

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Математическое моделирование и обработка данных Б1.В.01

Направление подготовки: 21.03.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Разработка месторождений углеводородов

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Галеев А.А. , Закиров Т.Р. , Тюленева О.Н. , Уткина Елена Анатольевна

**Рецензент(ы):** Храмченков М.Г.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Храмченков М. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Галеев А.А. (кафедра математических методов в геологии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Akhmet.Galeev@kpfu.ru ; доцент, к.н. Закиров Т.Р. (кафедра математических методов в геологии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), TiRZakirov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Тюленева О.Н. (кафедра математических методов в геологии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Olga.Tyuleneva@ksu.ru ; Уткина Елена Анатольевна

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-3	Способен осуществлять анализ геолого-промысловых данных
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные типы моделей, задачи и методы моделирования систем различных классов, принципы построения моделей, методы формализации, алгоритмизации и реализации моделей.

Должен уметь:

применять статистические вычисления для анализа, ориентироваться в потоке информации по своей специальности, содержащей статистические вычисления, пользоваться справочной литературой.

Должен владеть:

статистической терминологией, достаточно высокой математической культурой, навыками использования статистических методов в практической деятельности.

Должен демонстрировать способность и готовность:

обладать достаточно высокой математической культурой, быть знакомыми с основными математическими методами; овладеть теоретическими знаниями основных разделов Статистики, входящих в программу курса; уметь владеть математической терминологией, классифицировать практические задачи, правильно подбирать метод анализа для решения поставленной задачи, проводить количественный анализ полученной информации;

приобрести навыки использования математических методов в профессиональной деятельности; работы со статистической информацией;

ориентироваться в потоке информации по своей специальности, содержащей статистические вычисления.

### **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 21.03.01 "Нефтегазовое дело (Разработка месторождений углеводородов)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 1, 2, 3 курсах в 2, 3, 4, 5 семестрах.

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных(ые) единиц(ы) на 540 часа(ов).

Контактная работа - 202 часа(ов), в том числе лекции - 78 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 124 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 239 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 99 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре; экзамен в 3 семестре; зачет в 4 семестре; экзамен в 5 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия, определения и назначение моделирования. Классификация математических моделей. Этапы построения математических моделей.	2	2	0	2	24
2.	Тема 2. Основы работы в системе компьютерной математики Maxima.	2	2	0	2	24
3.	Тема 3. Приложение производной функции одной переменной и функции нескольких переменных. Метод наименьших квадратов.	2	8	0	8	20
4.	Тема 4. Приложение определенного интеграла. Вычисление длины дуги, объема тела вращения, площади поверхности.	2	6	0	6	21
5.	Тема 5. Кратные и криволинейные интегралы. Их свойства и приложения.	2	14	0	14	18
6.	Тема 6. Поверхностные интегралы. Их свойства и приложения.	3	2	0	2	6
7.	Тема 7. Ряды Фурье. Нахождение коэффициентов разложения в ряд Фурье с помощью Maxima. Сходимость ряда Фурье. Интегральные преобразования.	3	2	0	6	6
8.	Тема 8. Решение дифференциальных уравнений в Maxima. Примеры описаний физических явлений с помощью дифференциальных уравнений. Численные методы решения дифференциальных уравнений.	3	4	0	8	8
9.	Тема 9. Уравнения математической физики. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Примеры описаний физических явлений с помощью дифференциальных уравнений в частных производных. Метод Фурье.	3	6	0	12	10
10.	Тема 10. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ОДНОМЕРНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ 1. Выделение аномальных значений. Правило трех сигм	4	1	0	4	5
11.	Тема 11. 2. Выделение аномальных значений на основе критерия Тьюнена -Мура	4	1	0	4	5

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. 3. Выделение однородных совокупностей	4	1	0	2	4
13.	Тема 13. ДВУХМЕРНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ГЕОЛОГИИ 4. Двухмерное нормальное распределение. Эллипс рассеяния	4	1	0	2	8
14.	Тема 14. 5. Нелинейная регрессия. Метод наименьших квадратов.	4	1	0	2	8
15.	Тема 15. 6. Применение метода наименьших квадратов к параболической зависимости	4	1	0	1	4
16.	Тема 16. 7. Выбор порядка полинома при аппроксимации нелинейной зависимости. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду	4	1	0	1	4
17.	Тема 17. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДВУХМЕРНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ 8. Прогнозирование свойств по уравнению регрессии	4	1	0	1	4
18.	Тема 18. 9. Выявление аномальных значений и однородных совокупностей	4	2	0	3	8
19.	Тема 19. 10. Внутренний контроль химических анализов	4	2	0	4	8
20.	Тема 20. 11. Внешний контроль химических анализов	4	2	0	4	8
21.	Тема 21. Оценка различия между геологическими объектами	5	1	0	6	8
22.	Тема 22. Оценка постоянной радиоактивного распада	5	1	0	2	6
23.	Тема 23. Вычисление параметров усеченного нормального распределения	5	1	0	2	4
24.	Тема 24. Корреляционный и регрессионный анализ в решении геологических задач.	5	15	0	26	18
	Итого		78	0	124	239

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Основные понятия, определения и назначение моделирования. Классификация математических моделей. Этапы построения математических моделей.**

Основные понятия и принципы математического моделирования. Основные этапы построения математической модели (выявление главных и основных черт явления; постановка математической задачи; выбор или разработка метода решения задачи; интерпретация результата; проверка адекватности модели; последующий анализ модели и ее модернизация). Примеры построения математических моделей.

##### **Тема 2. Основы работы в системе компьютерной математики Maxima.**

Установка и интерфейсы Maxima. Типы данных. Функции и команды системы Maxima. Встроенные функции системы Maxima. Графические возможности. Построение графиков (двумерные и трехмерные: явные, неявные, параметрические и дискретные). Программирование на встроенном макроязыке. Работа со справочной системой Maxima.

##### **Тема 3. Приложение производной функции одной переменной и функции нескольких переменных. Метод наименьших квадратов.**

Вычисление производных в Maxima. Производная по направлению, градиент, ротор, дивергенция. Нахождение экстремумов функции одной переменной и функции нескольких переменных. Условный экстремум. Решение текстовых задач на нахождение наибольшего и наименьшего значения функции. Формула Тейлора. Метод наименьших квадратов.

#### **Тема 4. Приложение определенного интеграла. Вычисление длины дуги, объема тела вращения, площади поверхности.**

Вычисление интегралов в системе компьютерной алгебры Maxima. Нахождение площади плоской фигуры (с границами заданными в явном и параметрическом виде), площади криволинейного сектора, длины дуги плоской кривой, длины дуги пространственной кривой, объема тела вращения и площади поверхности тела. Численное интегрирование.

#### **Тема 5. Кратные и криволинейные интегралы. Их свойства и приложения.**

Двойные и тройные интегралы и их приложения (масса плоской пластинки; масса тела; площадь плоской области; объем тела; координаты центра масс и моментов инерции пластики и трехмерного тела). Криволинейные интегралы первого и второго рода и их свойства. Приложения криволинейных интегралов (длина дуги, масса материальной кривой; координаты центра масс и моментов инерции материальной кривой; работа силы). Формула Грина.

#### **Тема 6. Поверхностные интегралы. Их свойства и приложения.**

Двусторонние поверхности. Поверхностные интегралы первого и второго рода, их свойства. Вычисление поверхностных интегралов с использованием Maxima. Приложения поверхностных интегралов. Поток векторного поля через поверхность. Формула Остроградского. Дивергенция. Циркуляция вектора. Формула Стокса. Ротор.

#### **Тема 7. Ряды Фурье. Нахождение коэффициентов разложения в ряд Фурье с помощью Maxima.**

##### **Сходимость ряда Фурье. Интегральные преобразования.**

Периодические функции, гармоника. Понятие ряда Фурье. Вычисление коэффициентов тригонометрических рядов Фурье. Вычисление коэффициентов рядов Фурье с использованием Maxima. Ряды Фурье для четных и нечетных функций. Разложение в ряд Фурье функций произвольного периода. Понятие об интеграле Фурье и об преобразовании Фурье.

#### **Тема 8. Решение дифференциальных уравнений в Maxima. Примеры описаний физических явлений с помощью дифференциальных уравнений. Численные методы решения дифференциальных уравнений.**

Нахождение решений дифференциальных уравнений в системе Maxima. Встроенные функции для нахождения решений дифференциальных уравнений. Построение траекторий и поля направлений. Реализация численных методов решения задачи Коши для обыкновенных

дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений.

#### **Тема 9. Уравнения математической физики. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Примеры описаний физических явлений с помощью дифференциальных уравнений в частных производных. Метод Фурье.**

Классификация дифференциальных уравнений в частных производных (гиперболические, параболические и эллиптические). Приведение дифференциальных уравнений в частных производных к каноническому виду.

Примеры описаний физических явлений с помощью дифференциальных уравнений в частных производных. Метод Фурье (разделения переменных) решения задач математической физики.

#### **Тема 10. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ОДНОМЕРНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ 1. Выделение аномальных значений. Правило трех сигм**

Статистические характеристики и получаемые на их основе выводы имеют смысл лишь для однородных совокупностей. При объединении двух и более однородных совокупностей с различными статистическими характеристиками расчеты по объединенной совокупности обычно не имеют смысла. Искажение статистических характеристик происходит и в том случае, когда в однородную совокупность попадают единичные значения, значительно отличающиеся от среднего, называемые аномальными или ураганскими. Поэтому

актуальной является задача о разделении неоднородной совокупности на однородные, о выделении из неоднородных совокупностей

аномальных значений. Данная задача имеет несколько способов решения при условии, что известен или задан закон распределения случайной величины.

#### **Тема 11. 2. Выделение аномальных значений на основе критерия Титъена - Мура**

Еще один способ выявления аномальных значений основан на применении критерия Титъена ? Мура . Если из нормально распределенной совокупности, содержащей  $N$  значений, исключить  $n$  максимальных или минимальных значений, то дисперсия уменьшится, и по степени ее уменьшения можно судить об аномальности исключенных значений.

#### **Тема 12. 3. Выделение однородных совокупностей**

Одна из сложных проблем при обработке статистических данных - это разделение неоднородной совокупности на однородные. Заключение о неоднородности совокупности лучше всего делать по гистограмме частот. Перед статистической обработкой данных необходимо стараться разделить неоднородную совокупность на однородные и удалить из расчетов аномальные значения.

### **Тема 13. ДВУХМЕРНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ГЕОЛОГИИ 4. Двухмерное нормальное распределение. Эллипс рассеяния**

Во многих геологических задачах изучают два взаимосвязанных свойства множества геологических объектов. Такой анализ проводится на основе двухмерной статистической модели. Облако точек на рис.3.1, как и во многих других случаях, в первом приближении имеет эллипсоидную форму. В ряде задач нужно знать параметры эллипса, охватывающего облако, и построить эллипс на чертеже. Идеальный эллипс возникает в том случае, когда система двух случайных величин и каждая из них в отдельности подчиняются нормальному закону распределения. Но и при заметных отклонениях от него конфигурация облака может быть охарактеризована эллипсом рассеяния.

### **Тема 14. 5. Нелинейная регрессия. Метод наименьших квадратов.**

Зависимости между свойствами могут быть не только линейными, но и более сложными - нелинейными и многофакторными. Для обработки любых зависимостей существует эффективный метод наименьших квадратов. Суть метода состоит в том, что изучаемая зависимость аппроксимируется таким алгебраическим выражением (трендом), который дает наименьшее расхождение с наблюдаемыми значениями.

### **Тема 15. 6. Применение метода наименьших квадратов к параболической зависимости**

Зависимости между свойствами могут быть не только линейными, но и более сложными - нелинейными и много факторными. Для обработки таких зависимостей используется метод наименьших квадратов. Изучаемая зависимость аппроксимируется таким алгебраическим выражением (трендом), который дает наименьшее расхождение с наблюдаемыми значениями.

### **Тема 16. 7. Выбор порядка полинома при аппроксимации нелинейной зависимости. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду**

Задача вычислений состоит в определении коэффициентов полинома с использованием метода наименьших квадратов. Чем выше порядок полинома, тем сложнее график, но при этом усиливается влияние случайных колебаний свойства, что отрицательно сказывается на надежности аппроксимации. Поэтому существует некоторый оптимальный порядок полинома, который наилучшим образом отражает исследуемую зависимость.

### **Тема 17. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДВУХМЕРНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ 8. Прогнозирование свойств по уравнению регрессии**

Уравнение линейной регрессии позволяет прогнозировать одно свойство по другому, что имеет значение, если прямое измерение характеристики прогнозируемого свойства затруднено или связано с дополнительными затратами. Пример, на одном из полиметаллических месторождений установлена линейная зависимость содержания кадмия от содержания цинка в руде.

### **Тема 18. 9. Выявление аномальных значений и однородных совокупностей**

При построении графиков регрессии отдельные точки нередко далеко отходят от линии регрессии. Без каких-либо расчетов можно считать, что удаленная точка соответствует аномальному значению. Если же точка аномального значения находится вблизи линии регрессии, то необходим специальный расчет. Вначале рассчитывается линия регрессии без предполагаемого аномального значения, далее находят отклонения точки от линии регрессии и с помощью различных критериев решается вопрос об аномальности исследуемого значения.

### **Тема 19. 10. Внутренний контроль химических анализов**

Одним из возможных способов применения двухмерной статистической модели является внутренний контроль химических анализов. Однако подобная методика может быть использована также для контроля опробования, минералогического, спектрального анализа и пр. В основе внутреннего контроля лежит условие равно точности основных и повторных анализов. Пробы делят на две партии и анализируют в одной и той же лаборатории, в одно и тоже время и по одинаковой технологии.

### **Тема 20. 11. Внешний контроль химических анализов**

В геологической практике принято регулярно оценивать систематическую погрешность измерений. Наиболее часто определяется погрешность опробования или ее составная часть - погрешность химического анализа, для чего выполняется внешний контроль анализов. Главное требование при изучении систематических погрешностей (или систематических расхождений) - неравно точность основных и контрольных измерений. Для выполнения этого условия основные пробы посылают в одну лабораторию, а контрольные - в другую, где анализ выполняют, как правило, по более совершенной методике.

### **Тема 21. Оценка различия между геологическими объектами**

Оценку сходства или различия между геологическими объектами можно производить по характеристикам как каждого отдельного свойства, так и множества свойств. Ограничимся оценкой различия по одному свойству. Различия между совокупностями измерений можно оценивать по средним значениям и по другим статистическим характеристикам: по дисперсиям, асимметриям и эксцессам.

### **Тема 22. Оценка постоянной радиоактивного распада**

В начале XX в. немецкий физик Отто Ган, измеряя импульсы от препарата урана, облученного нейтронами, установил тенденцию уменьшения числа распадов с течением времени.

Взяв за аргумент среднее время в интервале измерения, а за функцию-число распадов атомов в минуту, можно определить постоянную распада  $\lambda$ , и период полураспада  $T$ .

### **Тема 23. Вычисление параметров усеченного нормального распределения**

В ряде случаев гистограмма искусственно ограничена

(обычно слева) пределом точности анализа или кондициями. Необходимо восстановить параметры распределения по усеченной гистограмме. Такая задача может быть решена, если известен или предполагается закон распределения случайной величины. Для решения

применяется разновидность метода наименьших квадратов со взвешиванием наблюдений. Суть метода состоит в том, что классы гистограммы имеют различный вес, пропорциональный частоте появления свойства в данном классе.

#### **Тема 24. Корреляционный и регрессионный анализ в решении геологических задач.**

Корреляционный и регрессионный анализ в решении геологических задач. Множественная регрессия. Многомерные случайные величины как комплексная оценка геологических объектов. Закон распределения и числовые характеристики многомерных случайных величин. Оценки сходства-различия геологических объектов с помощью многомерного статистического критерия Готтлинга. Дискриминантный анализ. Выбор поисковых признаков. Факторный анализ в геологии. Обработка результатов наблюдения с помощью интерполяции и экстраполяции. Матричное описание многомерных объектов.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

#### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		



Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Контрольная работа	УК-1 , ПК-3	2. Основы работы в системе компьютерной математики Mathima. 3. Приложение производной функции одной переменной и функции нескольких переменных. Метод наименьших квадратов.
2	Письменное домашнее задание	УК-1 , ПК-3	2. Основы работы в системе компьютерной математики Mathima. 4. Приложение определенного интеграла. Вычисление длины дуги, объема тела вращения, площади поверхности.
3	Контрольная работа	УК-1 , ПК-3	3. Приложение производной функции одной переменной и функции нескольких переменных. Метод наименьших квадратов. 4. Приложение определенного интеграла. Вычисление длины дуги, объема тела вращения, площади поверхности.
	<b>Экзамен</b>	ПК-3, УК-1	
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменное домашнее задание	УК-1 , ПК-3	6. Поверхностные интегралы. Их свойства и приложения. 9. Уравнения математической физики. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Примеры описаний физических явлений с помощью дифференциальных уравнений в частных производных. Метод Фурье.
2	Контрольная работа	УК-1 , ПК-3	7. Ряды Фурье. Нахождение коэффициентов разложения в ряд Фурье с помощью Mathima. Сходимость ряда Фурье. Интегральные преобразования. 8. Решение дифференциальных уравнений в Mathima. Примеры описаний физических явлений с помощью дифференциальных уравнений. Численные методы решения дифференциальных уравнений.
3	Контрольная работа	УК-1 , ПК-3	6. Поверхностные интегралы. Их свойства и приложения.
	<b>Экзамен</b>	ПК-3, УК-1	
<b>Семестр 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Контрольная работа	ПК-3	11. 2. Выделение аномальных значений на основе критерия Титъена -Мура 12. 3. Выделение однородных совокупностей 13. ДВУХМЕРНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ГЕОЛОГИИ 4. Двухмерное нормальное распределение. Эллипс рассеяния
2	Письменное домашнее задание	УК-1 , ПК-3	14. 5. Нелинейная регрессия. Метод наименьших квадратов. 15. 6. Применение метода наименьших квадратов к параболической зависимости 16. 7. Выбор порядка полинома при аппроксимации нелинейной зависимости. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду
3	Устный опрос	УК-1 , ПК-3	17. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДВУХМЕРНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ 8. Прогнозирование свойств по уравнению регрессии 18. 9. Выявление аномальных значений и однородных совокупностей 19. 10. Внутренний контроль химических анализов
	<b>Зачет</b>	ПК-3, УК-1	
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменное домашнее задание	УК-1 , ПК-3	21. Оценка различия между геологическими объектами 22. Оценка постоянной радиоактивного распада
2	Контрольная работа	ПК-3 , УК-1	23. Вычисление параметров усеченного нормального распределения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Устный опрос	УК-1 , ПК-3	24. Корреляционный и регрессионный анализ в решении геологических задач.
	<b>Экзамен</b>	ПК-3, УК-1	

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1 3
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
			Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 2**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Темы 2, 3

Примерные варианты приведены в прикрепленном файле

**2. Письменное домашнее задание**

Темы 2, 4

Индивидуальное задание, состоящее из заданий:

- 1) текстовая задача на нахождение наибольшего и наименьшего значения функции нескольких переменных.
- 2) вычислить производную по направлению и градиент.
- 3) задача на метод наименьших квадратов
- 4) Вычисление пределов функции с использованием Maxima
- 5) Вычисление производных функций с использованием Maxima
- 6) Вычисление интегралов с использованием Maxima

- 7) Упрощение выражений в Maxima
- 8) Построение графиков функций в Maxima
- 9) Построение поверхностей в Maxima
- 10) Операции с матрицами в Построение поверхностей в Maxima

### 3. Контрольная работа

Темы 3, 4

1. Вычисление частных производных первого порядка
2. Вычисление частных производных старших порядков
3. Вычисление производной по направлению
4. Вычисление градиента скалярного поля
5. Вычисление дивергенции векторного поля
6. Вычисление ротора векторного поля
7. Нахождение экстремумов функции двух переменных
8. Условный экстремум
9. Текстовые задачи на нахождение наибольшего и наименьшего значения функции
10. Производные сложных функций

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Основные этапы математического моделирования.
2. Понятие функции нескольких переменных. Область существования функции двух переменных. Предел и непрерывность функции многих переменных.
3. Понятие частной производной. Геометрический смысл частных производных. Определение дифференцируемости функции. Полный и частные дифференциалы. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости.
4. Частные производные высших порядков. Теорема Шварца. Дифференциалы высших порядков (вывод дифференциала второго порядка).
5. Уравнение касательной плоскости для поверхности, заданной в явном и параметрическом виде.
6. Локальный экстремум функции двух переменных. Необходимое и достаточное условия существования максимума и минимума функции многих переменных. Наибольшее и наименьшее значение функции.
7. Метод наименьших квадратов (с выводом).
8. Скалярное поле. Производная по направлению. Градиент и его свойства.
9. Векторное поле. Дивергенция. Ротор. Свойства дивергенции и ротора
10. Определенные интегралы (интегралы Римана). Площадь криволинейной трапеции. Свойства интеграла Римана.
11. Приложения интеграла Римана.
12. Двойные интегралы. Объем цилиндриды. Свойства двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла. Замена переменных.
13. Приложения двойного интеграла.
14. Тройные интегралы. Масса трехмерного тела. Свойства тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла. Замена переменных.
15. Приложения тройного интеграла.
16. Криволинейные интегралы первого рода. Свойства криволинейного интеграла первого рода. Вычисление криволинейного интеграла первого рода.
17. Приложения криволинейного интеграла первого рода.
18. Криволинейные интегралы второго рода. Свойства криволинейного интеграла второго рода. Вычисление криволинейного интеграла второго рода. Формула Остроградского ? Грина.
19. Приложения криволинейного интеграла второго рода. Условие независимости криволинейного рода второго рода от пути интегрирования

### Семестр 3

#### Текущий контроль

##### 1. Письменное домашнее задание

Темы 6, 9

Индивидуальное задание, состоящее из заданий:

- 1) посчитать поток векторного поля через поверхность
- 2) посчитать поток векторного поля через замкнутую поверхность
- 3) вычислить циркуляцию векторного поля по контуру
- 4) решить дифференциальное уравнение в частных производных методом Фурье
- 5) привести уравнение в частных производных к каноническому виду
- 6) Вычислить поверхностный интеграл 1 рода

- 7) вычислить поверхностный интеграл 2 рода
- 8) Найти координаты центра тяжести поверхности
- 9) Найти площадь поверхности и массу поверхности
- 10) Формула Остроградского Гаусса и формула Стокса

## **2. Контрольная работа**

Темы 7, 8

Примерные варианты приведены в прикрепленном файле

## **3. Контрольная работа**

Тема 6

Индивидуальное задание, состоящее из заданий:

- 1) посчитать поток векторного поля через поверхность
- 2) посчитать поток векторного поля через замкнутую поверхность
- 3) вычислить циркуляцию векторного поля по контуру
- 4) решить дифференциальное уравнение в частных производных методом Фурье
- 5) привести уравнение в частных производных к каноническому виду
- 6) Вычислить поверхностный интеграл 1 рода
- 7) вычислить поверхностный интеграл 2 рода
- 8) Найти координаты центра тяжести поверхности
- 9) Найти площадь поверхности и массу поверхности
- 10) Формула Остроградского Гаусса и формула Стокса

## **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Двусторонние поверхности.
2. Поверхностные интегралы первого и второго рода, их свойства.
3. Поток векторного поля через поверхность. Формула Остроградского. Дивергенция.
4. Циркуляция вектора. Формула Стокса. Ротор.
5. Решение дифференциальных уравнений в системе Maxima. Встроенные функции для нахождения решений дифференциальных уравнений.
6. Построение траекторий и поля направлений.
7. Численные методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
8. Системы дифференциальных уравнений.
9. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Приведение к каноническому виду.
10. Уравнение Лапласа в полярных координатах.
11. Уравнение Лапласа в сферических координатах.
12. Ортогональные системы функций, коэффициенты Фурье. Примеры.
13. Разложение в ряд Фурье по функциям Бесселя и по многочленам Лежандра.
14. Сходимость ряда Фурье в среднем по отрезку. Сходимость в точке.
15. Интеграл Фурье.
16. Вывод телеграфных уравнений. Линия без потерь, линия без искажений.
17. Случай бесконечной электрической линии с примерами.
18. Задачи для конечной электрической линии.
19. Вывод уравнения колебаний мембраны.
20. Уравнение распространения тепла в стержне. Формулировка краевой задачи.
21. Распространение тепла в пространстве.
22. Распространение тепла в однородном шаре.
23. Распространение тепла в бесконечном стержне. Применение интеграла Фурье.
24. Задачи, приводящие к исследованию решений уравнения Лапласа. Формулировка краевых задач.
25. Решение задачи Дирихле для круга.
26. Задача о распространении волн в трехмерном пространстве.
27. Плоские колебания при распространении волн в трехмерном пространстве.

## **Семестр 4**

### **Текущий контроль**

#### **1. Контрольная работа**

Темы 11, 12, 13



Примерные варианты приведены в прикрепленном файле

## **2. Письменное домашнее задание**

Темы 14, 15, 16

Индивидуальное задание, состоящее из заданий:

- 1) провести прямую наиболее близко к заданным точкам,
- 2) проверить результат с применением МАХИМы.
- 3) провести параболическую кривую наиболее близко к заданным точкам,
- 4) проверить результат с применением Excel.
- 5) провести кривую наиболее близко к заданным точкам,
- 6)Выбор порядка полинома при аппроксимации нелинейной зависимости.
- 7)Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду
- 8) проверить результат с применением МАХИМы и Excel.
- 9)Выявление аномальных значений и однородных совокупностей
- 10)Прогнозирование свойств по уравнению регрессии

## **3. Устный опрос**

Темы 17, 18, 19

Индивидуальное задание, состоящее из заданий:

- 1) алгоритм построения прямой наиболее близко проходящей к заданным точкам,
- 2) Как проверить результат 1) с помощью МАХИМы?
- 3) алгоритм построения параболической кривой наиболее близко проходящей к заданным точкам,
- 4)Как проверить результат с помощью Excel?
- 5)Как провести кривую наиболее близко проходящую к заданным точкам?
- 6)Выбор порядка полинома при аппроксимации нелинейной зависимости.
- 7)Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду
- 8)Выявление аномальных значений и однородных совокупностей
- 9)Понятие корреляции
- 10)Прогнозирование свойств по уравнению регрессии

## **Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Выделение аномальных значений. Правило трех сигм
2. Выделение аномальных значений на основе критерия Титъена -Мура
3. Выделение однородных совокупностей
4. Двухмерное нормальное распределение. Эллипс рассеяния
5. Нелинейная регрессия. Метод наименьших квадратов
6. Применение метода наименьших квадратов к параболической зависимости
7. Выбор порядка полинома при аппроксимации нелинейной зависимости. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду
8. Прогнозирование свойств по уравнению регрессии
9. Выявление аномальных значений и однородных совокупностей
10. Внутренний контроль химических анализов
11. Внешний контроль химических анализов

## **Семестр 5**

### **Текущий контроль**

#### **1. Письменное домашнее задание**

Темы 21, 22

Индивидуальное задание, состоящее из заданий:

1. Оценка различия между геологическими объектами
2. Оценка постоянной радиоактивного распада
3. Вычисление параметров усеченного нормального распределения
4. Выделение аномальных значений. Правило трех сигм
5. Выделение аномальных значений на основе критерия Титъена -Мура
6. Выделение однородных совокупностей
7. Двухмерное нормальное распределение. Эллипс рассеяния
8. Внутренний контроль химических анализов
9. Внешний контроль химических анализов
10. Двухмерное нормальное распределение. Эллипс рассеяния

#### **2. Контрольная работа**

Тема 23

Примерные варианты приведены в прикрепленном файле

#### **3. Устный опрос**

## Тема 24

1. Как применяется корреляционный анализ при решении геологических задач?
2. Как применяется регрессионный анализ при решении геологических задач?
3. Множественная регрессия. Применение пакета программ.
4. Многомерные случайные величины с приложениями в геологии.
5. Какие используются числовые характеристики в многомерных случайных величин.
6. Дискриминантный анализ.
7. Факторный анализ в геологии.
8. Проверка согласия эмпирического распределения значений признаков.
9. Прямые и обратные задачи в геологии.
10. Интерполяция и экстраполяция при обработке результатов геологических наблюдений.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Понятие корреляционного анализа, применение при решении геологических задач.
2. Понятие регрессионного анализа, применение при решении геологических задач.
3. Множественная регрессия Применение пакета программ.
4. Тренд-анализ и его применение.
5. Многомерные случайные величины с приложениями в геологии.
6. Числовые характеристики многомерных случайных величин.
7. Многомерный статистический критерий Готтелинга.
8. Дискриминантный анализ.
9. Факторный анализ в геологии.
10. Проверка согласия эмпирического распределения значений признаков.
11. Прямые и обратные задачи в геологии.
12. Интерполяция и экстраполяция при обработке результатов геологических наблюдений.
13. Матричное описание многомерных объектов.

### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	25
		3	15
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
		3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	20
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	20
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	15

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. - 2-е изд., перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 176 с. - ISBN 978-5-8114-1533-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/41014> (дата обращения: 10.08.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Зельдович, Я. Б. Элементы прикладной математики : учебное пособие / Я. Б. Зельдович, А. Д. Мышкис. - 5-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 592 с. - ISBN 978-5-9221-0775-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59456> (дата обращения: 10.08.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Алпатов, Ю. Н. Математическое моделирование производственных процессов : учебное пособие / Ю. Н. Алпатов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 136 с. - ISBN 978-5-8114-3052-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/107271> (дата обращения: 10.08.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Математика в примерах и задачах : учебное пособие / О.М. Дегтярева, Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова, Н.В. Никонова, С.Н. Нуриева. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 372 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-102288-7. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/989802> (дата обращения: 10.08.2019). - Режим доступа : по подписке.
2. Злобина, С. В. Математический анализ в задачах и упражнениях : учебное пособие / С. В. Злобина, Л. Н. Посицельская. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 360 с. - ISBN 978-5-9221-1146-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2377> (дата обращения: 10.08.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Самарский А.А., Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / Самарский А.А., Михайлов А.П. - 2-е изд., испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN592210120.html> (дата обращения: 10.08.2019). - Режим доступа : по подписке.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Загрузка программы MAXIMA - <http://sourceforge.net/projects/maxima/files/Maxima-Windows/5.28.0-Windows/maxima-5.28.0-2.exe/download>
- Основы работы с системой компьютерной алгебры Maxima - [https://repository.kpfu.ru/?p\\_id=178026](https://repository.kpfu.ru/?p_id=178026)

Основы работы с системой компьютерной алгебры Maxima. Часть 2 -

[http://kpfu.ru/docs/F698532637/Malakaev.M.S.\\_Sekaeva.L.R.\\_Tjuleneva.O.N..Chast.2.pdf](http://kpfu.ru/docs/F698532637/Malakaev.M.S._Sekaeva.L.R._Tjuleneva.O.N..Chast.2.pdf)

Практикум по работе в программе MAXIMA - <http://www.pmtf.msiu.ru/chair31/students/spichkov/maxima2.pdf>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Для подготовки к следующей лекции студент должен прочитать содержание предыдущих лекций, изучить литературу по предыдущей и новой теме, найти соответствующую информацию в интернете, сформулировать интересующие вопросы. Студент должен самостоятельно решить все задания и примеры разобранные на лекции и выполнить домашнее задание.
лабораторные работы	Требуется регулярно выполнять домашнее задание. Для успешного выполнения домашнего задания студент должен прочитать содержание лекций, изучить литературу, найти соответствующую информацию в интернете, разобрать все задания и примеры разобранные на лекции, сформулировать интересующие вопросы по данной теме.
самостоятельная работа	Требуется повторить лекционный материал, изучить литературу по теме, найти соответствующую информацию в интернете, сформулировать интересующие вопросы. Студент должен самостоятельно решить все задания и примеры разобранные на лекции и выполнить домашнее задание. Ответ на вопросы контрольные вопросы.
контрольная работа	Требуется повторить лекционный материал, просмотреть литературу по теме, найти соответствующую информацию в интернете. Студент должен самостоятельно решить все задания и примеры разобранные на лекции и выполнить все домашние задание. Необходимо ответить на вопросы контрольные и экзаменационные вопросы по теме.
письменное домашнее задание	Требуется регулярно выполнять домашнее задание. Для успешного выполнения домашнего задания студент должен прочитать содержание лекций, изучить литературу, найти соответствующую информацию в интернете, разобрать все задания и примеры разобранные на лекции, сформулировать интересующие вопросы по данной теме.
экзамен	Требуется повторить лекционный материал по всему пройденному курсу, изучить литературу, найти соответствующую информацию в интернете. Студент должен самостоятельно решить все задания и примеры разобранные на лекции и выполнить все домашние задание. Необходимо ответить на вопросы контрольные и экзаменационные вопросы по теме.
устный опрос	Требуется повторить лекционный материал по всему пройденному курсу, изучить литературу, найти соответствующую информацию в интернете. Студент должен самостоятельно решить все задания и примеры разобранные на лекции и выполнить все домашние задание. Необходимо ответить на вопросы контрольные и экзаменационные вопросы по теме.
зачет	Требуется повторить лекционный материал по всему пройденному курсу, изучить литературу, найти соответствующую информацию в интернете. Студент должен самостоятельно решить все задания и примеры разобранные на лекции и выполнить все домашние задание. Необходимо ответить на вопросы контрольные и экзаменационные вопросы по теме.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Математическое моделирование и обработка данных" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Математическое моделирование и обработка данных" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 21.03.01 "Нефтегазовое дело" и профилю подготовки "Разработка месторождений углеводородов".