



Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОС ВО по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело, утвержденный 30.03 2015г. №297, Приказом Минобрнауки России от 19 декабря 2013 г. №1367 «Об утверждении порядка организации осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» и учебного плана СамГТУ.

Составитель рабочей программы:  
Д.ф.-м.н., профессор каф. РЭНГМ  
(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись)  
30.08.15  
(дата)

Астафьев В.И.  
(ФИО)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Разработка и эксплуатация нефтяных и  
газовых месторождений

от 31.08.15 протокол № 1

зав. кафедрой-разработчиком

  
(подпись)  
31.08.15  
(дата)

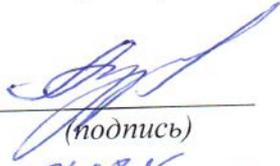
Коновалов В.В.  
(ФИО)

Эксперт методической комиссии по  
УГНП

  
(подпись)  
31.08.15  
(дата)

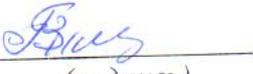
Зиновьев А.М.  
(ФИО)

Председатель методического совета  
НТФ

  
(подпись)  
31.08.15  
(дата)

Чуркина А.Ю.  
(ФИО)

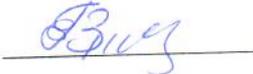
Декан НТФ

  
(подпись)  
31.08.15  
(дата)

Тян В.К.  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой ТТ

  
(подпись)  
31.08.15  
(дата)

Тян В.К.  
(ФИО)

Начальник УВО

  
(подпись)  
31.08.15  
(дата)

Лукьянова А.Н.  
(ФИО)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП .....	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3.1. Структура дисциплины .....	5
3.2. Содержание дисциплины.....	7
3.3. Практические занятия (семинарские) занятия.....	7
3.4. Лабораторные занятия.....	7
3.5. Самостоятельная работа студента.....	8
4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	10
4.1. Список тем, выносимых для самостоятельного изучения.....	10
4.2. Форма представления исходного материала для выполнения реферата.....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	12
6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины.....	12
6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	12
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ...	14
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....	14
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет».....	15
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
Приложение 1 .....	17
Приложение 2 .....	18
Приложение 3 .....	24
Приложение 4.....	32

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты освоения ОПОП магистратуры определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личностные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины «Численные методы в задачах нефтегазовой отрасли» обучаемый должен обладать следующими компетенциями:

ОК-1: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Планируемые результаты обучения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина*		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
Коды компетенции	Содержание компетенций	Знать: Уметь: Владеть:
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.	<b>ЗНАТЬ:</b> численные методы решения математических задач и анализа полученных решений Шифр: З (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> <b>УМЕТЬ:</b> логически мыслить и правильно выбирать численный метод, опираясь на анализ характера поставленной задачи и знание свойств соответствующих численных методов; Шифр: У (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> анализировать точность (погрешность) полученного численного решения; Шифр: У (ОК-1) - 11 <sup>2</sup> <b>ВЛАДЕТЬ:</b> основными методиками построения расчетных формул, анализа сходимости и точности методов; Шифр: В (ОК-1) - 11 <sup>1</sup>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина **Б1.В.ДВ.3 «Численные методы в задачах нефтегазовой отрасли»** относится к дисциплинам по выбору (вариативная часть цикла) учебного плана направления 21.04.01 «Нефтегазовое дело», магистерской программы «Трубопроводный транспорт углеводородов».

Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, заявленные в разделе 1, приведены в табл. 2.

Таблица 2

### Перечень предшествующих и последующих дисциплин

№	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Профессиональные			
1	ОК-1. Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.	Философия и методология науки; Общая теория динамических систем; Учебная (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков).	Государственная итоговая аттестация.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часа.

Семестр	Трудоемкость, час./з.е.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (зачет, экзамен, КР, КП)	Контактная работа, час.	
							аудиторная	внеаудиторная
2	72/3	-	36	-	36	Зачет	36	2
<b>Итого</b>	<b>72/3</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>Зачет</b>	<b>36</b>	<b>2</b>

Таблица 3

### Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>	<b>36</b>	36
в том числе: лекции	-	-
практические занятия (ПЗ)	<b>36</b>	36
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>36</b>	36
в том числе: <b>контактная внеаудиторная работа</b>	<b>2</b>	2
самостоятельное изучение материала	<b>12</b>	12
подготовка к практическим занятиям	<b>9</b>	9
подготовка к зачету	<b>8</b>	8
реферативные работы	<b>5</b>	5

ИТОГО:	час.	<b>72</b>	72
	з.е.	<b>2</b>	2

Таблица 4

**Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины**

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудо- емкость, часы				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Приближение функции и производных	-	8	-	5	13
2	Численное интегрирование	-	8	-	5	13
3	Численные методы алгебры	-	8	-	5	13
4	Численные методы решения дифференциальных уравнений	-	12	-	6	18
Реферативная работа					5	5
Контактная внеаудиторная работа					2	2
Подготовка к зачету					8	8
<b>ИТОГО</b>		-	<b>36</b>	-	<b>36</b>	<b>72</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

Лекционный курс учебным планом не предусмотрен

### 3.3. Практические занятия (семинарские) занятия

Таблица 5

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1	<b><u>Тема 1. Приближение функции и производных</u></b> 1.1. Полиномиальная интерполяция. 1.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа. 1.3. Многочлены Чебышева.	4
2	1	<b><u>Тема 1. Приближение функции и производных (продолжение)</u></b> 1.4. Численное дифференцирование. 1.5. Многочлен наилучшего равномерного приближения. 1.6. Приближение сплайнами.	4
3	2	<b><u>Тема 2. Численное интегрирование</u></b> 2.1. Квадратурные формулы интерполяционного типа. 2.2. Метод неопределенных коэффициентов. 2.3. Квадратурные формулы Ньютона.	4
4	2	<b><u>Тема 2. Численное интегрирование (продолжение)</u></b> 2.4. Квадратурные формулы Гаусса. 2.5. Главный член погрешности. 2.6. Численное интегрирование функций с особенностями.	4
5	3	<b><u>Тема 3. Численные методы алгебры</u></b> 3.1. Метод последовательного исключения неизвестных. 3.2. Метод простой итерации. 3.3. Метод Зейделя.	4
6	3	<b><u>Тема 3. Численные методы алгебры (продолжение)</u></b> 3.4. Методы релаксации. 3.5. Метод Ньютона. 3.6. Метод наискорейшего спуска.	4
7	4	<b><u>Тема 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений</u></b> 4.1. Методы построения разностных схем. 4.2. Задача Коши.	4
8	4	<b><u>Тема 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений (продолжение)</u></b> 4.3. Линейная краевая задача. 4.4. Гиперболические уравнения.	4
9	4	<b><u>Тема 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений (продолжение)</u></b> 4.5. Параболические уравнения. 4.6. Эллиптические уравнения.	4
<b>ИТОГО за семестр:</b>			<b>36</b>

### 3.4. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

### 3.5. Самостоятельная работа студента

Таблица 6

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1	<p><b>Самостоятельное изучение материала:</b></p> <p><b>Тема 1. Приближение функции и производных</b>                      1.1. Постановка задачи приближения функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Разделенные разности и их свойства. Конечные разности.                      1.2. Интерполяционная формула Ньютона. Интерполяционные формулы для таблиц с постоянным шагом. Многочлены Чебышева. Погрешность округления при интерполяции. Обратная интерполяция.                      1.3. Численное дифференцирование. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.</p>	3
	2	<p><b>Подготовка к практическому занятию № 1. <u>Приближение функции и производных</u></b>                      1.1. Полиномиальная интерполяция.                      1.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.                      1.3. Многочлены Чебышева.</p>	1
	3	<p><b>Подготовка к практическому занятию № 2. <u>Приближение функции и производных (продолжение)</u></b>                      1.4. Численное дифференцирование.                      1.5. Многочлен наилучшего равномерного приближения.                      1.6. Приближение сплайнами.</p>	1
<b>Итого:</b>			<b>5</b>
2	4	<p><b>Самостоятельное изучение материала:</b></p> <p><b>Тема 2. Численное интегрирование</b>                      2.1. Простейшие квадратурные формулы. Метод неопределенных коэффициентов. Погрешность квадратурных формул. Квадратурные формулы Ньютона—Котеса. Ортогональные многочлены. Квадратурные формулы Гаусса.                      2.2. Оценка погрешности квадратурных формул. Повышение точности интегрирования за счет разбиения отрезка на равные части. Оптимизация распределения узлов квадратурной формулы. Главный член погрешности.</p>	3
	5	<p><b>Подготовка к практическому занятию № 3. <u>Численное интегрирование</u></b>                      2.1. Квадратурные формулы интерполяционного типа.                      2.2. Метод неопределенных коэффициентов.                      2.3. Квадратурные формулы Ньютона.</p>	1
	6	<p><b>Подготовка к практическому занятию № 4. <u>Численное интегрирование (продолжение)</u></b>                      2.4. Квадратурные формулы Гаусса.                      2.5. Главный член погрешности.                      2.6. Численное интегрирование функций с особенностями.</p>	1
<b>Итого:</b>			<b>5</b>
3	7	<p><b>Самостоятельное изучение материала:</b></p> <p><b>Тема 3. Численные методы алгебры</b>                      3.1. Методы последовательного исключения неизвестных. Ме-</p>	3

		тод простой итерации. Метод Зейделя. 3.2. Метод наискорейшего градиентного спуска. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений.	
	8	<b>Подготовка к практическому занятию № 5. Численные методы алгебры</b> 3.1. Метод последовательного исключения неизвестных. 3.2. Метод простой итерации. 3.3. Метод Зейделя.	1
	9	<b>Подготовка к практическому занятию № 6. Численные методы алгебры (продолжение)</b> 3.4. Методы релаксации. 3.5. Метод Ньютона. 3.6. Метод наискорейшего спуска.	1
<b>Итого:</b>			<b>5</b>
4	10	<b>Самостоятельное изучение материала:</b>  <b>Тема 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений</b> 4.1. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Методы Рунге—Кутты. Конечно-разностные методы. Метод неопределенных коэффициентов. 4.2. Методы численного интегрирования уравнений второго порядка. Решение простейшей краевой сеточной задачи. Алгоритмы решения краевых задач для систем уравнений первого порядка. 4.3. Нелинейные краевые задачи. Конечно-разностные методы отыскания собственных значений. Основные понятия теории метода сеток. 4.4. Аппроксимация простейших гиперболических задач. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения. Разностная аппроксимация эллиптических уравнений.	3
	11	<b>Подготовка к практическому занятию № 7. Численные методы решения дифференциальных уравнений</b> 4.1. Методы построения разностных схем. 4.2. Задача Коши.	1
	12	<b>Подготовка к практическому занятию № 8. Численные методы решения дифференциальных уравнений (продолжение)</b> 4.3. Линейная краевая задача. 4.4. Гиперболические уравнения.	1
	13	<b>Подготовка к практическому занятию № 9. Численные методы решения дифференциальных уравнений (продолжение)</b> 4.5. Параболические уравнения. 4.6. Эллиптические уравнения.	1
	<b>Итого:</b>		
1-4	14	<b>Реферативные работы</b> 1. Интерполяция и численное дифференцирование функций. 2. Численное интегрирование. 3. Численные методы алгебры. 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	5
	15	<b>Контактная внеаудиторная работа</b>	2

		1. Выдача тем реферативных работ. 2. Консультации по написанию реферативных работ.	
16		<p><b>Подготовка к зачету</b></p> <p>1. Постановка задачи приближения функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Разделенные разности и их свойства. Конечные разности.</p> <p>2. Интерполяционная формула Ньютона. Интерполяционные формулы для таблиц с постоянным шагом. Многочлены Чебышева. Погрешность округления при интерполяции. Обратная интерполяция.</p> <p>3. Численное дифференцирование. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.</p> <p>4. Простейшие квадратурные формулы. Метод неопределенных коэффициентов. Погрешность квадратурных формул. Квадратурные формулы Ньютона—Котеса. Ортогональные многочлены. Квадратурные формулы Гаусса.</p> <p>5. Оценка погрешности квадратурных формул. Повышение точности интегрирования за счет разбиения отрезка на равные части. Оптимизация распределения узлов квадратурной формулы. Главный член погрешности.</p> <p>6. Методы последовательного исключения неизвестных. Метод простой итерации. Метод Зейделя.</p> <p>7. Метод наискорейшего градиентного спуска. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений.</p> <p>8. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Методы Рунге—Кутты. Конечно-разностные методы. Метод неопределенных коэффициентов.</p> <p>9. Методы численного интегрирования уравнений второго порядка. Решение простейшей краевой сеточной задачи. Алгоритмы решения краевых задач для систем уравнений первого порядка.</p> <p>10. Нелинейные краевые задачи. Конечно-разностные методы отыскания собственных значений. Основные понятия теории метода сеток.</p> <p>11. Аппроксимация простейших гиперболических задач. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения. Разностная аппроксимация эллиптических уравнений.</p>	8
<b>ИТОГО за семестр:</b>			<b>36</b>

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Список тем, выносимых для самостоятельного изучения

###### Тема 1. Приближение функции и производных

**Вопросы:** Постановка задачи приближения функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Разделенные разности и их свойства. Конечные разности. Интерполяционная формула Ньютона. Интерполяционные формулы для таблиц с постоянным шагом. Многочлены Чебышева. Погрешность округления при интерполяции. Обратная интерполяция. Численное дифференцирование. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.

###### Тема 2. Численное интегрирование

**Вопросы:** Простейшие квадратурные формулы. Метод неопределенных коэффициентов. Погрешность квадратурных формул. Квадратурные формулы Ньютона— Котеса. Ортогональные многочлены. Квадратурные формулы Гаусса. Оценка погрешности квадратурных формул. Повышение точности интегрирования за счет разбиения отрезка на равные части. Оптимизация распределения узлов квадратурной формулы. Главный член погрешности.

### **Тема 3. Численные методы алгебры**

**Вопросы:** Методы последовательного исключения неизвестных. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод наискорейшего градиентного спуска. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений.

### **Тема 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений**

**Вопросы:** Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Методы Рунге— Кутты. Конечно-разностные методы. Метод неопределенных коэффициентов. Методы численного интегрирования уравнений второго порядка. Решение простейшей краевой сеточной задачи. Алгоритмы решения краевых задач для систем уравнений первого порядка. Нелинейные краевые задачи. Конечно-разностные методы отыскания собственных значений. Основные понятия теории метода сеток. Аппроксимация простейших гиперболических задач. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения. Разностная аппроксимация эллиптических уравнений.

## **4.2. Форма представления исходного материала для выполнения реферата**

### **Примерный перечень тем реферативных работ по курсу:**

1. Этапы вычислительного эксперимента - физическая и математическая модель.
2. Этапы вычислительного эксперимента - вычислительный алгоритм. Примеры.
3. Этапы вычислительного эксперимента - проведение и анализ расчетов. Примеры.
4. Этапы вычислительного эксперимента - пересмотр и уточнение модели. Примеры.
5. Математическое обеспечение в вычислительном эксперименте. Примеры.
6. Алгоритм Гаусса решения СЛАУ. Примеры.
7. Метод простых итераций решения СЛАУ. Примеры.
8. Метод Зейделя решения СЛАУ. Примеры.
9. Метод дихотомии решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
10. Метод хорд решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
11. Метод простых итераций решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
12. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
13. Метод секущих решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
14. Метод парабол решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
15. Решение уравнений в комплексной области параметров. Примеры.
16. Интерполяция Лагранжа. Примеры.
17. Полиномиальная интерполяция. Примеры.
18. Погрешность интерполяции. Примеры.
19. Обратная интерполяция. Примеры.
20. Нелинейная интерполяция. Примеры.
21. Метод наименьших квадратов. Примеры.
22. Приближение функций рядами Фурье. Примеры.
23. Приближение функций по Чебышеву. Примеры.
24. Ортогональные полиномы. Примеры.
25. Интерполяция сплайнами. Примеры.
26. Производные и конечные разности. Примеры.
27. Формулы для производных в равноотстоящих узлах. Примеры.
28. Погрешность численного дифференцирования. Примеры.

29. Вычисление производных с помощью программ интерполяции и аппроксимации. Примеры.
30. Метод прямоугольников. Примеры.
31. Метод трапеций. Примеры.
32. Метод Симпсона. Примеры.
33. Погрешность численного интегрирования. Примеры.
34. Вычисление несобственных интегралов. Примеры.
35. Вычисление кратных интегралов. Примеры.
36. Задача Коши. Двухточечная краевая задача. Примеры.
37. Метод рядов Тейлора. Примеры.
38. Явные и неявные методы Эйлера. Примеры.
39. Методы Рунге-Кутты второго и четвертого порядков. Примеры.
40. Метод предиктор-корректор. Примеры.
41. Краевые задачи: методы стрельбы и конечных разностей. Примеры.
42. Метод конечных разностей. Примеры.
43. Метод частиц. Примеры.
44. Метод конечных объемов. Примеры.
45. Методы конечных элементов. Примеры.
46. Типы интегральных уравнений. Примеры.
47. Разностный метод. Примеры.
48. Метод последовательных приближений. Примеры.
49. Метод моментов. Примеры.
50. Особенности решения некорректных задач. Примеры.

Всего выполняется студентами 1 реферативная работа. Тема реферативной работы назначается преподавателем или предлагается студентами. Выполнение реферативной работы осуществляется согласно ГОСТ 7.9-95 (ИСО 214-76) «Реферат и аннотация». Реферативная работа адаптируется применительно к теме намечаемой магистерской выпускной квалификационной работы.

Методические указания в т.ч. Для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины приводятся в Приложении 2 и Приложении 3 к рабочей программе.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В учебном процессе применяются пассивные (лекции) и активные (практические занятия) образовательные технологии. Использование интерактивных образовательных технологий учебным планом по данной дисциплине не предусмотрено.

## **6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине, в форме оценки работы на практических занятиях.

### **6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Промежуточная аттестация по дисциплине по итогам семестра проходит в форме устного зачета (включает в себя ответ на 2 теоретических вопросов).

**Перечень вопросов для подготовки к устному зачету (включает в себя ответ на 2 теоретических вопроса)**

1. Постановка задачи приближения функций.
2. Полиномиальная интерполяция.
3. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
4. Разделенные разности и их свойства.
5. Конечные разности.
6. Интерполяционная формула Ньютона.
7. Интерполяционные формулы для таблиц с постоянным шагом.
8. Многочлены Чебышева.
9. Многочлен наилучшего равномерного приближения.
10. Приближение сплайнами.
11. Погрешность округления при интерполяции.
12. Обратная интерполяция.
13. Численное дифференцирование.
14. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.
15. Простейшие квадратурные формулы.
16. Метод неопределенных коэффициентов.
17. Погрешность квадратурных формул.
18. Квадратурные формулы Ньютона—Котеса.
19. Ортогональные многочлены.
20. Квадратурные формулы Гаусса.
21. Оценка погрешности квадратурных формул.
22. Повышение точности интегрирования за счет разбиения отрезка на равные части.
23. Оптимизация распределения узлов квадратурной формулы.
24. Главный член погрешности.
25. Численное интегрирование функций с особенностями.
26. Методы последовательного исключения неизвестных.
27. Метод простой итерации.
28. Метод Зейделя.
29. Методы релаксации.
30. Метод наискорейшего градиентного спуска.
31. Метод сопряженных градиентов.
32. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений.
33. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.
34. Методы Рунге—Кутты.
35. Конечно-разностные методы.
36. Задача Коши.
37. Метод неопределенных коэффициентов.
38. Методы численного интегрирования уравнений второго порядка.
39. Решение простейшей краевой сеточной задачи.
40. Алгоритмы решения краевых задач для систем уравнений первого порядка.
41. Нелинейные краевые задачи.
42. Конечно-разностные методы отыскания собственных значений.
43. Основные понятия теории метода сеток.
44. Аппроксимация простейших гиперболических задач.
45. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения.
46. Разностная аппроксимация эллиптических уравнений.

Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения промежуточной аттестации, а также методические указания для проведения промежуточной аттестации приводятся в Приложении 4 к рабочей программе.

7. -

7.1.

/	, ( ) -	
1.	“ ”, 2015. - 637 .	« » -
2.	“ ”, 2015. - 240 .	« » -
3..	“ ”, 2011. - 238 .	« » -
4.	“ ”, 2011. - 74 .	« » -
5.	“ ”, 2015. - 448 .	« » -

/	, ( , ) -	-
1.	[ ]: ; ; , 2010. - 203 .	( - - )
2.	[ ]: . / . - 4- . - . ; ; : , 2007. - 248 .	( - - )
3.	[ ]: - ; ; , 2010. - 400 .	( - - )
4.	[ ]: . / . - 3- . - . : . , 2009. - 840 .	( - - )
5.	[ ] - . : [ . . ], 1990 - . . 1. - 97 .	( - - )
6	( ): ; \ . . ; - 2012-68 .	-

7	[ ]: . - . . . . . 1 . 2005. - 399 . , . . . - 2- . - . : 5-329-01111-6	( - - )
8	( ): , - . . . . : , 2008-249 . « »	-
9	].: . \\ . . . . -4- . - ; ; : , 2009-608 / ISBN978-5-8114-0892-4	( - - )
10	\ . . . . , . . . . -3- , . - : , 2008-480 : ISBN978-5-06-004763-9	( - - )

## 7.2.

" ».

<http://elibrary.ru/defaultx.asp> - ;  
<https://www.onepetro.org/> - Social Petroleum Engineering;  
<http://www.sciencedirect.com/> - ScienceDirect;  
<http://www.scopus.com/> - Scopus ;  
<http://link.springer.com/> - SpringerLink;  
<http://www.taylorandfrancis.com/info/permissions/> - ;  
<http://www.ngv.ru/> - " " ;  
<http://www.oil-industry.ru/> - «  
 »;  
<http://www.tehlit.ru/> - ;  
<http://www.knigafund.ru/> - « »;  
<http://e.lanbook.com/> - « »;  
<http://www.iprbookshop.ru/> - IPRbooks;  
<http://elib.gubkin.ru/> - . -  
 ;  
<http://irbis.samgtu.local/> - .

## 8.

1. :  
 - (208 . / 9 ) , -  
 : Beng MX 620 DLP 3000 ANSI 1300:1, 4:3,

Dell, : , ; ,  
;

2. (210 ./9 : ), : , -  
- ; , ; .

3. :  
)  
), ; -  
), ;  
), - .

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

**УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе**

(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

.....;

.....;

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ (дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

ОДОБРЕНА на заседании методической комиссии факультета " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г."

Эксперты методической комиссии по УГНП

\_\_\_\_\_ шифр наименование личная подпись расшифровка подписи дата

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Декан \_\_\_\_\_ наименование факультета, где производится обучение, личная подпись расшифровка подписи дата

Начальник УВО \_\_\_\_\_ личная подпись расшифровка подписи дата

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.3 «Численные методы в задачах нефтегазовой отрасли» относится к дисциплинам по выбору (вариативная часть цикла) учебного плана направления 21.04.01 «Нефтегазовое дело», магистерской программы «Трубопроводный транспорт углеводородов». Дисциплина реализуется на нефтетехнологическом факультете Самарского государственного технического университета кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Дисциплина нацелена на формирование общей компетенции ОК-1: Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами численного решения уравнений, возникающих при моделировании процессов в нефтегазовой отрасли.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме оценки работы на практических занятиях и промежуточный контроль в форме зачета с оценкой, который проводится в форме ответов в устной форме.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часов. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия – 36 часов, самостоятельная работа студента – 36 часа, в том числе контактная внеаудиторная работа – 2 часа (консультации) и 8 часов для подготовки к зачету.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ЗАДАЧАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ»

## 1. Виды самостоятельной работы по дисциплине

Целью самостоятельной работы по дисциплине является выполнение магистрантами большой индивидуальной работы, связанной с осмыслением теоретического материала по темам лекций и практических занятий, с умением использовать теоретические знания при решении задач на практических занятиях, при выполнении курсовой работы и т.п.

В образовательном процессе СамГТУ применяются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – под руководством преподавателя и по его заданию;
- внеаудиторная – по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

В рамках дисциплины предусмотрено выполнение самостоятельной работы без участия преподавателей:

- Самостоятельное изучение материала;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Реферативная работа.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется путем устных опросов на практических занятиях. Кроме того, учебным планом и рабочей программой предусмотрена внеаудиторная контактная самостоятельная работа в форме консультаций при подготовке к практическим занятиям, реферата и патентных исследований.

## 2. Подготовка к практическим занятиям

### 2.1. Общие сведения

Подготовка к практическим занятиям предполагает проработку теоретического материала по лекциям, учебниками, первоисточниками, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

При изучении нового материала на лекциях, освещаются наиболее важные и сложные вопросы учебной дисциплины, вводится новый фактический материал. Поэтому к каждому практическому занятию студенты готовятся по следующей схеме:

- разобраться с основными положениями соответствующей темы, разобранными на лекциях;
- найти и изучить дополнительный материал по соответствующей теме по учебникам, первоисточникам, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

Работа с дополнительной учебной и научной литературой включает в себя составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работу со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; конспектирование научных статей заданной тематики.

### 2.2. Перечень тем для подготовки к практическим занятиям

#### Подготовка к практическому занятию № 1. Приближение функции и производных

- 1.1. Полиномиальная интерполяция.
- 1.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
- 1.3. Многочлены Чебышева.

#### Подготовка к практическому занятию № 2. Приближение функции и производных (продолжение)

- 1.4. Численное дифференцирование.
- 1.5. Многочлен наилучшего равномерного приближения.
- 1.6. Приближение сплайнами.

### **Подготовка к практическому занятию № 3. Численное интегрирование**

- 2.1. Квадратурные формулы интерполяционного типа.
- 2.2. Метод неопределенных коэффициентов.
- 2.3. Квадратурные формулы Ньютона.

### **Подготовка к практическому занятию № 4. Численное интегрирование (продолжение)**

- 2.4. Квадратурные формулы Гаусса.
- 2.5. Главный член погрешности.
- 2.6. Численное интегрирование функций с особенностями.

### **Подготовка к практическому занятию № 5. Численные методы алгебры**

- 3.1. Метод последовательного исключения неизвестных.
- 3.2. Метод простой итерации.
- 3.3. Метод Зейделя.

### **Подготовка к практическому занятию № 6. Численные методы алгебры (продолжение)**

- 3.4. Методы релаксации.
- 3.5. Метод Ньютона.
- 3.6. Метод наискорейшего спуска.

### **Подготовка к практическому занятию № 7. Численные методы решения дифференциальных уравнений**

- 4.1. Методы построения разностных схем.
- 4.2. Задача Коши.

### **Подготовка к практическому занятию № 8. Численные методы решения дифференциальных уравнений (продолжение)**

- 4.3. Линейная краевая задача.
- 4.4. Гиперболические уравнения.

### **Подготовка к практическому занятию № 9. Численные методы решения дифференциальных уравнений (продолжение)**

- 4.5. Параболические уравнения.
- 4.6. Эллиптические уравнения.

Подробный перечень дидактических единиц по рассматриваемым вопросам приведен в разделе 3.2 Рабочей программы. Данные вопросы включены в Перечень вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине, приводимый в разделе 6.2 Рабочей программы.

### **2.3. Требования к представлению и оформлению результатов подготовки к практическим занятиям**

Результатом выполненной самостоятельной работы по подготовке к практическим занятиям по дисциплине является, в первую очередь, конспект (краткое изложение) изученного теоретического материала по темам практических занятий. Особых требований к оформлению конспекта нет, кроме соответствия представленного материала вопросам для подготовки к практическим занятиям.

Одним из видов представления результатов выполнения самостоятельной работы, позволяющей студенту более полно освоить учебный материал, является подготовка сообщений (докладов) по темам практических занятий. Для иллюстрации текста доклада рекомендуется создание презентации. Создание презентации состоит из трех этапов:

- планирование презентации – многошаговая процедура, включающая определение целей, изучение аудитории, формирование структуры и логики подачи материала;

- разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации;

- репетиция презентации – проверка и отладка созданной презентации.

Подготовка доклада и презентации производится по инициативе самого обучающегося.

### **3. Самостоятельное изучение материала**

Учебной программой предусмотрено самостоятельное изучение материала курса «Численные методы в задачах нефтегазовой отрасли» по следующим темам:

#### **Тема 1. Приближение функции и производных**

1.1. Постановка задачи приближения функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Разделенные разности и их свойства. Конечные разности.

1.2. Интерполяционная формула Ньютона. Интерполяционные формулы для таблиц с постоянным шагом. Многочлены Чебышева. Погрешность округления при интерполяции. Обратная интерполяция.

1.3. Численное дифференцирование. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.

#### **Тема 2. Численное интегрирование**

2.1. Простейшие квадратурные формулы. Метод неопределенных коэффициентов. Погрешность квадратурных формул. Квадратурные формулы Ньютона— Котеса. Ортогональные многочлены. Квадратурные формулы Гаусса.

2.2. Оценка погрешности квадратурных формул. Повышение точности интегрирования за счет разбиения отрезка на равные части. Оптимизация распределения узлов квадратурной формулы. Главный член погрешности.

#### **Тема 3. Численные методы алгебры**

3.1. Методы последовательного исключения неизвестных. Метод простой итерации. Метод Зейделя.

3.2. Метод наискорейшего градиентного спуска. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений.

#### **Тема 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений**

4.1. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Методы Рунге— Кутта. Конечно-разностные методы. Метод неопределенных коэффициентов.

4.2. Методы численного интегрирования уравнений второго порядка. Решение простейшей краевой сеточной задачи. Алгоритмы решения краевых задач для систем уравнений первого порядка.

4.3. Нелинейные краевые задачи. Конечно-разностные методы отыскания собственных значений. Основные понятия теории метода сеток.

4.4. Аппроксимация простейших гиперболических задач. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения. Разностная аппроксимация эллиптических уравнений.

#### **Список рекомендуемой литературы:**

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: БИНОМ, 2012. – 636 с.
2. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. – М.: БИНОМ, 2013. – 240 с.
3. Гавришина О.Н., Захаров Ю.Н., Фомина Л.Н. Численные методы. – Кемеров: изд-во КемГУ, 2011. – 238 с.
4. Гавришина О.Н., Захаров Ю.Н. Практикум по численным методам. – Кемеров: изд-во КемГУ, 2011. – 73 с.

5. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах. – СПб.: изд-во «Лань», 2015. – 448 с.
6. Срочко, В. А. Численные методы [Текст] : курс лекций: учеб. пособие / В. А. Срочко. - М. ; СПб. ; Краснодар : Лань, 2010. - 202 с.
7. Волков, Е. А. Численные методы [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Волков. - 4-е изд. стер. - М. ; СПб. ; Краснодар : Лань, 2007. - 248 с.
8. Демидович, Б. П. Численные методы анализа [Текст]: приближение функций, дифференц. и интегр. уравнения: Учеб. пособие / Б.П.Демидович, И.А.Марон, Э.З.Шувалова. - 4-е изд. стер. - М. ; СПб. ; Краснодар : Лань, 2008. - 400 с.
9. Вержбицкий, В. М. Основы численных методов [Текст] : учеб. / В. М. Вержбицкий. - 3-е изд. стер. - М. : Высш. шк., 2009. - 840 с.
10. Ентов, В. М. Численные методы в нефтегазовых задачах [Текст]. - М. : [б. и.], 1990 - Ч.1. - 97 с.

**Список рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»:**

- <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - НЭБ - Научная электронная библиотека;  
<https://www.onepetro.org/> - Электронный ресурс Social Petroleum Engineering;  
<http://www.sciencedirect.com/> - Электронный ресурс ScienceDirect;  
<http://www.scopus.com/> - Scopus база данных рефератов и цитирования;  
<http://link.springer.com/> - Мировая интерактивная база данных SpringerLink;  
<http://www.taylorandfrancis.com/info/permissions/> - международное книжное издательство;  
<http://www.ngv.ru/> - Журнал "Нефтегазовая вертикаль";  
<http://www.oil-industry.ru/> - Научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство»;
- <http://www.tehлит.ru/> - ГОСТ. Техническая литература;  
<http://www.knigafund.ru/> - Электронная библиотечная система «КнигаФонд»;  
<http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотечная система «Лань»;  
<http://www.iprbookshop.ru/> - Электронная библиотечная система IPRbooks;  
<http://elib.gubkin.ru/> - Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина;  
<http://irbis.samgtu.local/> - Электронная библиотека трудов сотрудников СамГТУ.

#### 4. Реферат

**Примерный перечень тем реферативных работ:**

1. Этапы вычислительного эксперимента - физическая и математическая модель. Примеры.
2. Этапы вычислительного эксперимента - вычислительный алгоритм. Примеры.
3. Этапы вычислительного эксперимента - проведение и анализ расчетов. Примеры.
4. Этапы вычислительного эксперимента - пересмотр и уточнение модели. Примеры.
5. Математическое обеспечение в вычислительном эксперименте. Примеры.
6. Алгоритм Гаусса решения СЛАУ. Примеры.
7. Метод простых итераций решения СЛАУ. Примеры.
8. Метод Зейделя решения СЛАУ. Примеры.
9. Метод дихотомии решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
10. Метод хорд решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
11. Метод простых итераций решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
12. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
13. Метод секущих решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
14. Метод парабол решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
15. Решение уравнений в комплексной области параметров. Примеры.
16. Интерполяция Лагранжа. Примеры.
17. Полиномиальная интерполяция. Примеры.

18. Погрешность интерполяции. Примеры.
19. Обратная интерполяция. Примеры.
20. Нелинейная интерполяция. Примеры.
21. Метод наименьших квадратов. Примеры.
22. Приближение функций рядами Фурье. Примеры.
23. Приближение функций по Чебышеву. Примеры.
24. Ортогональные полиномы. Примеры.
25. Интерполяция сплайнами. Примеры.
26. Производные и конечные разности. Примеры.
27. Формулы для производных в равноотстоящих узлах. Примеры.
28. Погрешность численного дифференцирования. Примеры.
29. Вычисление производных с помощью программ интерполяции и аппроксимации. Примеры.
30. Метод прямоугольников. Примеры.
31. Метод трапеций. Примеры.
32. Метод Симпсона. Примеры.
33. Погрешность численного интегрирования. Примеры.
34. Вычисление несобственных интегралов. Примеры.
35. Вычисление кратных интегралов. Примеры.
36. Задача Коши. Двухточечная краевая задача. Примеры.
37. Метод рядов Тейлора. Примеры.
38. Явные и неявные методы Эйлера. Примеры.
39. Методы Рунге-Кутты второго и четвертого порядков. Примеры.
40. Метод предиктор-корректор. Примеры.
41. Краевые задачи: методы стрельбы и конечных разностей. Примеры.
42. Метод конечных разностей. Примеры.
43. Метод частиц. Примеры.
44. Метод конечных объемов. Примеры.
45. Методы конечных элементов. Примеры.
46. Типы интегральных уравнений. Примеры.
47. Разностный метод. Примеры.
48. Метод последовательных приближений. Примеры.
49. Метод моментов. Примеры.
50. Особенности решения некорректных задач. Примеры.

Всего выполняется студентами 1 реферативная работа. Темы реферативной работы назначаются преподавателем или предлагается студентами. Выполнение реферативной работы осуществляется согласно ГОСТ 7.9-95 (ИСО 214-76) «Реферат и аннотация». Реферативная работа адаптируется применительно к теме намечаемой магистерской выпускной квалификационной работы.

#### **Требования к написанию реферативной работы**

Реферат относится к разряду научных работ. Реферат представляет собой краткое изложение сущности какого-либо вопроса или проблемы в письменном виде на основе анализа литературы.

Работа над рефератом состоит из нескольких этапов: выбор темы, сбор и анализ литературы, написание реферата.

В реферате должны быть представлены суждения студента, основанные на изучении научной литературы (монографии, научные сборники, журналы, газеты) и источников (мемуары, периодическая печать исследуемых хронологических рамок, опубликованные и неопубликованные документы, статистические данные, патенты, материалы государственных и личных архивов и др.).

Минимум использованной литературы составляет 10 - 15 библиографических единиц (в списке использованной литературы должны присутствовать разные источники, т.е. он не должен состоять только из одних книг или только из одних статей).

Для поиска литературы используются соответствующие тематические каталоги в библиотеках. Следует обратить внимание на источники, на которые делают ссылки авторы книг и статей. Это позволит расширить поиск. В качестве дополнительного информационного источника возможно ис-

пользование Интернет-ресурсов, но только с указанием на адрес портала государственного или образовательного статуса, содержащего апробированные научные источники.

### **Структура реферативных работ**

Структура реферата включает в себя титульный лист, содержание (с указанием страниц), введение, основную часть, заключение, библиографический список и приложения (если необходимо).

Введение должно включать в себя актуальность темы, обзор литературы и источников (если используются) по проблеме, цель и задачи, предмет, объект, методологический арсенал реферативной работы.

В основной части целесообразно выделение 2-3 вопросов, отражающих разные аспекты темы. В реферате важно привести различные точки зрения на проблему и дать им оценку.

В заключении подводятся итоги рассмотрения темы. Приветствуется определение автором перспективных направлений изучения проблемы.

Библиографический список выполняется в алфавитном порядке.

### **Правила оформления реферативных работ**

При оформлении текста реферата следует учитывать, что открывается работа титульным листом, где указывается полное название ведомства, университета, факультета, кафедры, тема реферата, фамилии автора и руководителей (научный руководитель и преподаватель по «Эксплуатации нефтяных месторождений»), место и год написания.

На следующей странице, которая нумеруется снизу по центру номером 2, помещается оглавление дублированным названием темы реферата и с точным названием каждой главы (смысловой части) и указанием начальных страниц.

Общий объем реферата не должен превышать 20 - 30 страниц (без приложений) для печатного варианта. Текст печатается на листе формата А 4. Абзац должен равняться четырем знакам (1,25 см). Поля страницы: левое - 3 см, правое - 1,5 см, нижнее - 2 см, верхнее - 2 см. Текст печатается через 1,5 интервала в текстовом редакторе MicrosoftWord; шрифт - TimesNewRoman Cyr, размер шрифта - 14 пт.

Каждая структурная часть реферата (введение, главная часть, заключение и т.д.) начинается с новой страницы. Расстояние между главой (структурной частью) и следующим за ней текстом, а также между главой и параграфом составляет 2 интервала. Каждое приложение также помещается на новой странице.

После заголовка, располагаемого посередине строки, не ставится точка. Страницы реферата нумеруются в нарастающем порядке. Номера страниц ставятся внизу в середине листа. Титульный лист реферата включается в общую нумерацию, но номер страницы на нем не проставляется (это не относится к содержанию реферата).

В тексте реферата инициалы авторов указываются перед фамилиями.

Цитаты (даются в кавычках), цифры и факты, приведенные в тексте, должны сопровождаться указаниями источников. Образец: «Концепция – это совокупность основных идей, определенная трактовка, основная точка зрения на какое-либо явление или совокупность явлений» [2, 13], где 2 – номер книги из библиографического списка, а 13 – страница, на которой эта часть текста расположена.

Если необходимо указать несколько источников, то разделение осуществлять знаком «;»: [1, 75; 3, 195]

При цитировании текста с опусканием одного или нескольких слов или предложений (без ущерба для контекста) вместо изъятых слов ставится многоточие.

Библиография оформляется в алфавитном порядке в соответствии со стандартами.

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Самарский государственный технический университет»

**Нефтетехнологический факультет**  
**Кафедра Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**текущего контроля и промежуточной аттестации**

**дисциплины «Численные методы в задачах нефтегазовой отрасли»**

в составе основной образовательной программы по направлению подготовки:

**21.04.01 Нефтегазовое дело**

по уровню высшего образования: **магистратура**

направленность (профиль) программы: **Трубопроводный транспорт углеводородов**

**Составитель:**

**д.ф.-м.н., профессор кафедры**

**«РиЭНиГМ»**

**В.И.Астафьев**

**1. Паспорт фонда оценочных средств  
по дисциплине «Численные методы в задачах нефтегазовой отрасли»**

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Шифр дескриптора (описания компетенции)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
1	Раздел 1. Приближение функции и производных	ОК-1	У (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> У (ОК-1) - 11 <sup>2</sup> З (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> В (ОК-1) - 11 <sup>1</sup>	Собеседование (устный опрос) Реферативная работа, Зачет
2	Раздел 2. Численное интегрирование	ОК-1	У (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> У (ОК-1) - 11 <sup>2</sup> З (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> В (ОК-1) - 11 <sup>1</sup>	Собеседование (устный опрос) Реферативная работа, Зачет
3	Раздел 3. Численные методы алгебры	ОК-1	У (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> У (ОК-1) - 11 <sup>2</sup> З (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> В (ОК-1) - 11 <sup>1</sup>	Собеседование (устный опрос) Реферативная работа, Зачет
4	Раздел 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений	ОК-1	У (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> У (ОК-1) - 11 <sup>2</sup> З (ОК-1) - 11 <sup>1</sup> В (ОК-1) - 11 <sup>1</sup>	Собеседование (устный опрос) Реферативная работа, Зачет



### 3. Критерии оценивания достижений студентом запланированных результатов обучения

Оценка	Критерии
«отлично»	<i>Выставляется, если уровень сформированности заявленных компетенций по 80 и более % дескрипторов (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается на уровнях «4» и «5», при условии отсутствия уровней «1»-«3»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций</i>
«хорошо»	<i>Выставляется, если уровень сформированности заявленных компетенций по 60 и более % дескрипторов (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается на уровнях «4» и «5», при условии отсутствия уровней «1»-«2»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций</i>
«удовлетворительно»	<i>Выставляется, если уровень сформированности заявленных компетенций по 60 и более % дескрипторов (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается на уровнях «3»-«5»: студент показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой</i>
«неудовлетворительно»	<i>Выставляется, если уровень сформированности заявленных компетенций менее чем по 60 % дескрипторов (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается на уровнях «3»-«5»: При ответе студента выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины</i>

## Вопросы для собеседования (устного опроса)

### Практическое занятие № 1. Приближение функции и производных

- 1.1. Полиномиальная интерполяция.
- 1.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
- 1.3. Многочлены Чебышева.

### Практическое занятие № 2. Приближение функции и производных (продолжение)

- 1.4. Численное дифференцирование.
- 1.5. Многочлен наилучшего равномерного приближения.
- 1.6. Приближение сплайнами.

### Практическое занятие № 3. Численное интегрирование

- 2.1. Квадратурные формулы интерполяционного типа.
- 2.2. Метод неопределенных коэффициентов.
- 2.3. Квадратурные формулы Ньютона.

### Практическое занятие № 4. Численное интегрирование (продолжение)

- 2.4. Квадратурные формулы Гаусса.
- 2.5. Главный член погрешности.
- 2.6. Численное интегрирование функций с особенностями.

### Практическое занятие № 5. Численные методы алгебры

- 3.1. Метод последовательного исключения неизвестных.
- 3.2. Метод простой итерации.
- 3.3. Метод Зейделя.

### Практическое занятие № 6. Численные методы алгебры (продолжение)

- 3.4. Методы релаксации.
- 3.5. Метод Ньютона.
- 3.6. Метод наискорейшего спуска.

### Практическое занятие № 7. Численные методы решения дифференциальных уравнений

- 4.1. Методы построения разностных схем.
- 4.2. Задача Коши.

### Практическое занятие № 8. Численные методы решения дифференциальных уравнений (продолжение)

- 4.3. Линейная краевая задача.
- 4.4. Гиперболические уравнения.

### Практическое занятие № 9. Численные методы решения дифференциальных уравнений (продолжение)

- 4.5. Параболические уравнения.
- 4.6. Эллиптические уравнения.

## Перечень тем для самостоятельного изучения материала

### Тема 1. Приближение функции и производных

1.1. Постановка задачи приближения функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Разделенные разности и их свойства. Конечные разности.

1.2. Интерполяционная формула Ньютона. Интерполяционные формулы для таблиц с постоянным шагом. Многочлены Чебышева. Погрешность округления при интерполяции. Обратная интерполяция.

1.3. Численное дифференцирование. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.

### **Тема 2. Численное интегрирование**

2.1. Простейшие квадратурные формулы. Метод неопределенных коэффициентов. Погрешность квадратурных формул. Квадратурные формулы Ньютона— Котеса. Ортогональные многочлены. Квадратурные формулы Гаусса.

2.2. Оценка погрешности квадратурных формул. Повышение точности интегрирования за счет разбиения отрезка на равные части. Оптимизация распределения узлов квадратурной формулы. Главный член погрешности.

### **Тема 3. Численные методы алгебры**

3.1. Методы последовательного исключения неизвестных. Метод простой итерации. Метод Зейделя.

3.2. Метод наискорейшего градиентного спуска. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений.

### **Тема 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений**

4.1. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Методы Рунге— Кутта. Конечно-разностные методы. Метод неопределенных коэффициентов.

4.2. Методы численного интегрирования уравнений второго порядка. Решение простейшей краевой сеточной задачи. Алгоритмы решения краевых задач для систем уравнений первого порядка.

4.3. Нелинейные краевые задачи. Конечно-разностные методы отыскания собственных значений. Основные понятия теории метода сеток.

4.4. Аппроксимация простейших гиперболических задач. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения. Разностная аппроксимация эллиптических уравнений.

## **Перечень примерных тем реферативных работ**

### **Примерный перечень тем реферативной работы:**

1. Этапы вычислительного эксперимента - физическая и математическая модель. Примеры.
2. Этапы вычислительного эксперимента - вычислительный алгоритм. Примеры.
3. Этапы вычислительного эксперимента - проведение и анализ расчетов. Примеры.
4. Этапы вычислительного эксперимента - пересмотр и уточнение модели. Примеры.
5. Математическое обеспечение в вычислительном эксперименте. Примеры.
6. Алгоритм Гаусса решения СЛАУ. Примеры.
7. Метод простых итераций решения СЛАУ. Примеры.
8. Метод Зейделя решения СЛАУ. Примеры.
9. Метод дихотомии решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
10. Метод хорд решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
11. Метод простых итераций решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
12. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
13. Метод секущих решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
14. Метод парабол решения нелинейных алгебраических уравнений. Примеры.
15. Решение уравнений в комплексной области параметров. Примеры.
16. Интерполяция Лагранжа. Примеры.
17. Полиномиальная интерполяция. Примеры.
18. Погрешность интерполяции. Примеры.
19. Обратная интерполяция. Примеры.
20. Нелинейная интерполяция. Примеры.
21. Метод наименьших квадратов. Примеры.
22. Приближение функций рядами Фурье. Примеры.
23. Приближение функций по Чебышеву. Примеры.
24. Ортогональные полиномы. Примеры.

25. Интерполяция сплайнами. Примеры.
26. Производные и конечные разности. Примеры.
27. Формулы для производных в равноотстоящих узлах. Примеры.
28. Погрешность численного дифференцирования. Примеры.
29. Вычисление производных с помощью программ интерполяции и аппроксимации. Примеры.
30. Метод прямоугольников. Примеры.
31. Метод трапеций. Примеры.
32. Метод Симпсона. Примеры.
33. Погрешность численного интегрирования. Примеры.
34. Вычисление несобственных интегралов. Примеры.
35. Вычисление кратных интегралов. Примеры.
36. Задача Коши. Двухточечная краевая задача. Примеры.
37. Метод рядов Тейлора. Примеры.
38. Явные и неявные методы Эйлера. Примеры.
39. Методы Рунге-Кутты второго и четвертого порядков. Примеры.
40. Метод предиктор-корректор. Примеры.
41. Краевые задачи: методы стрельбы и конечных разностей. Примеры.
42. Метод конечных разностей. Примеры.
43. Метод частиц. Примеры.
44. Метод конечных объемов. Примеры.
45. Методы конечных элементов. Примеры.
46. Типы интегральных уравнений. Примеры.
47. Разностный метод. Примеры.
48. Метод последовательных приближений. Примеры.
49. Метод моментов. Примеры.
50. Особенности решения некорректных задач. Примеры.

**Перечень вопросов для промежуточной аттестации  
(Зачет)**

1. Постановка задачи приближения функций.
2. Полиномиальная интерполяция.
3. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
4. Разделенные разности и их свойства.
5. Конечные разности.
6. Интерполяционная формула Ньютона.
7. Интерполяционные формулы для таблиц с постоянным шагом.
8. Многочлены Чебышева.
9. Многочлен наилучшего равномерного приближения.
10. Приближение сплайнами.
11. Погрешность округления при интерполяции.
12. Обратная интерполяция.
13. Численное дифференцирование.
14. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.
15. Простейшие квадратурные формулы.
16. Метод неопределенных коэффициентов.
17. Погрешность квадратурных формул.
18. Квадратурные формулы Ньютона—Котеса.
19. Ортогональные многочлены.
20. Квадратурные формулы Гаусса.
21. Оценка погрешности квадратурных формул.
22. Повышение точности интегрирования за счет разбиения отрезка на равные части.
23. Оптимизация распределения узлов квадратурной формулы.
24. Главный член погрешности.

25. Численное интегрирование функций с особенностями.
26. Методы последовательного исключения неизвестных.
27. Метод простой итерации.
28. Метод Зейделя.
29. Методы релаксации.
30. Метод наискорейшего градиентного спуска.
31. Метод сопряженных градиентов.
32. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений.
33. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.
34. Методы Рунге— Кутта.
35. Конечно-разностные методы.
36. Задача Коши.
37. Метод неопределенных коэффициентов.
38. Методы численного интегрирования уравнений второго порядка.
39. Решение простейшей краевой сеточной задачи.
40. Алгоритмы решения краевых задач для систем уравнений первого порядка.
41. Нелинейные краевые задачи.
42. Конечно-разностные методы отыскания собственных значений.
43. Основные понятия теории метода сеток.
44. Аппроксимация простейших гиперболических задач.
45. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения.
46. Разностная аппроксимация эллиптических уравнений.

### Примерная структура билета для зачета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

### БИЛЕТ № 1

по дисциплине Численные методы в задачах нефтегазовой отрасли  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 21.04.01 Факультет НТФ Семестр 2  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Алгоритмы решения краевых задач для систем уравнений первого порядка.
2. Ортогональные многочлены.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ профессор В.И. Астафьев

\_\_\_\_\_ В.В. Коновалов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

*Приложение 4*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Общие сведения**

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, самостоятельное изучение теоретического материала, выступление с докладом по результатам подготовки к практическим занятиям с представлением иллюстрационного материала в виде презентации Microsoft PowerPoint.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на рекомендуемую литературу и материалы практических занятий.

**2. Методические рекомендации по проведению практических занятий**

**Практическое занятие** — форма организации обучения, которая направлена на формирование практических умений и навыков и является связующим звеном между самостоятельным теоретическим освоением студентами учебной дисциплины и применением ее положений на практике.

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении управленческих задач, выполнении заданий, разработке и оформлении документов, практического овладения компьютерными технологиями. Главным их содержанием является практическая работа каждого студента.

Подготовка студентов к практическому занятию – один из видов самостоятельной работы в рамках данной дисциплины. Подготовка производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий. Данная информация доводится до студентов заранее. По желанию обучающихся, они могут не только составить конспект по материалам подготовки к практическому занятию, но и подготовить доклад по соответствующей теме, которая формулируется самим обучающимся и согласуется с преподавателем. Доклад иллюстрируется с помощью презентации Microsoft PowerPoint. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы представлены в соответствующих методических указаниях.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале занятия. Предварительно преподаватель проводит устный опрос по материалам подготовки к практическому занятию.

Практические занятия составляют значительную часть всего объема аудиторных занятий и имеют важнейшее значение для усвоения программного материала. Выполняемые задания могут быть:

- 1) иллюстрацией теоретического материала и носить воспроизводящий характер; они выявляют качество понимания студентами теории;
- 2) образцами задач и примеров, разобранных в аудитории; для самостоятельного выполнения требуется, чтобы студент овладел показанными методами решения;
- 3) видом заданий, содержащим элементы творчества; одни из них требуют от студента обобщений, для их выполнения необходимо привлекать ранее приобретенный опыт, устанавливать внутрисубъектные и межпредметные связи; решение других требует дополнительных знаний, которые студент должен приобрести самостоятельно; третьи предполагают наличие у студента некоторых исследовательских умений;
- 4) может применяться выдача индивидуальных или опережающих заданий на различный срок, определяемый преподавателем, с последующим представлением их для проверки в указанный срок.

По данной дисциплине предусмотрено проведение 13 практических занятий длительностью 2 академических часа каждое. Темы практических занятий приведены в Разделе 4.2 Рабочей программы.

В начале занятия рассматриваются основные теоретические положения, положенные в основу занятия. Обращается внимание на основные понятия, расчетные формулы, алгоритмы, практическую значимость рассматриваемых вопросов. Далее студентам предлагаются определенные условия (задачи), для которых требуется выполнить расчет определенных параметров или выработать определенные технологические решения. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения, или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

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

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

**1-й этап:** оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение к ОПОП 1-4). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине (раздел 3 Фонда оценочных средств).

**2-й этап:** интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

##### Характеристика процедур текущего и итогового контроля по дисциплине:

№	Наименование оценочного средства*	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Зачет	раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	экспертный	зачтено /не зачтено	ведомость, зачетная книжка и учебная карточка, индивидуальный план, портфолио
2.	Отчет по практическим занятиям (собеседование);	систематически на занятиях	экспертный, групповая оценка, взаимооценка, самооценка	зачтено /не зачтено	журнал учета успеваемости
3.	Самостоятельное изучение теоретического материала	систематически при выполнении задания	Самооценка	зачтено /не зачтено	портфолио
4.	реферат	По итогам выполнения работы и допуска к защите	экспертный, групповая оценка, взаимооценка, самооценка	зачтено /не зачтено	журнал учета успеваемости, портфолио

\* указываются все виды проверки дескрипторов, указанных в паспорте ФОС, при желании можно добавить свое

Удовлетворительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.