МАТЕМАТИКА В ГЕОЛОГИИ

Ш.С. Нозирзода, студент группы 10741,
научный руководитель: Гиль Л.Б.,
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: shoni_1997@mail.ru

В связи с расширением возможностей современных физико-химических методов, а также бурным развитием электронно-вычислительной техники, наблюдается широкое проникновение математических методов во все отрасли естественных наук, в том числе и в геологии. Необходимость применения математических методов при обработке и обобщении геологических данных все острее ощущается и в таких дисциплинах, как палеонтология, стратиграфия, структурная геология, литология, петрография, и др., которые считались чисто описательными. Из года в год поток количественной информации возрастает, а визуальные методы анализа и обобщения эмпирических данных не обеспечивают извлечения из него всей возможной полезной информации, что снижает эффективность проведения геологоразведочных работ. Но это оружие будет эффективным лишь в том случае, если теоретическими основами математического моделирования геологических процессов и объектов овладеют широкие массы геологов. Особенности использования математических методов в геологии и разведке.

Широкое внедрение математических методов в геологическую науку и практику сопряжено с рядом объективных трудностей. Геология принадлежит к описательным наукам. Экспериментальной основой в геологии являются полевые наблюдения и результаты их камеральной обработки, по данным которых строятся гипотезы и делаются теоретические обобщения. В математике они однозначны, логически совершенны и предельно лаконичны. В геологии же основная масса понятия неоднозначны и многоплановы. Каждый геолог определяет и описывает геологические явления с позиции собственного подхода к пониманию явления или предмета, вследствие чего описания лишены однозначности, отличаются сложностью и многоплановостью. Нетрудно заметить, что петрографические классификации горных пород не удовлетворяют требованиям математической логики, т.к. в основу ее положен комплекс различных признаков, которые сочетаются в сложной последовательности и взаимоотношениях.

Геологи считают возможным использовать и используют математические методы для обработки и обобщения экспериментальных данных, причем формализации подвергается не вся геологическая наука, а только объект наблюдения. Такой процесс рассматривается как геолого-математическое моделирование, при выполнении которого гарантируется соответствие геологических и математических моделей. Принципы и методы геолого-математического моделирования. Моделирование как средство познания закономерностей широко используется в различных областях науки и техники. Понятие модели в настоящее врем, весьма обширны. Различают:

1. Физическое моделирование – процессы, происходящие в земной коре, используются в экспериментальной геотектонике, петрографии, геохимии и др.

2. Графическое – используется в геологии и в горно-маркшейдерском деле (карты, планы, графики). Модели в изолиниях признают – отражают морфологические свойства и внутреннее строение изучаемых объектов.

3. Математические модели – используются при изучении свойств, морфологии и строении геологических образований. Природные геологические системы не поддаются безупречному количественному описанию, вследствие чего строгое понятие закона заменяется при их изучении более широкие, хотя и расплывчатым понятием модели.

В отличие от закона, модель обеспечивает лишь приближенное представление о строении объекта. Любая модель позволяет судить не о всех, а только о тех свойствах системы, для осуществления которых осуществлялось моделирование. Объектами моделирования могут быть отдельные участки земной коры, а также различные свойства природных геологических образований – пород, минералов, полезных ископаемых. В процессе моделирования познаются те свойства, знания которых необходимо для решения научных и практических задач. Моделированию могут быть подвергнуты и процессы, происходящие в земной коре (условия формирования минералов, пород) В качестве математических моделей используются символы и формулы, описывающие количественные взаимосвязи и закономерности распределения изучаемых геологических признаков.

Природные геологические объекты обладают рядом специфических особенностей, которые определяют методику их изучения:

1. Горные породы и содержащиеся в них полезные ископаемые скрыты в недрах и недоступны для непосредственного наблюдения;

2. Размеры изучаемых объектов несоизмеримо больше, чем размеры естественных или искусственных объектов, по которым производится их изучение;

3. Изучаемые объекты – обладают сложным внутренним строением.

Например: Золоторудные месторождения обычно состоят из отдельных сближенных золоторудных залежей, разделенных участками слабоминерализованных пород. Золоторудные залежи так же обладают прерывистым строением и представлены чередованием рудных гнезд с участками пустых пород, а каждое гнездо состоит из чередующихся золотосодержащих и без рудных минеральных агрегатов. Для изучения горных пород и полезных ископаемых, скрытых в недрах, следует применять сеть естественных и искусственных обнаружений. В качестве искусственных обнаружений используются разведочные горные выработки и скважины, по которым производятся геологические наблюдения, отбираются образцы и пробы для изучения свойств изучаемых объектов, положенных в основу геологических исследований. Перечисленные особенности определяют основные принципы математического моделирования природных геологических образований и их свойств, которые сводятся к следующему: математическое описание свойств природных геологических объектов должно производится на основе системного подхода к оценке особенностей их внутреннего строения, для этого внутреннее строение объектов рассматривается как система, определяющаяся совокупностью множества условно однородных структурных единиц, которые выступают на данном уровне строения как элементы неоднородности. Не соответствие между размерами обнаружений и самих природных скоплений не дает возможности получить однозначного ответа, ведь фактические данные между пунктами наблюдений практически не могут быть получены.

Последовательность операций математического моделирования можно показать на нескольких примерах.

Например: Рудное тело имеет длину по простиранию $a = 500$ м, по падению $b = 200$ м, видимую среднюю мощность на дневной поверхности $m = 8$ м, угол падения $\alpha = 65$. Необходимо оценить объем рудного тела. Из условия задачи понятно, что определена система (объект исследования) – рудное тело, измерены его параметры: размеры по простиранию и падению, мощность и угол падения, т.е. выполнены две операции моделирования.

Наиболее ответственна третья операция – создание геологической модели рудного тела. Возможно несколько альтернативных вариантов предположений о форме рудного тела:

а) рудное тело сохраняет протяженность и мощность на глубине, т.е. имеет форму параллелепипеда;

б) рудное тело выклинивается на глубине в линию, т.е. имеет форму клина;

в) рудное тело выклинивается на глубине в точку, т.е. имеет форму пирамиды.

Возможны и другие предположения о форме рудного тела на глубине. При существующем объеме геологической информации сделанные предположения о форме рудного тела равновероятны.

Четвертая операция – это выражение в виде математических формул геологических предположений о форме рудного тела. Предварительно необходимо уточнить, как ориентирована видимая мощность. Положим, что она горизонтальная, тогда истинная мощность рудного тела $m_{ист} = m\sin\alpha$. Запишем три формулы объема:

а) объем параллелепипеда $V = a \times b \times m \times \sin\alpha$;

б) объем клин $V = 1/2\ a \times b \times m \times \sin\alpha$;

в) объем пирамиды $V = 1/3\ a \times b \times m \times \sin\alpha$

Из сравнения формул видно, что объем рудного тела существенно зависит от предположения о его форме, различаясь по вариантам в 3 раза. Пятая операция – вычисление (прогнозирование) объема рудного тела по приведенным формулам:

а) объем параллелепипеда $V = 725{,}0$ тыс.м^3;

б) объем клина $V = 362{,}5$ тыс.м^3;

в) объем пирамиды $V = 241{,}7$ тыс.м^3.

Таким образом математические методы в геологии – использование математических методов в геологических исследованиях обеспечивает воспроизводимость результатов, позволяет максимально унифицировать форму представления материала и производить его обработку сообразно системе строгих, логически непротиворечивых правил.

Литература.

1. Дементьев Л.Ф. Математические методы и ЭВМ в нефтегазовой геологии. Учебное пособие для вузов. М., Недра, 1983. – 189 с.
2. Геологический словарь. Т.2. – М.: Недра, 1978. – 456с.
3. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Научные основы поисков и разведки: учебник. – М.: Недра, 1984. – 285с.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ

А.А. Садыков, студент гр.10741, М.С. Нигматов, студент гр. 10751,
научный руководитель: Гиль Л.Б.,
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail:m.nigmatov09@gmail.com

Математические основания подхода, получившего название «теория катастроф» к качественному описанию разнообразных физических и социальных явлений, были разработаны учёными-математиками в последние десятилетия.

Цель нашей работы работы: дать обзор математических идей, стоящих за подходом «теория катастроф», рассказать о некоторых работах, в которых были сделаны первые шаги на пути практического применения этого подхода в различных областях деятельности человека.

В процессе самоорганизации технико-экономических систем возникают диссипативные структуры. Моделями диссипативных структур в фазовом пространстве служат аттракторы. В процессе самоорганизации возможен случай, когда система *перескакивает* от одного аттрактора к другому (эти резкие переходы иногда называют сменами фаз). Этим свойством обладают так называемые *градиентные динамические системы*.

Математическое описание скачкообразных изменений поведения системы в фазовой плоскости и дает элементарная теория катастроф.

Математическую схему, в которую укладываются применения теории катастроф, можно представить следующим образом. Рассматривается динамическая система, то есть система обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, разрешенная относительно производных, правые части которой зависят от параметров:

$$x_1' = f_1(x_1, \ldots x_n;\ u_1, \ldots u_k)\,.$$

Фазовый портрет системы (то есть картина расположения интегральных кривых в пространстве O_{x1}, …, x_n, называемом фазовой плоскостью) меняется при изменении параметров u_j. При этом возможен более простой случай, когда область изменения параметров в пространстве O_{u1}, …, $_{uk}$, можно разбить гиперповерхностями на ряд областей в конечном числе, так что в пределах каждой области картина качественно остается одной и той же, а при переходах через разделяющие гиперповерхности меняется скачками.

Будем предполагать, что движение в фазовой плоскости совершается по градиентным линиям некоторой функции против градиента, то есть к минимуму. В векторной форме это можно записать так $\vec{x}' = -grad_x F(\vec{x}, \vec{y})$.

Будем также считать, что это движение быстрое (точка достигает минимума или седловой точки быстрее по сравнению с изменениями параметров и останавливается там) . Тогда для каждого значения параметра нам важно отметить в фазовой плоскости точки минимума функции $F(\vec{x}, \vec{y})$. Отметим все стационарные точки (минимумы, максимумы, седла и выраженные особые точки) и заметим, что в типичном случае их конечное число. Главное для нас состоит в том, чтобы проследить за характером их изменения при изменении параметров. Вообще говоря, они изменяются непрерывно, но в отданные моменты могут исчезать или появляться, причем, как правило, парами. Отметим соот-