

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**

Введение в численные методы Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Галеев А.А. , Храмченков М.Г.

**Рецензент(ы):** Латыпов А.И.

### **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 ; заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Храменков М.Г. (кафедра математических методов в геологии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Maxim.Khramchenkov@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)
ПК-12	Способность применить знания и навыки для решения геологических задач по изучению геологического строения земной коры, горных пород и полезных ископаемых, а также прогноза и поисков месторождений полезных ископаемых (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)
ПК-2	способность самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- принципы математической идеализации природных процессов фильтрации, тепло- и массопереноса в горных породах;
- принципы документирования и математической обработки геологической информации;
- основы численных методов приближенного решения конкретных задач математической физики;

Должен уметь:

- применять численные методы решения ДУЧП с использованием программных продуктов общего и узкоспециализированного назначения для моделирования природных процессов фильтрации и переноса, оценки запасов

Должен владеть:

- построения гидродинамических моделей пластов и подсчета запасов подземных вод.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- самостоятельно выбирать алгоритм решения задачи, проводить дискретизацию расчетной области, составлять разностную схему, выбирать численный метод решения задачи, реализовывать его на одном из современных алгоритмических языков или в профессиональной вычислительной среде

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.03.01 "Геология (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

### 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 60 часа(ов), в том числе лекции - 24 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 21 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 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. Тема 1. Точность вычислительного эксперимента. Погрешности вычислений. Численные методы решения алгебраических уравнений.	6	4	0	6	3
2.	Тема 2. Тема 2. Численное дифференцирование и интегрирование аналитических и таблично заданных функций.	6	4	0	6	3
3.	Тема 3. Тема 3. Численный спектральный анализ временных последовательностей в осадочной геологии.	6	4	0	6	3
4.	Тема 4. Тема 4. Приближенные методы решения задач математической физики. Сеточные методы.	6	4	0	6	4
5.	Тема 5. Тема 5. Использование пакетов прикладных программных средств для решения геофильтрационных задач.	6	4	0	6	4
6.	Тема 6. Тема 6. Использование пакетов прикладных программных средств для оценки запасов подземных вод.	6	4	0	6	4
	Итого		24	0	36	21

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Тема 1. Точность вычислительного эксперимента. Погрешности вычислений. Численные методы решения алгебраических уравнений.

методы как раздел вычислительной математики. Математическое моделирование и этапы решения задач на ЭВМ. Погрешности математических вычислений; методы нахождения корней алгебраических уравнений. Причины возникновения погрешностей. Классификация погрешностей и связь между ними. Запись чисел в ЭВМ. Числа с фиксированной и плавающей точкой. Величина и число. Приближённые числа. Абсолютная и относительная погрешности. Границы погрешностей. Десятичная запись приближённых чисел. Цифры, верные в широком и узком смысле. Сомнительные цифры. Значащие цифры. Формы записи приближённых значений числа. Округление чисел.

Правило округления. Формулы для подсчёта погрешностей арифметических действий.

###### Тема 2. Тема 2. Численное дифференцирование и интегрирование аналитических и таблично заданных функций.

Методы численного дифференцирования функций; разностная производная методы численного интегрирования функций. Неустраняемая погрешность формул численного дифференцирования. Разностные формулы. Двухточечная аппроксимация. Многоточечная аппроксимация. Аппроксимация второй производной. Метод неопределённых коэффициентов. Дифференцирование полинома Лагранжа для равноотстоящих узлов. Дифференцирование полинома Ньютона для интерполирования вперёд.

###### Тема 3. Тема 3. Численный спектральный анализ временных последовательностей в осадочной геологии.

Ряды Фурье для периодических процессов, преобразование Фурье. Гармонический анализ периодических процессов. Прямое и обратное преобразование Фурье. Методы численного спектрального анализа временных последовательностей. Вычисление коэффициентов тригонометрического ряда Фурье. Фурье анализ слоистости осадков. Синтез Фурье.

#### **Тема 4. Тема 4. Приближенные методы решения задач математической физики. Сеточные методы.**

Численные методы решения задач математической физики. Метод конечных разностей. Численное интегрирование дифференциальных уравнений в частных производных, начальные и краевые условия. Конечно-разностная аппроксимация для уравнений параболического, гиперболического и эллиптического типа. Уравнение Лапласа.

#### **Тема 5. Тема 5. Использование пакетов прикладных программных средств для решения геофильтрационных задач.**

Современные отечественные и зарубежные программные комплексы, предназначенные для математического моделирования процессов геофильтрации и геомиграции. Основные задачи, решаемые при прогнозном моделировании геофильтрации: определение прогнозных отметок (понижений) уровней подземных вод на конец расчетного срока эксплуатации при проектируемом водоотборе и сопоставление их с допустимыми величинами количественная оценка источников формирования эксплуатационных запасов подземных вод оценка изменения составляющих баланса подземных вод и определение ущерба поверхностному стоку.

#### **Тема 6. Тема 6. Использование пакетов прикладных программных средств для оценки запасов подземных вод.**

Знакомство с функциями наиболее распространенных промышленных программных продуктов:

Modflow, Visual Modflow, Modtech. Схема плановой фильтрации в слоистых толщах. Гидрогеологические предпосылки: Дюпюи о постоянстве напора по вертикали в проницаемых слоях и Мятлева-Гириного о вертикальном характере фильтрации в разделяющих слоях.

Используемые алгоритмы решения системы алгебраических уравнений. Аппроксимация дифференциальных уравнений геофильтрации конечными разностями.

### **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 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Контрольная работа	ПК-12 , ПК-1 , ПК-2	1. Тема 1. Точность вычислительного эксперимента. Погрешности вычислений. Численные методы решения алгебраических уравнений.
2	Контрольная работа	ПК-2 , ПК-1	2. Тема 2. Численное дифференцирование и интегрирование аналитических и таблично заданных функций.
3	Контрольная работа	ПК-1 , ПК-2	3. Тема 3. Численный спектральный анализ временных последовательностей в осадочной геологии.
4	Контрольная работа	ПК-12 , ПК-2	4. Тема 4. Приближенные методы решения задач математической физики. Сеточные методы.
5	Контрольная работа	ПК-1 , ПК-2	5. Тема 5. Использование пакетов прикладных программных средств для решения геофильтрационных задач.
6	Контрольная работа	ПК-1	6. Тема 6. Использование пакетов прикладных программных средств для оценки запасов подземных вод.
	<b>Экзамен</b>	ПК-1, ПК-12, ПК-2	

### 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 6</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.	Задания выполнены менее чем наполовину.	1
			Присутствуют серьезные ошибки.	Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом.	2
			Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом.	Проявлены недостаточные способности	3
			Проявлены низкие способности	применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	4
			применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.		5
			конкретных заданий.		6

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.	

**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 6**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Тема 1

контрольная работа , примерные вопросы:

С помощью математических операций с матрицами в электронных таблицах решить системы алгебраических уравнений

1)  $3x_1 + x_2 + 5 = 0$  ;  $-2x_1 + x_2 + x_3 = 0$  ;  $2x_1 - x_2 + 4x_3 + 15 = 0$

2)  $x_1 + 3x_2 - 2x_3 + 2x_5 + 0,5 = 0$  ;  $3x_1 + 4x_2 - 5x_3 + x_4 - 3x_5 = 5,4$  ;  $-2x_1 - 5x_2 + 3x_3 - 2x_4 + 2x_5 = 5$  ;  $x_2 - 2x_3 + 5x_4 + 3x_5 - 7,5 = 0$  ;  $-2x_1 - 3x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 4x_5 = 3,3$

**2. Контрольная работа**

Тема 2

контрольная работа , примерные вопросы:

Построить графики решений ЗК  $y' = f(x, y)$ ,  $y(0) = 1$  на интервале  $[0, 1]$ , полученных методами Эйлера, Рунге-Кутты, для функций  $f(x, y)$ : 1)  $x + y$ ; 2)  $2y - \cos 2x$ ; 3)  $2y + 3e^{-x}$ ; 4)  $e^x - 3y$ ; 5)  $3y - 2 \sin x$ ; 6)  $y + (\cos x)/3$ ; 7)  $y + \cos 3x$ . В процессе выполнения задания 2 необходимо получить (и проверить подстановкой в исходное уравнение и начальные условия) точные аналитические решения уравнений: 1)  $y = 2e^x + x - 1$ ; 2)  $y = (\cos 2x + \sin 2x + 3e^{2x})/4$ ; 3)  $y = 2e^{2x} - e^{-x}$ ; 4)  $y = (e^x + 3e^{-3x})/4$ ; 5)  $y = (4\cos 2x + 6\sin 2x + 9e^{3x})/13$ ; 6)  $y = (\sin x - \cos x + 7e^x)/6$ ; 7)  $y = (3\sin 3x + \cos 3x + 11e^x)/10$ .

По формуле трапеций с точностью до 0,01 вычислите определенные интегралы в заданных пределах для следующих функций:  $e^{\sqrt{x}}$ ;  $\ln 2x$ ;  $1/(x+2)$ ;  $\sin 3x$ ;  $\cos 3x$ ;  $\operatorname{tg} x$ ;  $\operatorname{sh} x$ .

**3. Контрольная работа**

Тема 3

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Найти значение  $e^{3-i2}$ .
2. Вычислить десятичный логарифм комплексного числа  $4-i$ .
3. Найти  $\ln(2-i2)/\sin(3+i2)$ .

4. Вычислить  $\sin(1+i2)\cos(2-i3)$ .
5. Построить графики функции гиперболического синуса и косинуса соответственно.

Изобразить на графике множество точек комплексной области, удовлетворяющих условию:  $\operatorname{Re} z > 1$ ;  $\operatorname{Im} z < -2$ ;  $|z-4i|=7$ ;  $|(z-1)/(z-4)|=3$ ;  $|z-4+i|=5$ .

Построить амплитудный спектр гармоник и график Фурье-синтеза для таблично заданной функции

k 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

tk 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

yk 14.5 14.5 13.1 11.0 9.2 8.5 9.0 10.6 12.4 13.6 13.5

k 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

tk 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100

yk 11.7 8.7 5.2 2.2 0.5 0.5 1.9 4.0 5.8 6.5

k 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

tk 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150

yk 6.0 4.4 2.6 1.4 1.5 3.3 6.3 9.8 12.8 14.5

#### 4. Контрольная работа

Тема 4

коллоквиум , примерные вопросы:

численно решить уравнение Лапласа (задача Дирихле) и построить диаграмму распределения температуры в заданной области для своего варианта граничной функции.

Имеется однородная прямоугольная пластина, занимающая область  $D$  ( $a < x < b$ ;  $c < y < d$ ), ограниченную контуром  $L$ . Найти температуру в каждой внутренней точке пластины, если известна температура в каждой точке контура  $L$ :  $T(x,y)|_L = f(x,y)$ .

Численно решить первую краевую задачу распределения температуры для мерзлого скального грунта с фиксированной температурой  $-2$  градуса на глубине 10 м от поверхности и периодическими сезонными и суточными изменением температуры на дневной поверхности.

#### 5. Контрольная работа

Тема 5

контрольная работа , примерные вопросы:

Выполнить численное моделирование и построить диаграмму стационарного распределения уровня грунтовых вод в прямоугольной области  $D$ . Область  $D$  является квадратом со стороной 400 м. На северной границе (озеро) уровень постоянный и равен 100 м. На южной и западной границах вдоль рек уровень равномерно понижается от 100 м до 65 м. Восточная граница представлена непроницаемой глиной. Дополнительное граничное условие: в точке с координатами  $X_{скв} = 215$ ;  $Y_{скв} = 250$  работает скважина на откачку с установившимся динамическим уровнем  $H_{скв} = 80$ .

#### 6. Контрольная работа

Тема 6

контрольная работа , примерные вопросы:

Выполнить статическое и динамическое моделирование нестационарного процесса подъема уровня грунтовых вод в долине реки после строительства плотины. Условия задачи: ширина поймы  $L = 1000$  м; начальный УГВ - 5 м; напор на линии уреза реки - 10 м; грунт поймы имеет коэффициент фильтрации  $k = 10$  м/сут и недостаток насыщения  $m = 0,15$ .

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

Билеты к экзаменам.

Билет ♦1

1. Погрешность численного решения задачи. Источники и классификация погрешностей.
2. Формулы численного дифференцирования.

Билет ♦2

1. Постановка задачи приближения функций. Классы аппроксимирующих функций. Критерий согласия. Погрешность аппроксимации.
2. Вычисление определенных интегралов: простейший метод Монте-Карло.

Билет ♦3



1. Интерполяционные методы приближения функций. Алгебраическое интерполирование.
2. Вычисление определенных интегралов: геометрический метод Монте-Карло.

Билет ♦4

1. Интерполяционные методы приближения функций. Полином Лагранжа, его остаточный член.
2. Вычисление определенных интегралов: формулы прямоугольников.

Билет ♦5

1. Интерполяционные методы приближения функций. Разделенные разности и их свойства.
2. Вычисление определенных интегралов: формула трапеций.

Билет ♦6

1. Интерполяция и приближение сплайнами.
2. Вычисление определенных интегралов: формула Симпсона.

Билет ♦7

1. Формулы численного дифференцирования.
2. Методы Рунге-Кутты решения ОДУ. Формулы Эйлера и Адамса.

Билет ♦8

1. Остаточная погрешность. Вычислительная погрешность при численном дифференцировании, выбор оптимального шага таблицы производных.
2. Полиномиальная аппроксимация методом МНК

Билет ♦9

1. Простейшие квадратурные формулы. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Оценка погрешности квадратурной формулы.
2. Три этапа и основные понятия метода сеток для уравнений в частных производных.

Билет ♦10

1. Правило Рунге. Квадратурные формулы Гаусса.
2. Интерполяция. Теорема о единственности многочленной интерполяции.

Билет ♦11

1. Постановка задачи численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения задачи Коши.
2. Разностная аппроксимация уравнений в частных производных на примере уравнения Лапласа.

Билет ♦12

1. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Гармонический анализ. Четное и нечетное продолжение функций, заданных на отрезке.

Билет ♦13

1. Метод конечных разностей для линейных дифференциальных уравнений второго порядка.
2. Численный спектральный анализ.

Билет ♦14

1. Уравнения с частными производными. Метод сеток.
2. Интерполяционные методы приближения функций. Разделенные разности и их свойства

Билет ♦15

1. Метод Эйлера решения задачи Коши для ОДУ.
2. Конечно-разностное моделирование движения вязкой жидкости в трубке тока.

Билет ♦16

1. Три этапа и основные понятия метода сеток для уравнений в частных производных.
2. Интерполяция и приближение сплайнами.

#### **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 6</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	8
		2	8
		3	8
		4	8
		5	9
		6	9
<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

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

##### **7.1 Основная литература:**

1. Калиткин, Н. Н. Численные методы: учебное пособие / Калиткин Н.Н., - 2-е изд., исправленное. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015. - 587 с. ISBN 978-5-9775-2575-6. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/944508>
2. Слабнов, В. Д. Математическое моделирование технологии регулирования процесса извлечения нефти из неоднородных пластов : монография / В. Д. Слабнов. - Казань : Казанский федеральный университет, 2014. - 188 с. - ISBN 978-5-00019-334-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/72873>

##### **7.2. Дополнительная литература:**

- 1.Пантина, И. В. Вычислительная математика: учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/451160>

2. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2011. - 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/469213>

3. Керимов В.Ю., Рачинский М.З. Геофлюидодинамика нефтегазоносности подвижных поясов. - Москва : ООО 'Издательский дом Недра', 2011. - 600 с. - ISBN 978-5-8365-0369-7. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/349291>

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

сервер геологического факультета МГУ - <http://geo.web.ru/>

Численные методы в электронных таблицах - [http://www.ksu.ru/f3/bin\\_files/number-a!208.pdf](http://www.ksu.ru/f3/bin_files/number-a!208.pdf)

Элементы векторного анализа - [http://www.ksu.ru/f3/bin\\_files/number-a!208.pdf](http://www.ksu.ru/f3/bin_files/number-a!208.pdf)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие - лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.
лабораторные работы	Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов является важным фактором интегральной оценки качества учебного процесса, влияющим на глубину и прочность приобретенных знаний и умений, способствующим выработке у обучающихся способности к самообразованию и саморазвитию, потребности творческого овладения знаниями в своей практической деятельности. Следует учесть, что если процесс самостоятельного изучения какого-либо вопроса разбить на две части, то всегда задания на первом, репродуктивном уровне организации самостоятельной работы, должны соответствовать таким уровням усвоения учебного материала, как знание, понимание, применение. А на следующем этапе ? проведение СРС на продуктивном уровне, задания должны соответствовать таким категориям уровней усвоения, как анализ, синтез, оценка. Самостоятельная работа предполагает, в первую очередь, работу с информационными материалами.
контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторных занятий в письменном виде. Ответы на вопросы должны быть короткие и ёмкие. Подготовка к контрольной работе заключается в проработке лекционного материала, соответствующего учебного материала. В контрольной работе должно быть отражено умение систематизировать, анализировать, обобщать, делать выводы и связывать теоретические знания с практикой.
экзамен	В ходе подготовки к экзамену по дисциплине обучающемуся слушателю курса рекомендуется с целью повышения его возможностей по успешному прохождению экзамена повторить весь ранее изученный материал, как теоретического характера, так и практические и самостоятельные работы, определить возможные проблемные места усвоения материала и провести дополнительные образовательные действия для разрешения выявленных ранее проблемных и неосвоенных участков курса.

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

Освоение дисциплины "Введение в численные методы" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

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

Освоение дисциплины "Введение в численные методы" 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 05.03.01 "Геология" и профилю подготовки "не предусмотрено".