

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
учреждения образования  
«Полоцкий государственный  
университет»

Ю.П. Голубев  
«\_\_\_\_\_» 2021 г.

Регистрационный № УД-3572/уч.

**МОДУЛЬ «СПЕЦИАЛЬНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»**

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

**1–48 01 03 «Химическая технология природных энергоносителей и  
углеродных материалов»**

Учебная программа составлена на основе учебного плана по специальности 1-48 01 03 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». Регистрационный № 20-21/уч. МТФ от 26.07.2021г. для дневной формы получения высшего образования, регистрационный № 09-21/уч.з. МТФ от 26.07.2021г. для заочной формы получения высшего образования.

СОСТАВИТЕЛЬ:

МАТЕЛЕНОК Анастасия Петровна, доцент кафедры математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет», к.пед.наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет»  
(протокол № 11 от «1» 11 2021 г.)

Методической комиссией механико-технологического факультета учреждения образования «Полоцкий государственный университет»  
(протокол № 3 от «18» 11 2021 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### *Цель и задачи дисциплины*

Характерной чертой научно-технического прогресса на современном этапе является широкое применение математических методов и вычислительной техники во всех сферах человеческой деятельности.

**Целью** преподавания учебной дисциплины является усвоение студентами общих понятий и идей, относящихся к преобразованию математических моделей различных прикладных задач химии к виду, удобному для нахождения их решения с помощью компьютеров.

**Основной задачей** учебной дисциплины является овладение навыками и умением решать теоретические модели химических явлений и инженерно-химических, экологических, энергосберегающих задач средствами и методами вычислительной математики. В задачи курса входит изучение интерполяции и аппроксимации, овладение прямыми и итерационными методами решения систем линейных алгебраических уравнений, нахождение численного решения нелинейных уравнений, изучение методов численного интегрирования, а также разностных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Прикладная задача дисциплины заключается в усвоении тех основных понятий и методов, которые позволят сравнительно быстро научиться работать в различных областях человеческой деятельности.

Содержание учебной дисциплины спроектировано в соответствии с полипарадигмальным подходом, с учетом принципов пролонгации, профессиональной направленности, развивающего обучения. Учебная программа входит составной частью в разработанную выпускающими кафедрами концепцию модульного подхода и нормативно-компетентностной модели в условиях сжатых сроков высшего образования по специальности. Названная и реализуемая в настоящее время в практике обучения на химических специальностях концепция способствует постоянному и планомерному совершенствованию учебного процесса, актуальному пересмотру содержания учебных программ дисциплин, повышению степени их взаимосвязи и практической значимости для будущего специалиста.

Для изучения дисциплины необходимы знания таких дисциплин как: «Высшая математика», «Информатика». В свою очередь, дисциплина «Численные методы» является необходимой для усвоения дисциплин «Информационные технологии в процессах нефтепереработки», «Технология переработки нефти и газа», «Процессы и аппараты химической технологии».

### ***Требования к уровню освоения учебной дисциплины***

В результате усвоения учебной дисциплины студент должен:

***а) знать:***

- роль математических методов в современной химии;
- основные этапы математического моделирования химического, экологического процесса;
- названия, назначение, основные характеристики прикладных математических и статистических программных средств, предусмотренных рассматриваемой программой;
- основные возможности универсальной технической компьютерной системы Mathcad и табличного процессора Excel, SPSS позволяющие реализовывать на компьютере математическое моделирование задач химического содержания;
- детерминированные модели химических процессов, предусмотренные программой;
- вероятностно-статистические модели химических процессов, предусмотренные программой;
- источники и виды погрешностей решения конечномерных задач;
- принципы построения численных методов решения химических и инженерно-химических, экологических, энергосберегающих задач;
- методы решения задач алгебры и математического анализа, их достоинств и недостатков;
- численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

***б) уметь:***

- формулировать цель математического моделирования изучаемого химического процесса;
- строить детерминированную или вероятностно-статистическую модель исследуемого химического процесса с учетом принципа физико-химической обоснованности модели;
- выбирать подходящий метод решения полученной математической задачи и ориентироваться в возможностях его реализации с помощью современных методик использования компьютера;
- реализовывать компьютерное моделирование учебных задач с помощью универсальной технической компьютерной системы Mathcad и табличного процессора Excel;
- обеспечивать рациональный импорт исходных данных в выбранную компьютерную программу и грамотный анализ полученных результатов на предмет адекватности построенной модели исходным данным задачи;
- при помощи информационных технологий находить дополнительную информацию о методах математического моделирования и о применении программного обеспечения для решения математических моделей.
- применять те или иные численные методы в зависимости от сложности поставленных задач и наличия вычислительных возможностей потребителя;
- учитывать влияние различных погрешностей на точность получаемого решения конкретной задачи;

- самостоятельно преобразовать математические модели различных прикладных задач химико-инженерных задач к виду, удобному для нахождения их решения с помощью компьютеров.

Подготовка специалиста при обучении численным методам должна обеспечивать формирование следующих *специализированных компетенций*:

- СК-1 «Моделировать физические и химические процессы и явления, лежащие в основе технологии переработки природных энергоносителей, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения»;

- СК-2 «Владеть физико-химическими методами оценки качества и свойств природных энергоносителей и продуктов их переработки, проводить стандартные лабораторные испытания, анализировать современные требования к качеству продукции»;

- СК-3 «Применять пакеты прикладных программ для технологических расчетов оборудования, блоков промышленных установок, использовать современные информационные технологии в моделировании технологических процессов переработки природных энергоносителей»

Программа определяет основное содержание тем и разделов учебной дисциплины «Численные методы», которые подлежат изучению. Последовательность их изложения и распределения по семестрам устанавливается и утверждается кафедрой математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет», исходя из задач своевременного математического обеспечения естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, сохранения логической стройности и завершенности самих разделов.

Виды занятий, формы контроля знаний	Дневная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	1	2
Семестры	2	3
Лекции (количество часов)	34	8
Практические занятия (количество часов)	18	6
Лабораторные занятия (количество часов)	16	4
Аудиторных часов по учебной дисциплине	68	18
Всего часов по учебной дисциплине	128	128
Зачет (семестры)	2	3

**Дневная форма: всего 128 часов, из них аудиторных 68 часов.**

**Заочная форма: всего 128, из них аудиторных 18 часов.**

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Погрешность результата численного решения задачи**

Источники и классификация погрешности. Запись чисел в ЭВМ. Приближенные числа, их абсолютные и относительные погрешности. Арифметические действия с приближенными числами. Погрешность функции. Определение допустимой погрешности аргументов по допустимой погрешности функции.

### **Тема 2. Решение нелинейных уравнений**

Этапы нахождения корней нелинейного уравнения. Метод деления отрезка пополам. Метод последовательных приближений и смежные вопросы. Метод Ньютона решения нелинейного уравнения. Модифицированный метод Ньютона. Сравнение методов решения нелинейного уравнения по различным критериям.

### **Тема 3. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений**

Основные понятия. Метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений. Схема Гаусса с выбором главного элемента. Решение системы линейных алгебраических уравнений специального вида методом прогонки. Метод простой итерации, особенности реализации данного метода на ЭВМ. Метод Зейделя.

### **Тема 4. Интерполирование функций**

Постановка задачи интерполирования функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа. Схема Эйткена. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционная формула Ньютона. Интерполирование сплайн-функциями. Метод наименьших квадратов. Обратное интерполирование.

### **Тема 5. Аппроксимация сплайнами и метод пятиточечной прогонки**

Постановка задачи. Метод аппроксимации сплайнами. Метод пятиточечной прогонки.

### **Тема 6. Численное дифференцирование**

Основные понятия. Постановка задачи. Вычисление производной первого и второго порядка по первой интерполяционной формуле Ньютона. Вычисление производной первого и второго порядка по первой формуле Гаусса. Вычисление производной первого и второго порядка по второй формуле Гаусса. Вычисление производной первого и второго порядка по формуле Стирлинга. Вычисление производной первого и второго порядка по формуле Бесселя.

### **Тема 7. Приближенное вычисление интегралов**

Постановка задачи численного интегрирования. Вычисление определенного интеграла по формулам прямоугольников, трапеции, Симпсона. Точностные оценки формул интегрирования, выбор шага интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Ортогональные многочлены. Правило Рунге практической оценки погрешности. Квадратурные формулы Гаусса.

### **Тема 8. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений**

Задача Коши, общие замечания. Разностная аппроксимация задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Особенности интегрирования систем уравнений. Построение разностной схемы. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Оценка погрешности конечно-разностных методов. Многошаговые методы численного интегрирования дифференциальных уравнений.

### **Тема 9. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений**

Постановка краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод конечных разностей. Оценка погрешности метода конечных разностей для краевой задачи. Метод конечных разностей для нелинейного дифференциального уравнения 2-го порядка.

### **Тема 10. Обзор методов решения уравнений в частных производных**

Физическая и математическая классификация уравнений с частными производными. Метод конечных разностей. Консервативная конечно-разностная схема. Погрешность аппроксимации, сходимость решения маршевых задач. Теорема Лакса.

#### **Тема 11. Выборочный метод. Статистические оценки параметров распределения**

Генеральная и выборочная совокупность. Дискретный и интервальный вариационный ряд. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма частот и относительных частот. Числовые характеристики выборки: выборочная средняя, выборочная дисперсия, выборочное среднее квадратическое отклонение, мода, медиана.

#### **Тема 12. Статистические оценки параметров распределения**

Точечные и интервальные оценки. Надежность. Доверительный интервал. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания и среднего квадратического нормального распределения.

#### **Тема 13 Дисперсионный анализ**

Суть дисперсионного анализа. Основное уравнение дисперсионного анализа. Выяснение значимости уравнения регрессии с помощью дисперсионного анализа. Функциональная и статистическая зависимость.

#### **Тема 14 Теория корреляции**

Корреляционная зависимость. Уравнение регрессии. Первая и вторая задачи теории корреляции. Основные задачи теории корреляции: определение формы и оценка тесноты связи. Виды корреляционной связи (парная и множественная, линейная и нелинейная). Выборочный коэффициент корреляции и его свойства.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

(дневная форма обучения)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студента		
1	2	3	4	5	6	8	9
<b>ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ (68 часов)</b>		<b>34</b>	<b>18</b>	<b>16</b>			
<b>2 семестр</b>		34	18	16			
Тема 1	<i>Погрешность результата численного решения задачи</i> Источники и классификация погрешности. Запись чисел в ЭВМ. Приближенные числа, их абсолютные и относительные погрешности. Арифметические действия с приближенными числами. Погрешность функции. Определение допустимой погрешности аргументов по допустимой погрешности функции.	2	-	-		1,2,3	СКТ
Тема 2	<i>Решение нелинейных уравнений</i> Этапы нахождения корней нелинейного уравнения. Метод Ньютона решения нелинейного уравнения. Метод простой итерации. Сравнение методов решения нелинейного уравнения по различным критериям.	2	2	2		1,2,3	ИЗ, ОЛР
Тема 3	<i>Численное решение систем линейных алгебраических уравнений</i> Основные понятия. Метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений. Схема Гаусса с выбором главного элемента. Решение системы линейных алгебраических уравнений специального вида методом прогонки. Метод простой итерации, особенности реализации данного метода на ЭВМ. Метод Зейделя.	2	2	2		1,2,3	ИЗ, ПДЗ, ОЛР



Тема 4	<i>Интерполирование функций</i> Постановка задачи интерполирования функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа. Схема Эйткена. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционная формула Ньютона. Интерполирование сплайн-функциями. Метод наименьших квадратов. Обратное интерполирование.	2	-	2		1,2,3	ИЗ, ОЛР
Тема 5	<i>Аппроксимация сплайнами и метод пятиточечной прогонки.</i> Постановка задачи. Метод аппроксимации сплайнами. Метод пятиточечной прогонки.	2	-	2		1,2,3	
Тема 6	<i>Численное дифференцирование.</i> Основные понятия. Постановка задачи. Вычисление производной первого и второго порядка по первой интерполяционной формуле Ньютона. Вычисление производной первого и второго порядка по первой формуле Гаусса. Вычисление производной первого и второго порядка по второй формуле Гаусса. Вычисление производной первого и второго порядка по формуле Стирлинга. Вычисление производной первого и второго порядка по формуле Бесселя.	2	-	-		1,2,3	СКТ
Тема 7	<i>Приближенное вычисление интегралов</i> Постановка задачи численного интегрирования. Вычисление определенного интеграла по формулам прямоугольников, трапеции, Симпсона. Точностные оценки формул интегрирования, выбор шага интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Ортогональные многочлены. Правило Рунге практической оценки погрешности. Квадратурные формулы Гаусса.	2	-	2		1,2,3	ИЗ, ОЛР
Тема 8	<i>Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений</i> Задача Коши, общие замечания. Разностная аппроксимация задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Особенности интегрирования систем уравнений. Построение разностной схемы.	2	2	2		1,2,3	ИЗ, ВКР, ОЛР

Тема 8	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Оценка погрешности конечно-разностных методов. Многошаговые методы численного интегрирования дифференциальных уравнений.	2				1,2,3	
Тема 9	Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод конечных разностей. Оценка погрешности метода конечных разностей для краевой задачи. Метод конечных разностей для нелинейного дифференциального уравнения 2-го порядка.	2	2	-		1,2,3	ПДЗ
Тема 10	Обзор методов решения уравнений в частных производных Физическая и математическая классификация уравнений с частными производными. Метод конечных разностей. Консервативная конечно-разностная схема. Погрешность аппроксимации, сходимость решения маршевых задач. Теорема Лакса.	2	2	-		1,2,3	ПДЗ
Тема 11	Выборочный метод. Статистические оценки параметров распределения. Генеральная и выборочная совокупность. Дискретный и интервальный вариационный ряд. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма частот и относительных частот. Числовые характеристики выборки: выборочная средняя, выборочная дисперсия, выборочное среднее квадратическое отклонение, мода, медиана.	2	2	2		1,2,3	ИЗ, СКТ, ОЛР
Тема 12	Статистические оценки параметров распределения. Точечные и интервальные оценки. Надежность. Доверительный интервал. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания и среднего квадратического нормального распределения.	2	2	-		1,2,3	ПДЗ

Тема 13	<i>Дисперсионный анализ.</i> Суть дисперсионного анализа. Основное уравнение дисперсионного анализа.	2	2	-		1,2,3	КР
Тема 13	<i>Дисперсионный анализ.</i> Выяснение значимости уравнения регрессии с помощью дисперсионного анализа. Функциональная и статистическая зависимость.	2	-	-		1,2,3	
Тема 14	<i>Теория корреляции.</i> Корреляционная зависимость. Уравнение регрессии. Первая и вторая задачи теории корреляции.	2	2	2		1,2,3	ИЗ, ОЛР
Тема 14	<i>Теория корреляции.</i> Основные задачи теории корреляции: определение формы и оценка тесноты связи. Виды корреляционной связи (парная и множественная, линейная и нелинейная). Выборочный коэффициент корреляции и его свойства.	2				1,2,3	

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

(заочная форма обучения)

номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студента		
1	2	3	4	5	6	8	9
<b>ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ (18 часов)</b>		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>			
<b>3 семестр</b>							
Тема 4	<i>Интерполирование функций</i> Постановка задачи интерполирования функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа. Схема Эйткена. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционная формула Ньютона. Интерполирование сплайн-функциями. Метод наименьших квадратов. Обратное интерполирование.	2	-	-		1,2,3	СКТ, ОЛР
Тема 5	<i>Аппроксимация сплайнами и метод пятиточечной прогонки.</i> Постановка задачи. Метод аппроксимации сплайнами. Метод пятиточечной прогонки.	2	-	2			СКТ

Тема 8	<i>Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений</i> Задача Коши, общие замечания. Разностная аппроксимация задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Особенности интегрирования систем уравнений. Построение разностной схемы. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Оценка погрешности конечно-разностных методов. Многошаговые методы численного интегрирования дифференциальных уравнений.	2	2	-		1,2,3	СКТ, ОЛР, ПДЗ
Тема 11	<i>Выборочный метод. Статистические оценки параметров распределения.</i> Генеральная и выборочная совокупность. Дискретный и интервальный вариационный ряд. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма частот и относительных частот. Числовые характеристики выборки: выборочная средняя, выборочная дисперсия, выборочное среднее квадратическое отклонение, мода, медиана.	2	2	2		1,2,3	ОЛР
Тема 14	<i>Теория корреляции.</i> Корреляционная зависимость. Уравнение регрессии. Первая и вторая задачи теории корреляции. Основные задачи теории корреляции: определение формы и оценка тесноты связи. Виды корреляционной связи (парная и множественная, линейная и нелинейная). Выборочный коэффициент корреляции и его свойства.	-	2	-		1,2,3	

**Принятые сокращения:**

ИЗ – индивидуальное задание;

ПДЗ – проверка домашнего задания;

СКТ – самостоятельное конспектирование теоретического материала;

ОЛР – отчет о выполнении лабораторной работы;

КР – контрольная работа;

ВКР – внеаудиторная контрольная работа.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### ОСНОВНАЯ

1. Кремень, Е.В. Численные методы : практикум в MathCad / Е. В. Кремень, Ю. А. Кремень, Г. А. Расолько. - Минск: Вышэйшая школа, 2019. - 254 с. : ил. - Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования по математическим специальностям.
2. Мулярчик, С.Г. Численные методы : учебное пособие / С. Г. Мулярчик. - Минск : РИВШ, 2017. - 317 с. - Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Радиофизика", "Физическая электроника", "Компьютерная безопасность (по направлениям)", "Прикладная информатика (по направлениям)".
3. Слабнов, В. Д. Численные методы [Электронный ресурс]/ В. Д. Слабнов; Слабнов В. Д. - Санкт-Петербург: Лань. - 392 с.// ЭБС «Лань». – Режим доступа: по подписке: URL: <https://e.lanbook.com/book/133925>

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

4. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации : [учеб. пособие] / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - Изд. 2-е. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 367 с.
5. Самарский, А.А. Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / А. А. Самарский ; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - Изд. 3-е, стереотип. - СПб. : Лань, 2005. - 288 с.
6. Мулярчик, С.Г. Численные методы: учебное пособие / С. Г. Мулярчик. - Минск : РИВШ, 2017. - 317 с.

## **МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ И СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ**

### **Методы обучения:**

–методы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый и исследовательский методы);

–лично ориентированные (развивающие) технологии, основанные на активных (рефлексивно-деятельностных) формах и методах обучения («мозговой штурм», дискуссия, пресс-конференция);

–информационно-коммуникационные технологии, обеспечивающие проблемно-исследовательский характер процесса обучения и активизацию самостоятельной работы студентов (структурированные электронные презентации для лекционных занятий, использование аудио-, видеоподдержки учебных занятий, применение специализированных компьютерных программ Microsoft word, Microsoft Office Excel, SPSS, MATHCAD PROFESSIONAL, MAPLE, MATLAB, POWERPOINT, MS ACCESS, MS VISI).

## Перечень практических занятий

### **Тема 1. Решение нелинейных уравнений**

Этапы нахождения корней нелинейного уравнения. Метод Ньютона решения нелинейного уравнения. Метод простой итерации. Сравнение методов решения нелинейного уравнения по различным критериям.

### **Тема 2. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений**

Метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений. Схема Гаусса с выбором главного элемента. Метод Зейделя. Сравнение методов решения СЛАУ.

### **Тема 3. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений**

Разностная аппроксимация задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Особенности интегрирования систем уравнений. Построение разностной схемы. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Оценка погрешности конечно-разностных методов.

### **Тема 4. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений**

Метод конечных разностей. Оценка погрешности метода конечных разностей для краевой задачи. Метод конечных разностей для нелинейного дифференциального уравнения 2-го порядка.

### **Тема 5. Обзор методов решения уравнений в частных производных**

Физическая и математическая классификация уравнений с частными производными. Погрешность аппроксимации, сходимость решения маршевых задач. Теорема Лакса.

### **Тема 6. Выборочный метод. Статистические оценки параметров распределения.**

Генеральная и выборочная совокупность. Дискретный и интервальный вариационный ряд. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма частот и относительных частот. Числовые характеристики выборки: выборочная средняя, выборочная дисперсия, выборочное среднее квадратическое отклонение, мода, медиана.

### **Тема 7. Статистические оценки параметров распределения.**

Точечные и интервальные оценки. Надежность. Доверительный интервал. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания и среднего квадратического нормального распределения.

### **Контрольная работа**

### **Тема 8. Дисперсионный анализ**

Суть дисперсионного анализа. Основное уравнение дисперсионного анализа. Выяснение значимости уравнения регрессии с помощью дисперсионного анализа. Функциональная и статистическая зависимость.

### **Тема 9.**

### **Теория корреляции.**

Корреляционная зависимость. Уравнение регрессии. Первая и вторая задачи теории корреляции. Основные задачи теории корреляции: определение формы и оценка тесноты связи. Виды корреляционной связи (парная и множественная, линейная и нелинейная). Выборочный коэффициент корреляции и его свойства.



## Перечень лабораторных занятий

### **Тема 1. Решение нелинейных уравнений**

Этапы нахождения корней нелинейного уравнения. Метод деления отрезка пополам. Метод Ньютона для решения нелинейного уравнения. Метод простой итерации для решения нелинейного уравнения. Сравнение методов решения нелинейного уравнения по различным критериям.

### **Тема 2. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений**

Метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений. Метод Зейделя для СЛАУ.

### **Тема 3. Аппроксимация функции.**

Аппроксимация методом наименьших квадратов. Обратное интерполирование.

### **Тема 4. Интерполирование функций**

Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполирование сплайн-функциями.

### **Тема 5. Приближенное вычисление интегралов**

Постановка задачи численного интегрирования. Вычисление определенного интеграла по формулам прямоугольников, трапеции, Симпсона.

### **Тема 6. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений**

Разностная аппроксимация задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Оценка погрешности конечно-разностных методов.

### **Тема 7. Теория корреляции.**

Уравнения регрессии. Функциональная и статистическая зависимости. Корреляционная таблица. Групповые средние. Понятие корреляционной зависимости. Основные задачи теории корреляции: определение формы и оценка тесноты связи. Виды корреляционной связи (парная и множественная, линейная и нелинейная).

### **Тема 8. Статистическая обработка результатов эксперимента.**

Цели и методы математической статистики. Выборочный метод. Дискретный и интервальный вариационные ряды. Полигон и гистограмма. Плотность распределения признака. Эмпирическая функция распределения. Понятие точечной оценки. Точечные оценки для генеральной средней (математического ожидания), генеральной дисперсии и генерального среднеквадратического отклонения. Понятие интервальной оценки. Надежность доверительного интервала. Интервальная оценка математического ожидания нормального распределения при известной дисперсии. Интервальная оценка математического ожидания нормального распределения при неизвестной дисперсии.

## Перечень вопросов для проведения зачета

- 1. Погрешность результата численного решения задачи** (источники и классификация погрешности. Приближенные числа, их абсолютные и относительные погрешности. Погрешность функции. Определение допустимой погрешности аргументов по допустимой погрешности функции).
- 2. Решение нелинейных уравнений** (этапы нахождения корней нелинейного уравнения, метод деления отрезка пополам, метод последовательных приближений и смежные вопросы, метод Ньютона решения нелинейного уравнения, сравнение методов решения нелинейного уравнения по различным критериям).
- 3. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений** (метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений, решение системы линейных алгебраических уравнений специального вида методом прогонки, метод простой итерации, метод Зейделя).
- 4. Интерполирование функций** (постановка задачи интерполирования функции, интерполяционный многочлен Лагранжа, оценка остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа, схема Эйткена, интерполирование сплайн-функциями, метод наименьших квадратов).
- 5. Аппроксимация сплайнами и метод пятиточечной прогонки.**
- 6. Численное дифференцирование** (вычисление производной первого и второго порядка по первой интерполяционной формуле Ньютона, вычисление производной первого и второго порядка по первой формуле Гаусса).
- 7. Приближенное вычисление интегралов** (вычисление определенного интеграла по формулам прямоугольников, трапеции, Симпсона, правило Рунге практической оценки погрешности).
- 8. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений** (задача Коши, общие замечания, разностная аппроксимация задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка, методы Эйлера и Рунге-Кутты).
- 9. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.**
- 10. Обзор методов решения уравнений в частных производных.**
- 11. Выборочный метод. Статистические оценки параметров распределения** (генеральная и выборочная совокупность, дискретный и интервальный вариационный ряд, эмпирическая функция распределения,

полигон и гистограмма частот и относительных частот, числовые характеристики выборки).

**12. Статистические оценки параметров распределения** (точечные и интервальные оценки, надежность, доверительный интервал).

**13. Дисперсионного анализа** (суть дисперсионного анализа, основное уравнение дисперсионного анализа, выяснение значимости уравнения регрессии с помощью дисперсионного анализа, функциональная и статистическая зависимость).

**14. Теория корреляции** (корреляционная зависимость, уравнение регрессии, первая и вторая задачи теории корреляции, основные задачи теории корреляции)

### **Средства диагностики результатов учебной деятельности:**

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- индивидуальное задание;
- проверка домашнего задания;
- письменный отчет по лабораторной работе;
- контрольная работа;
- внеаудиторная контрольная работа.
- зачет.

### **САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

*Цель самостоятельной работы студентов* – содействие усвоению в полном объеме содержания учебной дисциплины и формирование самостоятельности как личностной черты и важного профессионального качества, сущность которых состоит в умении систематизации, планирования и контроля собственной деятельности. Задача самостоятельной работы студентов – усвоение определенных стандартом знаний, умений и навыков по учебной дисциплине, закрепление и систематизация полученных знаний, их применение при выполнении практических заданий и творческих работ, а также выявление пробелов в системе знаний по предмету.

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

-самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения внеаудиторных контрольных работ с консультациями преподавателя;

- подготовка к выполнению лабораторных работ, с консультациями преподавателя и подготовка отчета для их защиты.

## Методы планирования и организации самостоятельной работы студентов

- анализ учебной программы по учебной дисциплине «Численные методы» с целью выделения тематических блоков для самостоятельной работы студентов;

- проработка баланса времени, необходимого для самостоятельной работы студентов с выделенными тематическими блоками;

- структурирование тематических заданий, ориентированных на формирование и развитие компетенций студентов в контексте самостоятельной работы.

**Содержание самостоятельной работы студентов очной формы обучения (60 часов)**

Вид работы	Тематическое содержание	Используемые источники	К-во часов (60 ч)
			2 семестр
Углубленное изучение теоретической части учебной дисциплины	<b>Тема 1. Погрешность результата численного решения задачи</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.                      Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</i>	1,6,7,8	3
	<b>Тема 2. Решение нелинейных уравнений</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.                      Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</i>	1,6,7,8	3
	<b>Тема 3. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.                      Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</i>	1,6,7,8	3
	<b>Тема 4. Интерполирование функций</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.                      Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</i>	1,2,3,4	3
	<b>Тема 5. Аппроксимация сплайнами и метод пятиточечной прогонки</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.                      Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</i>	1,2,3	3

<p><b>Тема 6. Численное дифференцирование</b>  Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	1,2,7	3
<p><b>Тема 7. Приближенное вычисление интегралов</b>  Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</p>	1,6,7,8	3
<p><b>Тема 8. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений</b>  Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</p>	1,2,3	3
<p><b>Тема 9. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений</b>  Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	1,2,3	3
<p><b>Тема 10. Обзор методов решения уравнений в частных производных</b>  Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	1,2,6	3
<p><b>Тема 11. Выборочный метод. Статистические оценки параметров распределения.</b>  Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.  Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</p>	1,2,3,5	3
<p><b>Тема 12. Статистические оценки параметров распределения.</b>  Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	4,5	3

	<p><b>Тема 13. Дисперсионный анализ.</b>  Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	4,5	3
	<p><b>Тема 14. Теория корреляции.</b>  Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.  Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</p>	4,5	3
	Подготовка к ЗАЧЕТУ	Конспект лекционных и практических занятий, компьютерные программы с выполненными лабораторными работами и отчеты к ним [1-10]	10
	<p><b>Подготовка к рейтинговой контрольной работе №1.</b>  Раздел 1.  - Обзор лекционных и практических занятий.  - Обзор графических схем, информационных таблиц, глоссария по теме.  - Задачи для самоконтроля.</p>	Конспект лекционных и практических занятий	4
	Подготовка и выполнение внеаудиторной контрольной работы ВКР №1. <b>Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b>	1,2,3	4
Всего часов			60

**Содержание самостоятельной работы студентов заочной формы обучения (110 часов)**

Вид работы	Тематическое содержание	Используемые источники	К-во часов (110ч)
			3 семестр
Углубленное изучение теоретической части учебной дисциплины	Тема 1. Погрешность результата численного решения задачи <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</i>	1,6,7,8	7
	Тема 2. <b>Решение нелинейных уравнений</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. Выполнить лабораторную работу.</i>	1,6,7,8	7
	Тема 3. <b>Численное решение систем линейных алгебраических уравнений</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. Выполнить лабораторную работу.</i>	1,6,7,8	7
	Тема 4. <b>Интерполирование функций</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</i>	1,2,3,4	7
	Тема 5. <b>Аппроксимация сплайнами и метод пятиточечной прогонки</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. – Подготовить отчет о выполнении лабораторной работы.</i>	1,2,3	7
	Тема 6. <b>Численное дифференцирование</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. – Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</i>	1,2,7	7
	Тема 7. <b>Приближенное вычисление интегралов</b> <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. Выполнить лабораторную работу.</i>	1,6,7,8	7



<p><b>Тема 8. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений</b>  <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Выполнить лабораторную работу.</i></p>	1,2,3	7
<p><b>Тема 9. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений</b>  <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</i></p>	1,2,3	7
<p><b>Тема 10. Обзор методов решения уравнений в частных производных</b>  <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</i></p>	1,2,6	7
<p><b>Тема 11. Выборочный метод. Статистические оценки параметров распределения.</b>  <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  – Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</i></p>	1,2,3,5	7
<p><b>Тема 12. Статистические оценки параметров распределения.</b>  <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  Выполнить лабораторную работу.</i></p>	4,5	7
<p><b>Тема 13. Дисперсионный анализ.</b>  <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.  – Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</i></p>	4,5	7

	<p><b>Тема 14. Теория корреляции.</b>  <i>Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</i>  – Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	4,5	7
	– Подготовка к ЗАЧЕТУ	Конспект лекционных и практических занятий, компьютерные программы с выполненными лабораторными работами и отчеты к ним [1-10]	12
Всего часов			110

## ТЕКУЩАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

Диагностика качества усвоение знаний проводится в форме промежуточного контроля и текущей аттестации.

Результат промежуточного контроля за семестр оценивается отметкой в баллах по десятибалльной шкале и выводится исходя из отметок, выставленных в ходе проведения мероприятий промежуточного контроля в течении семестра по следующей формуле:

$$П = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^8 П_i + П_{КР},$$

где  $П$  – отметка за семестр по результатам промежуточного контроля; в случае, если  $П$  – дробное число, оно округляется по правилам математического округления;

$П_i$  – отметка, выставленная за письменный отчет по лабораторной работе номер  $i$ ;

$n$  – количество лабораторных работ;

$П_{КР}$  – отметка за контрольную работу.

<i>Промежуточные контрольные мероприятия</i>	<i>Рейтинговая контрольная работа № 1</i>
Содержание контрольного мероприятия – название раздела (модуля)	<b>Статистические оценки параметров распределения</b>
<b>Задания</b>	Контрольное задание состоит из 2 задач
Отметка контрольных мероприятий	Каждый пункт оценивается в 5 балла

Текущая аттестация проводится в форме зачета.

Итоговая отметка за семестр  $И = \frac{П + О}{2}$ ,

где  $И$  – итоговая отметка за семестр,

$О$  – отметка, выставленная за ответ на зачете.

Зачет предполагает устный ответ студента по билету. Билет включает 1 теоретический вопрос (5 баллов), 1 практическое задание (5 баллов).

Если отметка за семестр  $И \geq 4$ , то студент получает отметку «зачтено».

Если отметка за семестр  $И < 4$ , то студент получает отметку «не зачтено».

### **Для заочной формы обучения**

Зачет предполагает устный ответ студента по билету. Билет включает 1 теоретический вопрос (5 баллов), 1 практическое задание (5 баллов).

Если отметка за семестр  $И \geq 4$ , то студент получает отметку «зачтено».

Если отметка за семестр  $И < 4$ , то студент получает отметку «не зачтено».

## ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

Microsoft Office Excel ver. 2003 и выше, MATHCAD 2000 PROFESSIONAL и выше, MAPLE 12 и выше, MATLAB 5 и выше, SPSS.

## ТЕМАТИКА ВНЕАУДИТОРНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

№	Вид работы	Тема
1	ВКР №1	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ» С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

<p align="center">Название дисциплины, с которой требуется согласование</p>	<p align="center">Название кафедры</p>	<p align="center">Предложения об изменениях в содержании учебной программы по дисциплине «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»</p>	<p align="center">Решение, принятое кафедрой математики и компьютерной безопасност и</p>
<p>Информационные технологии в процессах нефтепереработки</p>	<p>кафедра технологии и оборудования переработки нефти и газа</p>	<p align="center"><i>замечаний нет</i> <i>Слобод</i></p>	
<p>Процессы и аппараты химической технологии</p>	<p>кафедра технологии и оборудования переработки нефти и газа</p>	<p align="center"><i>замечаний нет</i> <i>Слобод</i></p>	
<p>Технология переработки нефти и газа</p>	<p>кафедра технологии и оборудования переработки нефти и газа</p>	<p align="center"><i>замечаний нет</i> <i>Слобод</i></p>	