

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Дзержинский политехнический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ А.М.Петровский
“26” _____ марта _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.24 Численные методы

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.04 Прикладная математика

Направленность: Математические и компьютерные методы для современных технологий

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра Автоматизация, энергетика, математика и информационные
системы

Кафедра-разработчик Автоматизация, энергетика, математика и информационные
системы

Объем дисциплины 288/8
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: к.т.н., доцент А.Ю. Латухин

Дзержинск 2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РФ от 10 января 2018 года № 11 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 20.03.2025 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы
протокол от 20.03.2025 № 5

Зав. кафедрой к.т.н, доцент _____ Л.Ю. Вадова
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы
к.т.н, доцент _____ Л.Ю. Вадова
(подпись)

Начальник ОУМБО _____ И.В. Старикова
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 01.03.04 - 24

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является практическое освоение численных методов и приобретение навыков их применения при анализе и управлении современными техническими системами.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- знание основных численных методов и их возможностей для решения сложных инженерных задач.
- применение численных методов для решения профессиональных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Численные методы включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Математический анализ, Технология программирования.

Дисциплина Численные методы является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов, Математическое моделирование.

Рабочая программа дисциплины Численные методы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1 – Формирование компетенции ОПК-2 дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Код компетенции ОПК-2.								
Дискретная математика								
Основы машинного обучения								
Методы оптимизации и теория принятия решений								
Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов								
Численные методы								
Теория игр и исследование операций								
Математическое моделирование								
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-2. Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем	ИОПК-2.4 Использует численные методы и прикладные программы при решении профессиональных задач	Знать: базовые понятия объектно-ориентированного программирования, основные методы и приемы разработки объектно-ориентированных программ.	Уметь: разрабатывать алгоритмы и программы на языке программирования С#, проводить отладку и тестирование программы.	Владеть: основными теоретическими знаниями и эвристическими методами, применяемыми при объектно-ориентированном подходе к разработке компьютерных программ.	Тестирование в системе MOODLE. (2 тестирования, в базе каждого тестирования 100- 110 вопросов), выполнение 12 контрольных работ (по 10 вариантов в каждой контрольной работе)	Вопросы для устного собеседования: билеты (20 билетов)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед./288 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл. 3.

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам
Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	95	39	56
1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:	85	34	51
- лекции (Л)	34	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	51	17	34
- практические занятия (ПЗ)			
- практикумы (П)			
1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:	10	5	5
- групповые консультации по дисциплине	6	3	3
- групповые консультации по промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	4	2	2
- курсовые работы			
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	112	33	79
Вид промежуточной аттестации экзамен	81	36 экз.	45 экз.
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	288/8	108/3	180/5

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 –Содержание дисциплины, структурированное по темам для обучающихся очной формы обучения

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименов ание разработа нного электронн ого курса (трудоем кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-2, ИОПК-2.4	5 семестр								
	Раздел 1 Система инженерных и научных расчетов Scilab								
	Тема 1.1. Встроенная справочная система Scilab. Основы работы в Scilab.	1	0,5		3	Подготовка к лекциям и лабораторным работам (6.1.5: стр. 15-133, 174-232)	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу Оформление отчетов по лабораторным работам Выполнение курсовой работы Подготовка к промежуточной аттестации		
	Тема 1.2. Основы программирования. Построение графиков функций.	2	0,5		3				
	Итого по разделу 1	3	1		6				
	Раздел 2Приближенные числа								
	Тема 2.1. Основные типы и источники погрешностей. Погрешности чисел (абсолютная и	2	2		3	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям (6.1.2: стр. 19-27); (6.1.3:	Чтение основной и дополнительной литературы,		

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименов ание разработа нного электронн ого курса (трудоем кость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час					
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час						
	относительная, предельные абсолютная и относительная). Десятичная запись приближенных чисел (значащие цифры, верные значащие цифры). Соответствие относительной погрешности приближенного числа и количества его верных значащих цифр.					стр. 17-52); (6.1.4: стр. 9-21)	рекомендованной по курсу Оформление отчетов по лабораторным работам Выполнение курсовой работы Подготовка к промежуточной аттестации			
	Тема 2.2. Распространение погрешностей в процессе вычислений (выражения для погрешностей результатов арифметических операций). Общая формула для погрешностей.	2	2		4					
	Итого по разделу 2	4	4		7					
	Раздел 3 Численное решение нелинейных уравнений									
	Тема 3.1. Задача численного решения нелинейных уравнений. Отделение (локализация) корней уравнения. Уточнение корней уравнения. Скорость сходимости итерационного метода.	1	2		3	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям (6.1.1: стр. 173-192); (6.1.2: стр. 21-31); (6.1.3: стр. 112- 157); (6.1.4: стр. 90-99)				
Тема 3.2. Метод половинного деления (бисекций). Геометрическая интерпретация метода. Сходимость метода половинного деления.	2	2		3						

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименов ание разработа нного электронн ого курса (трудоем кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.3. Метод простой итерации. Геометрическая интерпретация метода. Сходимость метода простой итерации. Метод Ньютона. Геометрическая интерпретация метода. Сходимость метода Ньютона.	2	2		4				
	Итого по разделу 3	5	6		10				
	Раздел 4 Решение систем линейных алгебраических уравнений								
	Тема 4.1. Характеристика численных методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Метод исключения Гаусса. Применение метода Гаусса для вычисления определителя матрицы и нахождения обратной матрицы. Выбор ведущего элемента в методе исключения Гаусса.	1	2		3	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям (6.1.1: стр. 138-172); (6.1.2: стр. 8-20); (6.1.3: стр. 268-314); (6.1.4: стр. 43-89)			
	Тема 4.2.LU-разложение квадратной матрицы. Решение СЛАУ с помощью LU-разложения матрицы системы.	2	2		3				
	Тема 4.3. Использование LU-разложения для вычисления определителя матрицы, нахождения	2	2		4				

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименов ание разработа нного электронн ого курса (трудоем кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	обратной матрицы. Число обусловленности матрицы.								
	Итого по разделу 4	5	6		10				
	Итого в 5 семестре	17	17		33				
	6 семестр								
	Раздел 5 Интерполирование функций								
	Тема 5.1. Постановка задачи. Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа.	2	4		9	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям (6.1.1: стр. 18-74); (6.1.2: стр. 125-153); (6.1.3: стр. 497-526); (6.1.4: стр.100- 126)	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу Оформление отчетов по лабораторным работам Выполнение курсовой работы Подготовка к промежуточной аттестации		
	Тема 5.2. Частные случаи $n=1$ и $n=2$ интерполяционного многочлена Лагранжа, их геометрическая интерпретация. Оценка погрешности интерполяционных формул.	2	4		9				
Тема 5.3. Кусочно-полиномиальная интерполяция функций.	2	4		9					
Итого по разделу 5	6	12		27					
Раздел 6 Среднеквадратичное приближение функций									
Тема 6.1. Постановка задачи.	2	4		10	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям (6.1.1: стр. 75-102);); (6.1.3: стр. 103-104); (6.1.4: стр. 105-106)	Чтение основной и дополнительной литературы,			
Тема 6.2. Среднеквадратичное приближение функций.	2	4		10					

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименов ание разработа нного электронн ого курса (трудоем кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Итого по разделу 6	4	8		20	стр. 526-561	рекомендованной по курсу Оформление отчетов по лабораторным работам Выполнение курсовой работы Подготовка к промежуточной аттестации		
	Раздел 7 Численное интегрирование функций.								
	Тема 7.1. Задача численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формула трапеций, ее геометрическая интерпретация. Погрешность формулы трапеций.	3	6		14	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям (6.1.1: стр. 103-137); (6.1.2: стр. 32-43); (6.1.3: стр. 577- 633); (6.1.4: стр. 140-183)	Чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу Оформление отчетов по лабораторным работам Выполнение курсовой работы Подготовка к промежуточной аттестации		
	Тема 7.2. Формула Симпсона, ее геометрическая интерпретация. Погрешность формулы Симпсона.	2	4		9				
	Тема 7.3. Общая формула трапеций и общая формула Симпсона. Погрешности квадратурных формул.	2	4		9				
	Итого по разделу 7	7	14		32				
	Итого в 6 семестре	17	34		79				

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименов ание разработа нного электронн ого курса (трудоем кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	34	51		112				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) Примерная тематика лабораторных работ:

Погрешности при вычислениях

Численного решения нелинейных уравнений методами половинного деления, простой итерации и Ньютона.

Решение СЛАУ методом исключения Гаусса с частичным выбором ведущего элемента.

Применение LU-разложения для вычисления определителя матрицы и нахождения обратной матрицы.

Интерполирование функций.

Метод наименьших квадратов.

Вычисление определенных интегралов с помощью общих формул трапеций и Симпсона.

Пример заданий к лабораторной работе:

1.

x_i	y_i	аргумент x
0,42	2,63597	0,702
0,49	2,73254	0,512
0,54	2,97616	
0,60	3,13345	
0,69	3,12849	
0,76	3,45373	

2.

x_i	y_i	аргумент x
0,5	0,05004	1,61
1,0	0,10033	2,76
1,7	0,17165	
2,5	0,25534	
3,0	0,30933	
3,5	0,37640	

3.

x_i	y_i	аргумент x
0,02	1,02316	0,102
0,08	1,09590	0,114
0,12	1,14725	
0,17	1,21483	
0,23	1,30120	
0,30	1,40976	

4.

x_i	y_i	аргумент x
2,050	0,20792	2,054
2,052	0,20813	2,063
2,060	0,20896	
2,065	0,20948	
2,069	0,20990	
2,075	0,21053	

5.

x_i	y_i	аргумент x
0,35	2,73951	0,526
0,41	2,30080	0,453
0,47	1,96864	
0,51	1,78776	
0,56	1,59502	
0,64	1,34310	

6.

x_i	y_i	аргумент x
6,100	1,83781	6,111
6,104	1,83686	6,124
6,118	1,83354	
6,139	1,82860	
6,145	1,82720	
6,158	1,82416	

7.

x_i	y_i	аргумент x
0,41	2,57418	0,616
0,46	2,32513	0,478
0,52	2,09336	
0,60	1,86203	
0,65	1,74926	
0,72	1,6208	

8.

x_i	y_i	аргумент x
5,400	1,66825	5,415
5,405	1,66636	5,424
5,410	1,66448	
5,420	1,66071	
5,429	1,65734	
5,440	1,65322	

2) Тесты для промежуточного контроля знаний обучающихся

Тесты, проводимые на электронной платформе Moodle на сайте ДПИ НГТУ по адресу: <http://dpingtu.ru/Moodle>

Включают ответы на теоретические вопросы и решение задач по темам курса с выбором правильного варианта ответа.

3) Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль в форме устного опроса):

1. Встроенная справочная система Scilab. Основы работы в Scilab.
2. Основы программирования. Построение графиков функций.
3. Основные типы и источники погрешностей. Погрешности чисел (абсолютная и относительная, предельные абсолютная и относительная). Десятичная запись приближенных чисел (значащие цифры, верные значащие цифры). Соответствие относительной погрешности приближенного числа и количества его верных значащих цифр.
4. Распространение погрешностей в процессе вычислений (выражения для погрешностей результатов арифметических операций). Общая формула для погрешностей.
5. Задача численного решения нелинейных уравнений. Отделение (локализация) корней уравнения. Уточнение корней уравнения. Скорость сходимости итерационного метода.
6. Метод половинного деления (бисекций). Геометрическая интерпретация метода. Сходимость метода половинного деления.
7. Метод простой итерации. Геометрическая интерпретация метода. Сходимость метода простой итерации. Метод Ньютона. Геометрическая интерпретация метода. Сходимость метода Ньютона.
8. Характеристика численных методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Метод исключения Гаусса. Применение метода Гаусса для вычисления определителя матрицы и нахождения обратной матрицы. Выбор ведущего элемента в методе исключения Гаусса.
9. LU-разложение квадратной матрицы. Решение СЛАУ с помощью LU-разложения матрицы системы.
10. Использование LU-разложения для вычисления определителя матрицы, нахождения обратной матрицы. Число обусловленности матрицы.
11. Постановка задачи. Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа.
12. Частные случаи $n=1$ и $n=2$ интерполяционного многочлена Лагранжа, их геометрическая интерпретация. Оценка погрешности интерполяционных формул.
13. Кусочно-полиномиальная интерполяция функций.
14. Постановка задачи интерполирования функции.
15. Среднеквадратичное приближение функций.
16. Задача численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формула трапеций, ее геометрическая интерпретация. Погрешность формулы трапеций.
17. Формула Симпсона, ее геометрическая интерпретация. Погрешность формулы Симпсона.
18. Общая формула трапеций и общая формула Симпсона. Погрешности квадратурных формул.

4) Перечень вопросов, выносимых на промежуточные аттестации

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ к экзаменам:

1. Встроенная справочная система Scilab. Основы работы в Scilab.
2. Основы программирования. Построение графиков функций.
3. Основные типы и источники погрешностей. Погрешности чисел (абсолютная и относительная, предельные абсолютная и относительная). Десятичная запись приближенных чисел (значащие цифры, верные значащие цифры). Соответствие относительной погрешности приближенного числа и количества его верных значащих цифр.
4. Распространение погрешностей в процессе вычислений (выражения для погрешностей результатов арифметических операций). Общая формула для погрешностей.
5. Задача численного решения нелинейных уравнений. Отделение (локализация) корней уравнения. Уточнение корней уравнения. Скорость сходимости итерационного метода.
6. Метод половинного деления (бисекций). Геометрическая интерпретация метода. Сходимость метода половинного деления.
7. Метод простой итерации. Геометрическая интерпретация метода. Сходимость метода простой итерации. Метод Ньютона. Геометрическая интерпретация метода. Сходимость метода Ньютона.
8. Характеристика численных методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Метод исключения Гаусса. Применение метода Гаусса для вычисления определителя матрицы и нахождения обратной матрицы. Выбор ведущего элемента в методе исключения Гаусса.
9. LU-разложение квадратной матрицы. Решение СЛАУ с помощью LU-разложения матрицы системы.
10. Использование LU-разложения для вычисления определителя матрицы, нахождения обратной матрицы. Число обусловленности матрицы.
11. Постановка задачи. Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа.
12. Частные случаи $n=1$ и $n=2$ интерполяционного многочлена Лагранжа, их геометрическая интерпретация. Оценка погрешности интерполяционных формул.
13. Кусочно-полиномиальная интерполяция функций.
14. Постановка задачи интерполирования функции.
15. Среднеквадратичное приближение функций.
16. Задача численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формула трапеций, ее геометрическая интерпретация. Погрешность формулы трапеций.
17. Формула Симпсона, ее геометрическая интерпретация. Погрешность формулы Симпсона.
18. Общая формула трапеций и общая формула Симпсона. Погрешности квадратурных формул.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 5 - 7.

Таблица 5 – Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

5 семестр

Виды работ	Количество подвидов работ	Максимальные баллы за подвид работы	Сроки выполнения подвидов работ	Дополнительные баллы за подвид работы		Штрафные баллы за подвид работы	
				За своевремен. выполнение	За качество	За нарушение сроков	За качество
РГР	1	10	до 06.12.2021	0	0	до -2	до -6
Выполнение лабораторных работ	7	$80/7=11,429$	В течение 2-х недель после выдачи задания	0	0	до -4	до -6
Посещение занятий (лекции + лаб. работы)	$17+17=34$	$10/34 \approx 0,294$	Согласно расписанию	0	0	0	0

6 семестр

Виды работ	Количество подвидов работ	Максимальные баллы за подвид работы	Сроки выполнения подвидов работ	Дополнительные баллы за подвид работы		Штрафные баллы за подвид работы	
				За своевремен. выполнение	За качество	За нарушение сроков	За качество
Выполнение лабораторных работ	7	$80/7=11,429$	В течение 2-х недель после выдачи задания	0	0	до -4	до -6
Посещение занятий (лекции + лаб. работы)	$17+34=51$	$20/51 \approx 0,392$	Согласно расписанию	0	0	0	0

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-2. Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем	ИОПК-2.4 Использует численные методы и прикладные программы при решении профессиональных задач	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ численных методов, не может использовать численные методы в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам численных методов. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала, понимает структуру дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

6.1.1 Волков, Е.А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. - 5-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2008. - 256с.

6.1.2 Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MATHCAD : *учебное пособие для вузов / В. А. Охорзин. - 3-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 352с.

6.1.3 Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики : учебное пособие для вузов / Б.П. Демидович, И.А. Марон. - 5-е изд., стереотип. – СПб.г: Лань, 2006. - 672 с.

6.1.4 Копченова, Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - 3-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 368с.

6.1.5 Гурский, Д. Вычисления в MATHCAD 12 / Д. Гурский, Е.Турбина. - СПб. : Питер, 2006. - 544с. : ил.

6.1.6 Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики : учебное пособие / Б. П. Демидович, И.А. Марон. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0695-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167894>

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Латухин, А.Ю. Численные методы: электронная лекция для студентов направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»/А.Ю. Латухин. – Дзержинск, 2019.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного (необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9 – Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice https://www.openoffice.org/ru/
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express https://www.mathcad.com/ru

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 10 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus

4	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
---	--	--------------------------

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 11 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 12 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1433А Аудитория для лекционных и практических занятий Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	<u>Ноутбук:</u> AcerAspire 5672WLMi <u>Мультимедиа-проектор:</u> разрешение 1024x768 <u>Экран:</u> Internet	• MicrosoftWindows 10 Домашняя (поставка с ПК) • LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО) • Foxit Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО)
2	1234 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• MicrosoftWindows 10 Домашняя (поставка с ПК) • LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО) • Foxit Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО)
3	1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	• ПК на базе IntelCeleron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт. - ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium) • Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО); • Mozilla Firefox (свободное ПО); • Adobe Acrobat Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО); • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также может проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- знакомство с материалами лекций и презентациями в среде MOODLE;
- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- промежуточный контроль знаний в форме тестирования в среде MOODLE.

При преподавании дисциплины «Численные методы», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы

самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносится материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций в виде слайдов находятся в свободном доступе в системе MOODLE и могут быть получены до чтения лекций и проработаны обучающимися в ходе самостоятельной работы.

На лекциях и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в

рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных занятиях

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

10.5. Методические указания для выполнения курсовой работы

Выполнение курсовой работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний обучающихся по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- проведение лабораторных работ;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

1.

x_i	y_i	аргумент x
0,42	2,63597	0,702
0,49	2,73254	0,512
0,54	2,97616	
0,60	3,13345	
0,69	3,12849	
0,76	3,45373	

2.

x_i	y_i	аргумент x
0,5	0,05004	1,61
1,0	0,10033	2,76
1,7	0,17165	
2,5	0,25534	
3,0	0,30933	
3,5	0,37640	

3.

x_i	y_i	аргумент x
0,02	1,02316	0,102
0,08	1,09590	0,114
0,12	1,14725	
0,17	1,21483	
0,23	1,30120	
0,30	1,40976	

4.

x_i	y_i	аргумент x
2,050	0,20792	2,054
2,052	0,20813	2,063
2,060	0,20896	
2,065	0,20948	
2,069	0,20990	
2,075	0,21053	

5.

x_i	y_i	аргумент x
0,35	2,73951	0,526
0,41	2,30080	0,453
0,47	1,96864	
0,51	1,78776	
0,56	1,59502	
0,64	1,34310	

6.

x_i	y_i	аргумент x
6,100	1,83781	6,111
6,104	1,83686	6,124
6,118	1,83354	
6,139	1,82860	
6,145	1,82720	
6,158	1,82416	

7.

x_i	y_i	аргумент x
0,41	2,57418	0,616
0,46	2,32513	0,478
0,52	2,09336	
0,60	1,86203	
0,65	1,74926	
0,72	1,6208	

8.

x_i	y_i	аргумент x
5,400	1,66825	5,415
5,405	1,66636	5,424
5,410	1,66448	
5,420	1,66071	
5,429	1,65734	
5,440	1,65322	

11.1.2. Типовые задания для самостоятельной работы обучающихся очной формы

1. Дана таблица

x_i	2,2	2,8	3,4	4,0	4,6	5,2	5,8	6,4
y_i	0,454	0,357	0,294	0,25	0,217	0,192	0,172	0,143

Найти приближающую функцию в виде $y = ax^b$

2. Дана таблица

x_i	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
y_i	5,16	4,58	4,23	4,00	3,82	3,69	3,58	3,49

Найти приближающую функцию в виде $y = a + \frac{b}{\sqrt{x}}$

3. Дана таблица

x_i	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
y_i	10,501	6,740	3,881	1,760	0,201	-0,959	-1,820	-2,452

Найти приближающую функцию в виде $y = e^{a+bx} - 4,28$

4. Дана таблица

x_i	1,0	1,8	2,6	3,4	4,2	5,0	5,8	6,6
y_i	2,22	2,24	2,27	2,30	2,34	2,40	2,47	2,58

Найти приближающую функцию в виде $y = 2 + \frac{1}{a + bx}$

5. Дана таблица

x_i	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
y_i	21,00	9,75	7,66	6,93	6,6	6,41	6,30	6,23

Найти приближающую функцию в виде $y = a + \frac{b}{x^2}$

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

11.2.1. Типовые тестовые задания на экзамене:

1. $f(x) \equiv x^3 - 3x^2 + 9x - 8 = 0$
2. $f(x) \equiv x^3 - 3x^2 + 6x - 2 = 0$
3. $f(x) \equiv x^3 - 6x - 8 = 0$
4. $f(x) \equiv x^3 + 0,2x^2 + 0,3x - 1,2 = 0$
5. $f(x) \equiv x^3 - 3x^2 + 6x + 3 = 0$
6. $f(x) \equiv x^3 - 3x^2 + 12x - 9 = 0$
7. $f(x) \equiv x^3 - 0,1x^2 + 0,4x - 1,5 = 0$
8. $f(x) \equiv x^3 + 0,2x^2 + 0,5x - 2 = 0$
9. $f(x) \equiv x^3 + 0,2x^2 + 0,5x - 1,2 = 0$
10. $f(x) \equiv x^3 + 0,2x^2 + 0,5x + 0,8 = 0$
11. $f(x) \equiv x^3 + 0,2x^2 + 0,5x - 2 = 0$
12. $f(x) \equiv x^3 + 4x - 6 = 0$
13. $f(x) \equiv x^3 - 0,2x^2 + 0,3x - 1,2 = 0$
14. $f(x) \equiv x^3 + 0,1x^2 + 0,4x - 1,2 = 0$
15. $f(x) \equiv x^3 - 0,1x^2 + 0,4x - 1,5 = 0$
16. $f(x) \equiv x^3 + 3x^2 + 6x - 1 = 0$
17. $f(x) \equiv x^3 + 0,1x^2 + 0,4x - 1,2 = 0$
18. $f(x) \equiv x^3 - 0,1x^2 + 0,4x - 1,5 = 0$
19. $f(x) \equiv x^3 + 0,2x^2 + 0,5x + 0,8 = 0$
20. $f(x) \equiv x^3 + 3x + 1 = 0$
21. $f(x) \equiv x^3 - 0,2x^2 + 0,3x + 1,2 = 0$
22. $f(x) \equiv x^3 - 0,3x^2 + 0,8x - 2,7 = 0$
23. $f(x) \equiv x^3 - 2x + 3 = 0$
24. $f(x) \equiv x^3 + 0,1x^2 + 2,4x - 2,5 = 0$
25. $f(x) \equiv x^3 - 0,2x^2 + 0,5x - 1 = 0$
26. $f(x) \equiv x^3 - 0,9x^2 - 3,6 = 0$
27. $f(x) \equiv x^3 - 0,1x^2 + 0,4x + 2 = 0$
28. $f(x) \equiv x^3 - 2,4x^2 + 1,1x - 3,2 = 0$
29. $f(x) \equiv x^3 - 0,2x^2 + 0,4x - 1,4 = 0$
30. $f(x) \equiv x^3 + 0,7x^2 - 4,9x - 2,5 = 0$
31. $f(x) \equiv x^3 + 0,6x^2 - 1,4x - 1,1 = 0$
32. $f(x) \equiv x^3 - 1,7x^2 - 2,2x + 1,5 = 0$
33. $f(x) \equiv x^3 + 0,2x^2 + 0,8x - 1,7 = 0$
34. $f(x) \equiv x^3 + 2,6x^2 - 3,1x - 0,1 = 0$

Регламент проведения промежуточного контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся	Время на тестирование, мин.
200	10	90

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО MOODLE.