

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Амурский государственный университет»

Кафедра математического анализа и моделирования

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Математические методы моделирования в геологии**

Основной образовательной программы для специальности 130301.65– Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых (очной и заочной в сокращенные сроки формы обучения)

Благовещенск 2012 г.

УМКД разработан доцентом Труфановым Виктором Александровичем

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры

Протокол заседания кафедры от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г. № \_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Н.Н.Максимова /

**УТВЕРЖДЕН**

Протокол заседания УМСС 010501 – Прикладная математика и информатика

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г. № \_\_\_

Председатель УМСС \_\_\_\_\_ / В.В.Сельвинский /

## СОДЕРЖАНИЕ

I	Рабочая программа учебной дисциплины	4
1	Цели и задачи освоения дисциплины	4
1.1	Цель преподавания дисциплины	4
1.2	Задачи изучения дисциплины	4
2	Место дисциплины в структуре ООП ВПО	4
3	Требования к уровню освоения содержания дисциплины	4
4	Структура и содержание дисциплины	5
5	Содержание разделов и тем дисциплины	5
6	Самостоятельная работа	6
8	Образовательные технологии	6
9	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	6
10	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	7
11	Материально-техническое обеспечение дисциплины	8
II	Краткое изложение программного материала	8
III	Методические указания	
3.1	Методические указания по изучению дисциплины	11
3.2	Методические указания к практическим и лабораторным занятиям	13
3.3	Методические указания по самостоятельной работе студентов	13
3.4	Методические указания по выполнению контрольной работы заочникам	13
IV	Контроль знаний	
4.1	Текущий контроль знаний	14
4.2	Итоговый контроль	15

# **I РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1. Цель и задачи изучения дисциплины**

### **1.1. Цель преподавания дисциплины**

Целью курса «Математические методы моделирования в геологии» является знакомство будущих специалистов геологов с особенностями геологических процессов и явлений как объектов математического моделирования, со спецификой геологических задач, решаемых с помощью математических методов, и факторами, определяющими эффективность их использования.

### **1.2. Задачи изучения дисциплины.**

Задачи изучения дисциплины определяются современными требованиями геологической службы страны к квалификации молодого специалиста геолога, изложенными в Государственном образовательном стандарте высшего образовательного образования по специальности подготовки 130301— Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

### **ЕН.Ф.06 Математические методы моделирования в геологии**

Принципы и методы математического моделирования в геологии; точечные и интервальные оценки свойств объектов; статистическая проверка гипотез; корреляционный, гармонический анализ, применение уравнений регрессии в различных сферах, многомерные статистические модели, анализ образов; геологические, геохимические и геофизические поля как поле пространственных переменных, горно-геометрические модели и тренд анализ; линейная фильтрация; факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических методов в геологии, компьютерный анализ геоинформации.

Курс входит в общематематический и научно-естественный цикл структуры ООП специалиста.

При изучении курса «Математические методы моделирования в геологии» привлекаются понятия и методы математики, информатики, физики, химии, основы геодезии и топографии, общая геология, структурная геология, историческая геология.

Изучаемый курс может быть использован в последующих дисциплинах учебного плана «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых», «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания», курсовом и дипломном проектировании.

## **3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

После прохождения курса студенты обязаны:

### **иметь представление**

- о математическом моделировании;
- о возможности использования математических методов при решении геологических задач;

### **знать и уметь использовать**

- математические модели простейших систем и процессов в естествознании и технике;
- основные принципы геолого-математического моделирования;
- основные типы математических моделей и особенности их использования в различных областях геологии.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Математические методы моделирования в геологии»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 100 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек.	Прак. зан.	Лаб. зан.	Сам. раб.	
1	Введение.	6	1-2	2			5	
2	Статистические решения геологических задач.	6	3-7	5	12		20	Индивидуальные задания
3	Корреляционно-регрессионные модели.	6	8-13	6	14		20	Индивидуальные задания
4	Анализ последовательности данных.	6	14-15	2	4		10	Индивидуальные задания
Всего				15	30		55	

#### 5. Содержание разделов и тем дисциплины

Наименование темы	Лекции (по порядку)	Практика (по порядку)
<b>1. Введение.</b> 1.1. Принципы и методы математического моделирования в геологии. 1.2. Общие сведения о применении математических методов и ЭВМ в геологии и примеры их использования. 1.3. Основные типы геологических задач, решаемых с применением математических методов. 1.4. Моделирование как основной метод геологических исследований. 1.5. Геологические данные. Шкала измерений.	1	
<b>2. Статистические решения геологических задач.</b> 2.1. Точечные и интервальные оценки свойств объектов. 2.2. Статистическая проверка гипотез: параметрические статистические критерии: приближенный критерий нормальности распределения; непараметрические статистические критерии. Критерий согласия Пирсона «хи-квадрат». 2.3 Многомерные статистические модели, анализ образов.	2  3  4(1/2)	1   2-4 5-6
<b>3. Корреляционно-регрессионные модели.</b> 3.1. Корреляционный, гармонический анализ. 3.2. Применение уравнений регрессии в различ-	4(1/2)	7-8

ных сферах. 3.3. Геологические, геохимические и геофизические поля как поле пространственных переменных. Горно-геометрические модели и тренд анализ. Линейная фильтрация.	5,6  7(1/2)	9-11  12-13
<b>4. Анализ последовательности данных.</b> 4.1. Факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических методов в геологии. 4.2. Компьютерный анализ геоинформации.	 7(1/2) 8(1/2)	 14 15

## 6. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в ч.
	1	Домашнее задание	7
1	2	Домашнее задание	6
2	2	Индивидуальное задание №1 Статистические решения геологических задач.	10
3	3	Домашнее задание	6
4	3	Индивидуальное задание №2 Корреляционно-регрессионные модели.	10
5	4	Домашнее задание	6
6	4	Индивидуальное задание №3 Анализ последовательности данных.	10
Всего			55

## 8. Образовательные технологии

Лекции: традиционное и проблемное изложение теоретического материала, текущий устный опрос, использование интерактивных обучающих мультимедиа средств; практические занятия: интерактивные методы решения задач, использование наглядных средств, контрольные работы; консультации, самостоятельная работа, домашние задания.

## 9. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В течение семестра студенты разбирают задания, указанные преподавателем к каждому семинару, разбирают и повторяют основные понятия из теории. Предусмотрены индивидуальные задания и самостоятельные работы.

Вопросы к зачету.

1. Цель и задачи курса.
2. Общие сведения о применении математических методов и ЭВМ в геологии и примеры их использования.
3. Роль российских ученых в развитии математической геологии.
4. Основные типы геологических задач, решаемые с применением математических методов.
5. Моделирование как основной метод геологических исследований.
6. Определение, основные свойства, виды используемых в геологии моделей.
7. Геологические данные.
8. Шкалы измерений.

9. Структурная организация и системный анализ геологических данных.
10. Результаты наблюдений.
11. Выборочный метод исследования.
12. Представительная выборка.
13. Статистические оценки.
14. Свойства оценок.
15. Оценка параметров распределения СВ.
16. Оценка параметров распределения СВ по группированным данным.
17. Интервальные оценки параметров.
18. Статистическое решение задач.
19. Статистический критерий. Ошибки 1-го и 2-го рода.
20. Основное правило проверки статистической гипотезы.
21. Приближенный критерий нормальности распределения.
22. Сравнение двух средних значений.
23. Критерий Фишера.
24. Критерий Стьюдента.
25. Сравнение двух средних значений по результатам зависимых наблюдений.
26. Непараметрические статистические критерии.
27. Критерий согласия Пирсона «хи-квадрат».
28. Проверка гипотезы о законе распределения.
29. Общие сведения о корреляционно-регрессионном анализе данных.
30. Линейная корреляция. Коэффициент линейной корреляции.
31. Статистическая значимость линейной корреляции.
32. Сравнение двух коэффициентов корреляции.
33. Ранговая корреляция.
34. Регрессионный анализ двух признаков. Эмпирическая регрессия.
35. Линейная регрессия.
36. Нелинейная регрессия.
37. Нелинейная корреляция
38. Последовательности событий. Общие сведения и примеры.
39. Вероятности перехода.
40. Проверка гипотезы о марковских свойствах матрицы переходных вероятностей.

### **Темы контрольной работы для заочной формы обучения**

1. Параметрические статистические критерии:
  - приближенный критерий нормальности распределения;
  - критерий Стьюдента.
2. Непараметрические статистические критерии.
  - Критерий согласия Пирсона «хи-квадрат»–проверка гипотезы о законе распределения.
3. Линейная корреляция:
  - коэффициент линейной корреляции;
  - сравнение двух коэффициентов корреляции.
4. Проверка гипотезы о марковских свойствах матрицы переходных вероятностей.

### **10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Математические методы моделирования в геологии»**

- а) основная литература:
  1. Баврин И.И. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учеб.: доп. Мин. обр. РФ / И. И. Баврин. - М. : Высш. шк., 2005. - 160 с.

2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие: рек. Мин. обр. РФ/ В. Е. Гмурман. -12-е изд., перераб. -М.: Высш. образование, 2006. -480 с.
3. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие: Рек. Мин. обр. РФ / В.Е. Гмурман. - 8-е, 11-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2003, 2006 - 406 с.

б) дополнительная

1. Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей и математической статистике [Текст] : [учеб. пособие] / Д. Т. Письменный. - М. : Айрис-пресс, 2004. - 253 с.
2. Андронов А.М. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб./ А.М.Андронов, Е.А.Копылов, Л.Я.Гринглаз. – СПб.: Питер, 2004. – 461 с.
3. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учеб.: рек. Мин. обр. РФ / В. С. Пугачев. - 2-е изд. - М. : Физматлит, 2002. - 496 с.
4. Крамбейн У. Модели геологических процессов [Текст]: введение в математическую геологию: пер. с англ. / У. Крамбейн, М. Кауфмен, Р. Мак-Кеммон. - М. : Мир, 1973. - 151 с.

в) периодические издания

1. Журнал «Математическое моделирование».
2. Журнал «Доклады Академии наук».
3. Журнал «Информатика и системы управления».
4. Журнал «Автоматика и вычислительная техника».
5. Журнал «Успехи математических наук».

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	<a href="http://www.iqlib.ru">http://www.iqlib.ru</a>	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания.

## 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартно оборудованные лекционные аудитории. Методические руководства к лабораторным работам по основным разделам дисциплины. Компьютерный класс. Персональные компьютеры. Компьютерные программы.

## II КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ПРОГРАММНОГО МАТЕРИАЛА

### *Математические методы в геологии*

Математические методы в геологии — использование математических методов в геологических исследованиях обеспечивает воспроизводимость результатов, позволяет максимально унифицировать форму представления материала и производить его обработку согласно системе строгих, логически непротиворечивых правил. Применение математических методов в геологии сопряжено с двумя целевыми аспектами: 1) получением практических выводов из существующих теоретических представлений и моделей геологии; 2) совершенствованием теоретических пред-



ставлений и моделей геологии (Воронин и др., 1967). Внедрение математики в практику геологических работ подчинено четырем основным взаимосвязанным направлениям: 1) обработке числовых результатов наблюдений (методы теории вероятностей и математической статистики, математический анализ, теория игр, геометрические методы и др.); 2) исследованию качественных характеристик (математическая логика, прикладная кибернетика); 3) реконструкции геологических процессов и прогноз (моделирование с использованием различных математических аппаратов); 4) оптимизации процессов сбора, хранения, поиска и обработки геологической информации (теория информации и техническая документалистика). Эффект математизации целесообразно оценивать по результатам решения двух основных задач — научной (разработка теории, повышение надежности выводов, минимизация субъективного элемента в работе исследователя) и экономической (оперативность заключений, сокращение затрат времени на производимые работы и их удешевление).

### **1. Введение.**

В качестве модели для любого процесса, ситуации, события, явления может рассматриваться такая мысленно представляемая или материально реализованная система, которая воспроизводит предмет моделирования и способна замещать его таким образом, что ее изучение дает нам новую информацию.

В этом определении содержатся две основных функции модели -

- функция отображения, характеризующая степень сходства предмета моделирования и его модели и
- информационная (познавательная) функция.

Наиболее широким распространением в геологических исследованиях пользуются следующие виды моделей:

- концептуальные (понятийные, смысловые) модели, являющиеся принципиальными схемами исследуемых процессов, ситуаций, явлений, которые согласно Р.Дж. Чорли можно рассматривать как своеобразные "модели моделей", характеризующие наличие и взаимосвязи моделей различных видов;
- геологические модели различного масштаба, отображающие строение участков земной коры при помощи геологических карт, планов, разрезов, блок-диаграмм, различных схем и т.п.;
- горно-геометрические модели, отображающие морфологию, условия залегания и внутреннее строение геологических тел при помощи изолиний различных параметров;
- объемно-макетные (скульптурные) модели, обеспечивающие более наглядные по сравнению с различными плоскими проекциями вещественные изображения исследуемых геологических объектов;
- различные физические, химические, физико-химические модели, широко используемые в горном деле, теоретической и экспериментальной геологии;

- математические модели, являющиеся абстрактными математическими аналогами геологических, горно-геометрических, физических и других видов моделирования;

Собственно математические модели можно разделить на три группы, предполагающие или учитывающие различный характер изменчивости моделируемых геологических параметров.

*Аналитические (детерминированные, регулярные, координированные) модели* предполагают закономерные связи исследуемых явлений, которые описываются при помощи математических формул, линейных, нелинейных, дифференциальных уравнений, систем уравнений и т.п.

*Случайные (вероятностные, статистические, стохастические, нерегулярные) модели* предполагают случайный характер изменчивости исследуемых параметров, для описания которой используется математический аппарат теории вероятностей, математической статистики, теории случайных функций, полей и др. Изменчивость данного типа достаточно широко распространена в геологии, что и обуславливает широкое распространение моделей данного типа.

*Комбинированные модели* предполагают объединение (сумму) первых двух типов изменчивости, для описания которой используются различные комбинации соответствующих моделей.

## **2. Статистические решения геологических задач.**

*Общие сведения о статистическом решении задач.*

Статистическое решение задач основано на проверке статистических гипотез.

Статистической гипотезой или просто гипотезой называется утверждение о виде неизвестного распределения или о параметрах распределений.

В процессе проверки гипотезы статистическими методами в двух случаях может быть принято неправильное решение – ошибки первого и второго рода.

*Параметрические статистические критерии.*

При использовании параметрических критериев принятие решений осуществляется на основе сопоставления параметров статистических распределений исследуемых с.в.

*Непараметрические статистические критерии.*

Основной недостаток параметрических критериев проверки гипотез заключается в том, что большинство из них основано на соответствии статистического распределения исследуемых с. в. нормальному или, по крайней мере логнормальному закону распределения вероятностей.

Однако, во многих случаях, приходится иметь дело со с. в., распределение которых подчиняются другим законам, либо нет достаточной уверенности, что имеем дело с нормально распределенными величинами.

В этом случае статистические решения, полученные при помощи параметрических критериев, являются недостаточно обоснованными.

Непараметрические статистические критерии основаны на сопоставлении исходных наблюдений над случайными событиями и величинами. рядов распределения, вероятностей появления, оценок плотности и функции распределения и т. п.

Основная их особенность заключается в большей устойчивости (робастности) получаемых на их основе результатов по отношению к виду распределения исследуемых с. в.

### **3. Многомерные модели геологических данных.**

Геологические явления, процессы представляют собой сложные многофакторные системы, характеризующиеся множеством свойств, выраженных через соответствующие наблюдаемые признаки.

Исследование совокупности многомерных данных целесообразно начать с совместного изучения двух признаков, также рассматриваемых как с. в.

### **4. Последовательность событий.**

Последовательность событий представляет собой чередующуюся во времени цепочку несовместимых событий  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , образующих разбиение и обладающих определенными вероятностями их появления.

Отличительной особенностью последовательностей геологических событий является наличие взаимосвязей между предыдущими и последующими событиями. В теории вероятностей такие последовательности событий называются цепями Маркова, а сам процесс появления этих событий – Марковским процессом.

## **III МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **3.1 Методические указания по изучению дисциплины**

В грамотной математической обработке и интерпретации современной геологии нуждаются данные полевых наблюдений, описания петрографо-минералогических лабораторий и аналитические результаты физико-химических, материалы магнитных гравиметрических, электроразведочных, сейсмических и т.п. съемок подземного, наземного, аэровоздушного и космического исполнения.

Современный поток геологических данных столь интенсивен, а данные эти так разнообразны, что обработка их с необходимой детальностью в отводимые сроки без математических методов и услуг компьютера становится невозможной.

Овладеть математическими методами решения геологических задач, значит получить способ действий, управляемый набором правил, применение которых всеми заинтересованными исследователями сведет к минимуму ошибки интерпретации, уменьшит неясность и неопределенность в выводах при обработке данных.

Объектами геологических исследований могут быть металлогенетические провинции, рудные районы, узлы и поля, месторождения, зоны оруднения, тела, рудные столбы, минеральные агрегаты, зерна минералов, породы, окаменелости, процессы осадконакопления, стадийность магматизма и многое другое. Математические методы изучения имеют дело не с материальными объектами и явлениями, а с совокупностями значений оцениваемых признаков, которыми эти объекты и явления обладают. Чтобы не допустить грубых оши-

бочных заключений, получаемых на их основе, необходимо избегать использования таких совокупностей в отрыве от реальной природы изучаемого.

Определение объекта изучения в каждом конкретном случае зависит от решаемой задачи и формулировки условий, при которых осуществляется оценка признаков.

Некоторые типы геологических задач, решаемых математическими методами:

- оценка средних значений измеряемых признаков;
- характеристика изменчивости их;
- математическое описание распределения значений признаков на объектах изучения;
- установление характера и силы связи между признаками, отражающими специфичность неоднородности строения объектов и факторами, определяющими направленность протекания процессов, реализуемость явлений;
- математическое описание установленных корреляционных зависимостей;
- решение вопросов сходства - различия изучаемых объектов, процессов и явлений на основе сравнения средних значений, характеристик изменчивости, законов распределения измеряемых параметров, характера и тесноты корреляционных зависимостей между значениями их;
- установление закономерной и случайной составляющих изменчивости изучаемых параметров на линии, площади, в объеме;
- выбор наиболее информативных признаков и последующая классификация объектов изучения, выделение слабых сигналов на фоне случайных помех;
- построение карт комплексных показателей перспективности оцениваемых территорий на конкретные виды полезных ископаемых;
- оценка прогнозных ресурсов изучаемых площадей;
- выбор сети наблюдений, оптимальных кондиций для разведываемых месторождений, систем вскрытия и обработки промышленных объектов;
- подсчет запасов на основе методов пространственно-статистического анализа;
- моделирование геологических явлений с целью познания процессов осадконакопления.

Моделирование с целью познания процессов и явлений применяется при изучении систем, не поддающихся экспериментальным исследованиям и строгому описанию одновременно действующих многочисленных факторов. Природные геологические процессы в большинстве случаев относятся именно к таким системам и при их изучении строгое понятие «закон» заменяется расплывчатым «модель». Модель в отличие от закона, имеющего на данном уровне знаний характер абсолютной истины, обеспечивает лишь приближенное представление о возможном протекании описываемого геологического процесса, исхода события, об изменении состояния или закономерностей размещения объектов.

К уяснению существа и возможностей математического моделирования можно пройти через понятие метода аналогий, широко используемого в геологии, позволяющего оценивать трудно определяемые признаки по хорошо проявляющимся и не требующим для изучения больших затрат средств и времени. Если объекты А и В характеризуются рядом одинаковых свойств, а у одного из них наблюдается еще и дополнительное, то на основе метода аналогий предполагают, что и второй не лишен такого свойства, но по каким-то

причинам оно не проявилось или наличие его пока не установлено. При этом помнят, что предположение не достоверно и подлежит проверке.

Модели - это искусственно созданные (умозрительные или материально реализованные) объекты, фигуры и математические выражения, воспроизводящие свойства и характеристики изучаемых объектов, явлений и процессов.

С появлением вычислительной техники моделирование стало одним из важнейших методов научного познания. С его помощью можно ответить на вопросы, возникающие на этапах замысла и предварительного проектирования будущей системы без применения дорогостоящего метода проб и ошибок, имитировать особенности функционирования системы в обстановках, нереализуемых в натуральных ситуациях, уменьшить потребность в сложном оборудовании и сложных лабораторных испытаниях, сократить сроки испытаний от месяцев и лет до секунд и минут, дать информацию о развитии (функционировании) системы во времени.

### **3.2 Методические указания к практическим и лабораторным занятиям**

В процессе освоения материала, предполагается выполнение рассматриваемых примеров и задач на компьютере в двух популярных программных пакетах: электронных таблицах Excel корпорации Microsoft и статистическом пакете STATISTIKA фирмы StatSoft.

### **3.3 Методические указания по самостоятельной работе студентов**

При выполнении самостоятельной работы студенты могут использовать различные источники приобретения информации: конспекты лекций, учебно-методические материалы курса, ссылки на научную литературу в информационном пространстве Интернета и др.

### **3.4 Методические указания по выполнению контрольной работы заочникам**

Основной формой обучения студентов-заочников является самостоятельная работа, которая включает в себя изучения теоретического материала, приобретение навыков решения задач, выполнение контрольной работы.

При выполнении контрольной работы рекомендуется придерживаться следующими указанными ниже правилами, без соблюдения которых работа возвращается на доработку по устранению недостатков.

- 1) Контрольная работа выполняется в тетради с полями для замечаний преподавателя.
- 2) На обложке тетради должны быть ясно написаны фамилия студента, его инициалы, шифр, название дисциплины.
- 3) В работу должны быть включены все задачи, указанные в задании, соответствующие своему варианту. Контрольная работа, содержащая не все задания, а также содержащая задачи не своего варианта, не зачитывается.
- 4) Вариант контрольной работы студент выбирает по последней цифре номера зачетной книжки.
- 5) Решение задач надо располагать в порядке, указанном в заданиях, сохраняя номер задач.
- 6) Перед решением каждой задачи надо выписать полностью условие.
- 7) После получения прорецензированной работы, студент должен исправить замеченные ошибки и недочеты.

8) В конце работы следует указать использованную литературу, которую изучал студент при выполнении данной работы.

9) Зачтенная контрольная работа с рецензиями обязательно предъявляется на зачете.

#### IV КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

##### 4.1. Текущий контроль знаний

В течение семестра студенты выполняют пять лабораторных работ:

1. Одномерные статистические модели. Сущность и условия применения. Простейшие преобразования количественной геологической информации.
2. Одномерные статистические модели. Статистические характеристики, используемые в геологии. Законы распределения. Интервальные оценки свойств геологических объектов.
3. Одномерные статистические модели. Статистическая проверка геологических гипотез.
4. Двумерные статистические модели. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ
5. Двумерные статистические модели. Многомерный корреляционный анализ. Множественная регрессия.

*Вариант контрольной работы для студентов заочного обучения.*

1. Основы статистической обработки выборочных данных.

Имеется 45 значений содержания элемента  $A$  в изучаемых рудах:

0,1	0,8	1,2	1,5	2	2,6	3,5	4,9	6,8
0,3	0,8	1,3	1,5	2,1	2,8	3,7	5,1	7,2
0,3	0,9	1,3	1,7	2,4	3	3,9	5,6	7,9
0,4	1,1	1,4	1,7	2,4	3,2	4,4	5,8	8,4
0,5	1,1	1,5	1,9	2,6	3,5	4,5	6,4	9,6

Сгруппировать данные и определить значения среднего содержания элемента  $A$  в изучаемых рудах, а также дисперсию, среднее квадратическое, асимметрию, эксцесс и коэффициент вариации.

2. Проверка статистических гипотез.

Для изучения распределения элемента  $A$  из гранитов определенного региона отобрано 208 проб. В результате анализа их получен ряд (содержание увеличены в 1000 раз):

$x_i$	0,1	0,5	1	2	3	6	10	20	30	60	100	200	300
$n_i$	1	3	9	15	25	38	40	34	23	12	5	2	1

Известно, что интересующий нас элемент не образует самостоятельных выделений, а входит в виде изоморфной примеси в один из второстепенных минералов. что распределение этого минерала в породе неравномерное, что определение содержаний осуществлялось полуколичественным спектральным анализом.

### 3. Дисперсионный анализ.

В пределах трех горизонтов сульфидного месторождения отобрано по 4 пробы с определением содержания меди. Оценить влияние фактора «окисление» на изменение содержания изучаемого элемента. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Уровни фактора <i>A</i>	Содержание меди, %			
Поверхность	0,51	0,52	0,56	0,57
Горизонт – 30 м	0,52	0,54	0,56	0,58
Горизонт – 60 м	0,42	0,44	0,5	0,52

### 4. Корреляционный анализ.

Оценить характер и тесноту связи между признаками *A* и *B* в рудах по данным изучения 15 образцов:

<i>A</i>	1	2	3	4	1	2	2	3	4	6	3	2	4	5	3
<i>B</i>	1	5	6	6	2	4	0	5	5	7	4	2	4	6	3

### 5. Регрессионный анализ.

Определить коэффициенты уравнения регрессии на основе статистических параметров данных задачи 4 (Корреляционный анализ). Оценить полученное уравнение.

## 4.2 Итоговый контроль

Для контроля усвоения дисциплины учебным планом предусмотрен зачёт.