

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

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий
(ИРИТ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

А.В. Мякиньков

подпись

ФИО

«20» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.29 «Численные методы»

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

(код и направление подготовки, специальности)

Направленность: Математическое моделирование и компьютерные технологии

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2022

Выпускающие кафедры ПМ

аббревиатура кафедры

Кафедра-разработчик ПМ

аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 288 / 8

часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой, экзамен

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Куркина О.Е., к.ф.-м.н., доц.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом № 9 МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 г. на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол № 17 от 13.04.2023.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол № 10 от 16.06.2023

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор Куркин А.А. _____
подпись

Программа рекомендована к утверждению УМС ИРИТ, протокол № 6 от 20.06.2023

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный №
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

Н.И. Кабанина
(подпись)

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	7
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.	14
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	16
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	16
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз	17
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. Целью освоения дисциплины является:

овладение студентами теорией разнообразных численных методов и умение применять численные методы на практике при решении практических задач алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений, физики, техники.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

Дисциплина «Численные методы» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

1. Изучение информационных систем методами математического прогнозирования и системного анализа
2. Исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов по тематике проводимых научно-исследовательских проектов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Численные методы» включена в перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее профиля по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы бакалавриата по направлению «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое моделирование и компьютерные технологии». Сопровождающими курсами являются «Языки и методы программирования», «Структура данных», «Технология программирования», «Методы оптимизации». Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при подготовке к защите выпускной квалификационной работы.

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.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)¹

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>ОПК-2 (Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач)</i>								
Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Языки и методы программирования	*	*						
Структуры данных				*				

Технология программирования			*				
Методы оптимизации						*	
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена							*
Выполнение и защита ВКР							*

**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 использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	ИОПК-2.3. Применяет информационные технологии для реализации численных методов, методов оптимизации, математического программирования.	Знать: численные методы решения основных задач, возникающих при анализе математических моделей различных объектов; современный математический аппарат численных методов;	Уметь: выбирать подходящие численные методы для решения конкретных задач, предусмотренных дисциплиной; выполнять реализации изучаемых численных методов на компьютере;	Владеть: навыками применения численных методов на практике; навыками применения базовых знаний естественных наук, математики и информатики, основных фактов, концепций, принципов, теорий, для решения задач оптимизации.	Задания для контрольных работ, задания для курсовых работ	Билеты для экзамена

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач.ед. 324 часов, распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		5 сем	6 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	288	171	117
1. Контактная работа:			
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	119	68	51
занятия лекционного типа (Л)	51	34	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)			
лабораторные работы (ЛР)	68	34	34
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	2	2	
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2		2
2. Самостоятельная работа (СРС)	134	99	35
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	50	50	
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	84	49	35
Подготовка к экзамену	27		27

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵										
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час														
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	КРС															
5 семестр																				
ОПК-2	Раздел 1. Задачи линейной алгебры																			
	Тема 1.1 Частные случаи систем линейных алгебраических уравнений. Прямые и итерационные методы решения.	2				6	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий												
	Тема 1.2 Методы Гаусса и разложение матрицы на множители, их связь. Метод квадратного корня	2				6														
	Тема 1.3 Итерационные методы решения СЛАУ (простые итерации, метод Зейделя, метод релаксации). Вопросы сходимости.	2				7														
	Тема лабораторной работы: Прямые и итерационные методы решения. Методы Гаусса. Итерационные методы решения СЛАУ (простые итерации, метод Зейделя, метод релаксации). Вопросы сходимости.		7				Подготовка к лабораторной работе													
Итого по 1 разделу		6	7			1	19													
ОПК-2	Раздел 2. Методы численного решения нелинейных уравнений																			
	Тема 2.1 Отделение корней. Деление пополам.	2				7	Подготовка	Лекция -объяснение с												

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Practicеской подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (CPC), час			
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	KPC		Вид CPC ¹²				
	Тема 2.2 Метод последовательных приближений (простые итерации).	2				6	ка к лекциям 6.1-6.4	частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий	
	Тема 2.3 Метод Ньютона для систем и его модификация.	3				6			
	Тема лабораторной работы: Отделение корней. Деление пополам. Метод последовательных приближений (простые итерации). Методы Ньютона.		7				Подготовка к лабораторной работе		
	Итог по 2 разделу:	7	7		1	19			
ОПК-2	Раздел 3. Алгебраические методы интерполяирования. Сплайн интерполяция. Аппроксимация.								
	Тема 3.1 Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Разделенные разности. Интерполяционный полином в форме Ньютона.	2				4	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий	
	Тема 3.2 Оценка погрешности интерполяирования. Интерполяирование с кратными узлами. Полином Эрмита.	2				5			
	Тема 3.3 Линейный и кубический сплайн.	1				5			
	Тема 3.4 Наилучшее среднеквадратичное приближение функции	1				5	Подготовка		
	Тема лабораторной работы:		7						

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Practicеской подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (CPC), час			
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	KPC		Вид CPC ¹²				
	Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Разделенные разности. Интерполяционный полином в форме Ньютона. Оценка погрешности интерполирования. Интерполирование с кратными узлами. Линейный и кубический сплайн. Наилучшее среднеквадратичное приближение функции.					ка к лабораторной работе			
	Итого по 3 разделу	6	7	0,5	19				
ОПК-2	Раздел 4. Численное интегрирование								
	Тема 4.1 Интерполяционные квадратурные формулы. Точность вычисления интеграла	8				5	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий	
	Тема 4.2 Квадратуры Гаусса наивысшей алгебраической степени точности. Сходимость и устойчивость квадратур Гаусса	2				5			
	Тема 4.3 Простейшие квадратурные формулы (прямоугольников, трапеций, Симпсона)	2				5			
	Тема 4.4 Составные квадратурные формулы	2				5	Подготовка к лабораторной работе		
	Тема лабораторной работы: Интерполяционные квадратурные формулы. Точность вычисления интеграла. Простейшие квадратурные формулы (прямоугольников, трапеций, Симпсона).		7						

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Practicеской подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (CPC), час			
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	KPC	Лекции, час					
	Итого по 4 разделу	8	7		1	20			
ОПК-2	Раздел 5. Численное дифференцирование								
	Тема 5.1 Интерполяционные формулы. Метод неопределенных коэффициентов	3				8	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий	
	Тема 5.2 Формулы на основе определения производной	2				7			
	Тема 5.3 Устойчивость формул численного дифференцирования	2				7			
	Тема лабораторной работы: Интерполяционные формулы. Формулы на основе определения производной. Устойчивость формул численного дифференцирования.		6				Подготовка к лабораторной работе		
	Итого по 5 разделу	7	6		0,5	22			
	Итог по 5 семестру:	34	34		4	99			
6 семестр									
ОПК-2	Раздел 6. Методы решения задач на собственные значения								
	Тема 6.1 Степенной метод решения частичной проблемы собственных значений.	3				3	Подготовка к	Лекция -объяснение с частичным	

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Practicеской подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	KРС							
	Тема 6.2 Методы обратных итераций	2				3	лекциям 6.1-6.4	привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий		
	Тема 6.3 Методы обратных итераций со сдвигом	1				3				
	Тема лабораторной работы: Степенной метод решения частичной проблемы собственных значений. Методы обратных итераций.		10			3				
	Итог по 6 разделу:	6	10		1	12				
ОПК-2	Раздел 7. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений									
	Тема 7.1 Методы Рунге-Кутта. Метод Эйлера.	2				4	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий		
	Тема 7.2 Методы второго порядка точности.	2				3				
	Тема 7.3. Многошаговые методы.	2				3				
	Тема лабораторной работы: Методы Рунге-Кутта. Метод Эйлера. Методы второго порядка точности. Многошаговые методы.		10			3	Подготовка к лаборатор			

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Practicеской подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵	
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час					
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	КРС								
						ной работе					
	Итог по 7 разделу:	6	10		1	13					
ОПК-2	Раздел 8. Численные методы решения стандартных задач математической физики										
	Тема 8.1 Разностные методы для уравнения теплопроводности и Пуассона.	2				3	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий			
	Тема 8.2 Погрешность аппроксимации. Устойчивость. Сходимость.	2				2					
	Тема 8.3 Дисперсия, диссипация и монотонность.	1				2					
	Тема лабораторной работы: Разностные методы для уравнения теплопроводности. Погрешность аппроксимации. Устойчивость. Сходимость.		14			3	Подготовка к лабораторной работе				
	Итог по 8 разделу:	5	14		2	10					
	Итог по 6 семестру:	17	34		4	35					
	Подготовка к промежуточной аттестации (Экзамен)					27					
	ИТОГО по дисциплине	51	68		8	134					

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 освещены в п.11

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена, хранятся на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н. Новгород, ул. Минина, 24 и находятся в свободном доступе.

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5.

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

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 засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	ИОПК-2.3. Применяет информационные технологии для реализации численных методов, методов оптимизации, математического программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Не способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно формализует и алгоритмизирует поставленную задачу	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен использовать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Использует и адаптирует существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

Таблица 7 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Оценку « отлично » заслуживает студент, 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 студент, 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 студент, 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 студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- 6.1 Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1888-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212063>
- 6.2 Стронгина, Н. Р. Курс «Численные методы»: Методы численного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем (Модуль 16) : учебно-методическое пособие / Н. Р. Стронгина. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 91 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191766>
- 6.3 Кvasov, B. I. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab : учебное пособие / B. I. Kvasov. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-2019-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212234>
- 6.4 Метод сеток решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных : учебно-методическое пособие / А. С. Братусь, Ю. П. Власов, В. П. Посвяинский, Е. С. Чумерина. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020. — 31 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175895>

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и

подлежит обновлению при необходимости).

7.1 Перечень информационных ресурсов

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа:
2. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> \КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](#) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2 Перечень информационных справочных систем

Таблица 8 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	E-LIBRARY.ru	http://elibrary.ru/defaultx.asp

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

Таблица 9 - Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - 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

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

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- Зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

В таблице 12 перечислены:

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

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий для проведения учебных занятий по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			1 2 3
1	6421 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12	<ul style="list-style-type: none"> • Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 ГБ HDD, монитор 19" – 1шт. • Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; • Экран – 1 шт.; • Набор учебно-наглядных пособий 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) • Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3); • Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).
2	6543 компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12)	<ul style="list-style-type: none"> • Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 11 шт. • ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)

			<ul style="list-style-type: none"> • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018); • Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)
--	--	--	---

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- электронное обучение;

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент 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, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

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

Результат обучения считается несформированным, если студент 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 до пороговому уровню.

10.1. Методические указания для занятий лекционного типа¹⁶

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.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.2. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с конспектом лекций, который отражает содержание предложенной темы. Практические задания выполняются самостоятельно при косвенном контроле преподавателя.

При оценивании выполнения задания учитывается следующее:

- качество выполнения практического задания;
- качество устных ответов на вопросы по заданию.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий 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 студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указаны в разделе Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине). 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 по выполнению курсовой работы.

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

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

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

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Список вопросов к экзамену

1. Роль численных методов.
2. Источники и классификация погрешностей.
3. Абсолютная и относительная погрешности. Десятичная запись числа. Значащая цифра.
4. Погрешность арифметических операций. Прямая и обратная задачи теории
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Метод Гаусса.
6. LU-разложение матриц. Решение линейных систем с помощью LU-разложения.
7. Обращение матриц.
8. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы решения. Метод Якоби. Метод Зейделя. Каноническая форма. Метод простой итерации. Метод релаксации.
9. Сходимость стационарных итерационных методов.
10. Оценки скорости сходимости стационарных методов.
11. Итерационные методы вариационного типа. Метод минимальных невязок. Метод сопряженных градиентов.
12. Решение нелинейных уравнений. Локализация корней. Метод простой итерации.
13. Решение нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Метод секущих.
14. Решение нелинейных уравнений. Метод половинного деления. Метод хорд. Комбинированный метод хорд и касательных.
15. Интерполирование и приближение функций. Интерполяционная формула Лагранжа.
16. Интерполирование и приближение функций. Интерполяционная формула Ньютона.
17. Погрешность интерполяционной формулы.
18. Сплайн-интерполирование: интерполяционный кубический сплайн. Метод прогонки.
19. Приближение функций эмпирическими формулами. Метод наименьших квадратов.
20. Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы. Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона.
21. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Вывод формул. Оценка погрешностей.
22. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.
23. Классификация методов численного решения ОДУ.
24. Метод Эйлера. Разностная схема.
25. Методы Рунге-Кутта второго порядка точности.
26. Многошаговые схемы Адамса: явные и неявные. Нахождение решения неявной разностной схемы Адамса.
27. Краевые задачи для ОДУ 2-го порядка. Метод стрельбы.
28. Разностные схемы для краевой задачи ОДУ 2-го порядка. Простейшая задача. Разностная аппроксимация второй производной. Построение трехточечной разностной схемы 2-го порядка аппроксимации.
29. Сходимость трехточечной разностной схемы.
30. Краевые условия 2-го и 3-го рода

Билеты к экзамену

Билет № 1

Теоретический вопрос: Разделенные разности. Интерполяционный полином в форме Ньютона. Оценка погрешности интерполирования.

Задача 1. Функция $f(x) = \exp(-x/5)$ приближается на отрезке $[0;1]$ интерполяционным полиномом $P_1(x)$, построенным по ее значениям в двух узлах $x_0 = 0, x_1 = 1$. Найти наибольшее целое p в оценке $\|R_1(x)\|_{C[0;1]} = \max_{x \in [0;1]} |P_1(x) - f(x)| \leq 10^{-p}$.

Задача 2. Решить СЛАУ методом простой итерации, предварительно проверив условие преобладания диагональных элементов и определив точное решение методом Гаусса в классической форме (погрешность не должна превышать 10^{-2}):

$$\begin{cases} 6x - 3y + z = 1 \\ x - 6y + 3z = 2 \\ -4x + 3y + 7z = -1 \end{cases} \quad \text{с начальным приближением: } \begin{cases} x_0 = 1 \\ y_0 = 1 \\ z_0 = 1 \end{cases}$$

Билет № 2

Теоретический вопрос: Задачи линейной алгебры. Частные случаи систем линейных алгебраических уравнений. Прямые и итерационные методы решения.

Задача 1. Функцию $f(x) = x^3$ приблизить на отрезке $[-1; 1]$ интерполяционным полиномом $P_1(x)$, построенным по оптимальным узлам интерполяции. Оценить норму погрешности приближения в норме пространства $C[-1; 1]$.

Задача 2. Для функции $\omega(x) = (x - x_0)(x - x_1)\dots(x - x_n)$, входящей в оценку погрешности интерполяции, вычислить равномерную норму $\|\omega(x)\|_{C[-1;1]} = \max_{x \in [-1;1]} |\omega(x)|$ при $n = 2, x_0 = -1, x_1 = 0, x_2 = 1$.

Темы заданий для курсовых работ:

1. Сплайн-аппроксимация и ее применение в математическом моделировании.
2. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
3. Применение метода наименьших квадратов к построению эмпирических функциональных зависимостей

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИРИТ

—__||____202__г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Б1.Б.29 «Численные методы»

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: 01.03.02 Прикладная математика

Программа: «Математическое моделирование и компьютерные технологии»

Форма обучения очная

Год начала подготовки:

Курс 3

Семестр 5, 6

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__г.
начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала
подготовки):

- 1);
- 2);
- 3)

Разработчик (и): Куркина О.Е., к. ф.-м. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__»____202__г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ПМ

_____ протокол №_____ от «__»____202__г.

Заведующий кафедрой

А.А. Куркин

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой_____ «__»____202__г.

Методический отдел УМУ:_____ «__»____202__г.