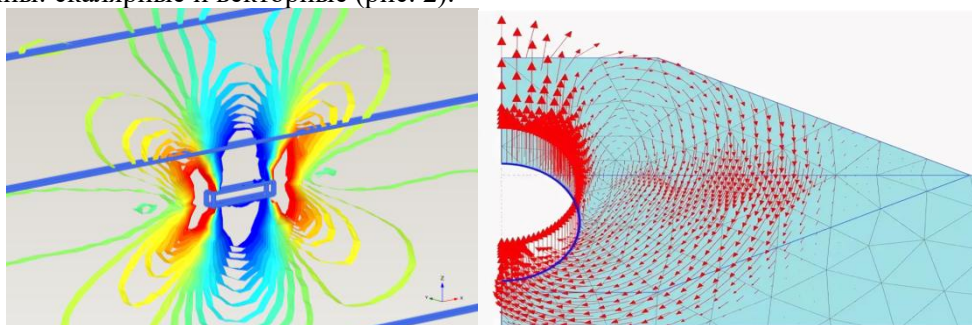


Рис.2. Примеры графического отображения скалярного (слева) и векторного (поля) при моделировании абсолютных прогнозных величин деформаций и направлений сдвижения в массиве в программе Plaxis 3d

К скалярным полям относятся размещения геохимических, морфометрических других показателей изучаемого объекта, характеризующихся скалярными величинами, для задания которых в каждой точке пространства достаточно знать модуль и знак.

К векторным относятся поля векторных величин, характеризующихся модулем и направлением.

При этом любое скалярное поле может быть преобразовано в векторное, если изучать не исходные величины, а их производные скорости изменения (градиенты поля).

В зависимости от изменения зафиксированных при изучении объекта величин во времени все разновидности геологических полей подразделяют на стационарные (неизменные во времени) и динамические.

Это деление условно и зависит от принятого промежутка времени, но оно необходимо, так как определяет методику их изучения.

Различные показатели месторождений полезных ископаемых характеризуются следующими видами функций:

1. Реально существующих поверхностей: земной поверхности, поверхности литологических

разностей, кровли и почвы залежи, тектонических разрывов и пр.

2. Поверхностей реально в природе не существующих, но являющихся производными от реальных поверхностей: изомощности залежи или изолинии поверхности «осажденной залежи», которую получают в результате деления залежи на элементарные столбики высотой, равной мощности залежи

3. Выражающих поверхности условные, не существующие реально и не всегда связанные зависимостью с реально существующими поверхностями месторождения: размещение раз- личных компонентов в залежи, которое представляется изолиниями поверхности «осажденного слитка».

Функции первого и второго вида выражают графиками структурные показатели залежи, устанавливаются по значениям показателей, измеренным в отдельных точках. Функции третьего вида, выражающие графиками качественную характеристику залежи и размещение ее свойств устанавливаются по средним значениям показателя в некоторых объемах, относимым к их центрам.

Контрольные вопросы и задания:

1. Дать все полные определения геометрии недр.
2. Дать все полные определения геометризации месторождения
3. Изложить теоретическую основу геометризации месторождения
4. Дать определение понятия поля свойств
5. Изложить классификацию полей свойств

Методы анализа

Числовое значение некоторого свойства в пространстве недр можно рассматривать как функцию от пространственного положения точки или центра элементарного объема и времени t :

$$P = f(x, y, z, t) \quad (1)$$

В явном виде эта функция в большинстве случаев не может быть выражена. Однако если в пределах рассматриваемого пространства недр она удовлетворяет условиям конечности, однозначности, непрерывности и плавности, то по отдельным измерениям и числовым значениям при соответствующей их математической обработке закономерность изменения этого свойства может быть выявлена и выражена геометрически системой изолиний.

Первые два условия — конечность и однозначность — очевидны и не вызывают сомнений.

Иного порядка свойство непрерывности и плавности изменения функции, особенно 3-го рода. Конкретные данные реальных наблюдений (прерывистый характер оруденения) на первый взгляд противоречит этому.

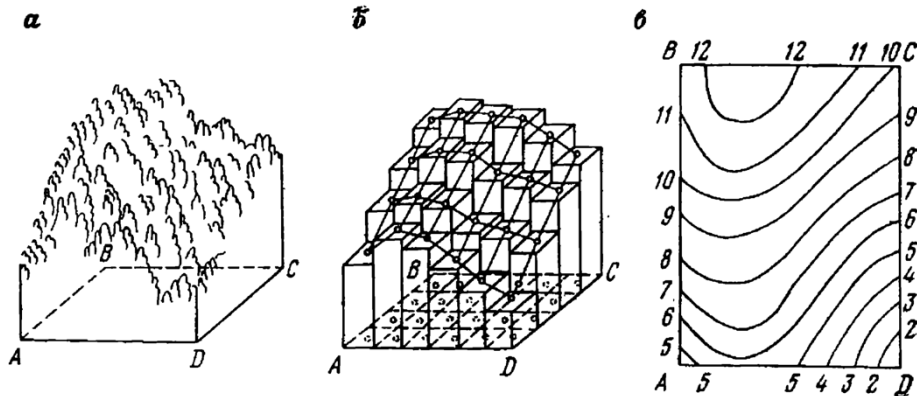


Рис.3. Геометрическая интерпретация размещения оруденения

Пусть имеется план месторождения, на котором у большинства точек сплошного опробования выписаны числовые значения содержания какого-нибудь компонента и по ним построена поверхность (рис. 3, а). На первый взгляд по мелкозернистой, прерывистой поверхности какой-либо плавности и непрерывности в изменении содержания компонента не замечается. Но если на план наложить лист с вырезанным небольшим отверстием — окном, вычислить среднее содержание компонента из значений, попавших в пределы окна, и отнести это среднее к центру окна, то обнаруживается, что при плавном перемещении окна по плану (скользящее окно) также плавно изменяется среднее содержание компонента (рис. 3, б). Метод обработки данных опробования, заключающийся в применении скользящего статического окна, позволяет с определенной средней погрешностью перейти от хаотической многогранной пирамидальной поверхности сначала к призматической, а затем к некоторой плавной топографической поверхности, выражающей в изолиниях наиболее вероятную закономерность размещения средних значений показателя (рис. 3, в).

Если из уравнения (1) исключить время t считая, что за период изучения свойство объекта практически не изменится, то для некоторого плоского сечения, имеющего постоянную отметку z , численные значения функции будут зависеть от изменения аргументов x и y и выражаться функцией топографического порядка:

$$P_z = f(x, y) \quad (2)$$

Любое свойство геохимического поля в любом плоском сечении (слое) геометрически выражается системой непересекающихся изолиний.

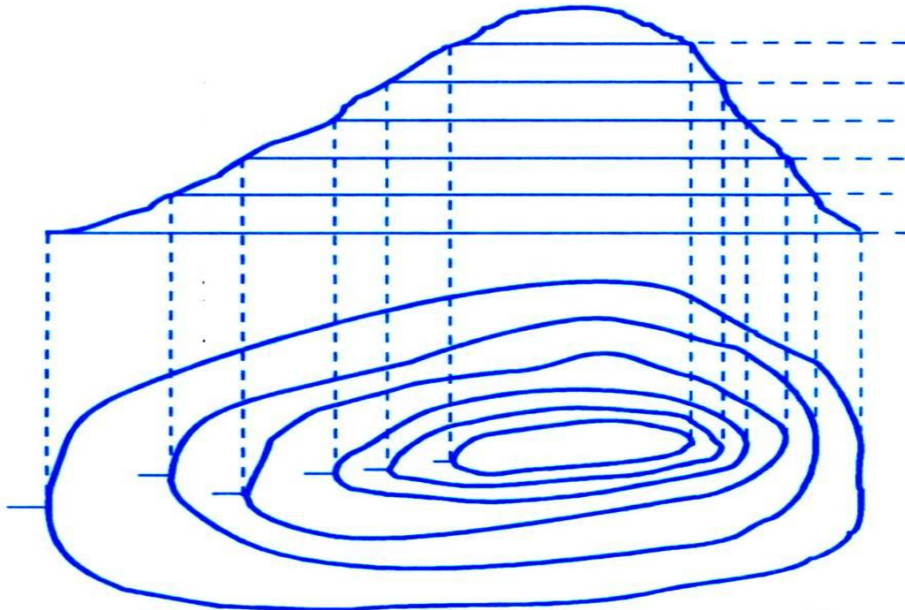


Рис.4. Пример формирования изолиний поверхности

Методом изолиний при геометризации недр изображаются поверхности не только реальные, но и условные. Сложность поверхностей зависит от ряда геологических факторов. Поэтому построение изолиний размещения какого-либо показателя при геометризации недр по данным наблюдений в отдельных точках несравненно сложнее построения изогипс земной поверхности.

Степень достоверности, которую дает изображение той или иной поверхности на плане в изолиниях, зависит от показателя, его изменчивости, густоты и соответствия разведочных точек (определений, измерений) характерным точкам объекта, размера, ориентировки проб и масштаба плана.

Изолинии — геометрические места точек с одинаковыми значениями показателя недр. Их строят как по результатам измерений в отдельных точках, так и по средним значениям группы точек, относимым к их центру, двумя способами — не- посредственным и косвенным.

Схема геометризации месторождения

Геометризация предусматривает сбор исходных данных, их предварительную обработку, систематизацию, оценку точности, построение геолого-математической и геометрической модели с последующей оценкой ее качества (точности) и использованием модели при освоении недр, а также выработке новых гипотез о геологии месторождения. Общая схема геометризации представлена на рис. 4.

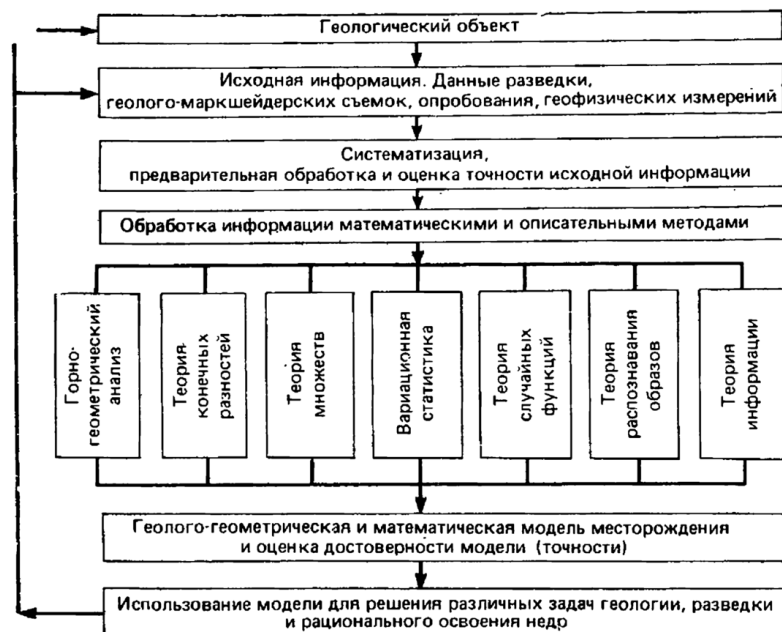


Рис.5. Общая схема геометризации

Для осуществления геометризации месторождений необходимо, чтобы интересующие нас показатели залежи и боковых горных пород в различных точках были измерены и выражены числом. Эти измерения и определения выполняются при разведке и эксплуатации месторождений. Вначале они выражаются в виде таблиц, отдельных зарисовок, фотоснимков и описаний, затем эти данные обрабатываются и обобщаются. Обобщение данных наблюдений производят с помощью вероятностно-статистического математического аппарата. По результатам обработки с учетом геологических особенностей месторождения строят специальные горно-геометрические графики, дающие уменьшенное, подобное и наглядное изображение формы залежей месторождения, их положения в недрах и геометризацию размещения свойств.

При построении горно-геометрических графиков не только увязывают и обобщают данные наблюдений, но и выявляют и устраняют отдельные ошибки измерений и графических построений.

Геометризация месторождения производится последовательно на каждой стадии его разведки и разработки.

В зависимости от этапа изучения месторождения, конкретных задач и масштабов составления горно-геометрических чертежей различают региональную, детально-разведочную и эксплуатационную геометризацию месторождений.

Региональная геометризация осуществляется в мелких масштабах (1:50000—1:500000) по данным поисковых работ, космической, аэрофотографической, геологической и геофизической съемки. Она позволяет делать широкие обобщения и общие прогнозы, определять районы, перспективные для дальнейшей разведки месторождений.

Детально-разведочная геометризация осуществляется в масштабах от 1:5000 до 1 : 50000 на основе данных детальной разведки, геологической структурно-геологической и геофизической съемок. На этой стадии составляют различные горно-геометрические графики формы, условий залегания залежи, размещения в них компонентов и пр. По материалам геометризации оценивают месторождения, подсчитывают запасы, проектируют горные предприятия.

Эксплуатационную геометризацию составляют в масштабах 1:100— 1:5000. Ее проводят на основе материалов детальной разведки и богатой горно-геологической информации, получаемой при проходке подготовительных и очистных горных выработок.

Эксплуатационная геометризация позволяет вскрывать закономерности структурного и качественного характера, на основе которых становится возможным строить прогнозы на ближайшие участки недр и планировать рациональную их раз- работку.

Контрольные вопросы и задания:

1. Изложить алгоритм вывода функции изолинии.
2. Дать определение горизонтали (изолинии)
3. Отобразить базовые элементы схемы геометризации
4. Привести определение термина «Региональная геометризация»
5. Привести определение термина «Детально-разведочная геометризация»
6. Привести определение термина «Эксплуатационная геометризация»