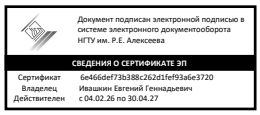
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт экономики и управления (ИНЭУ)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)



«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института
_____С.Н. Митяков
Подпись ФИО
22 апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.2 Уравнения математической физики
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Программирование и системный анализ
Форма обучения: очная
Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра ЦЭ
Кафедра-разработчик ЦЭ

Объем дисциплины 288/8
часов/з.е
Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Масленников Д.А., к.ф.-м.н., доцент

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

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 МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10.01.2018 года № 9 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 17.12.2024 г. № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Цифровая экономика» протокол от 18.03.2025 № 1

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор _____С.Н. Митяков
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭУ, Протокол от 22.04.2025 №3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 01.03.02 – П – 32

Начальник МО _____ / Е.Г. Севрюкова /

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. **4**
2. **4**
3. **4**
4. **6**
5. **7**
6. **13**
7. **15**
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧ**16**
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА
10. **20**
11. **20**
12. **22**

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины является овладение студентами основных понятий дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной, а также выработка у них навыков решения типовых задач.

1.2. Задачей освоения является формирование способности использовать аппарат дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной для решения задач инженерной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.2 Уравнения математической физики включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика, системный анализ.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Дискретная математика, Функциональный анализ, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» 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)

Таблица 1.- Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Код компетенции ПКС-1								
Уравнения математической физики					*	*		
Основы параллельных вычислений								*
Теория игр и исследование операций								*
Системный анализ					*			
Финансовая математика								*
Актуарные расчеты								*

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Подготовка и сдача государственного экзамена								*
Основы разработки WEB-приложений						*		
Технологическая (проектно-технологическая) практика				*				
Технологическая (проектно-технологическая) практика						*		
Преддипломная практика								*
Выполнение и защита ВКР								*

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

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**
ПКС-1. Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	**ИПКС-1.2.** Осуществляет теоретическое обобщение математических методов и моделей для решения задач прикладной математики	**Знать**: математический аппарат, необходимый для решения основных задач математической физики; о неизменности типа уравнения при преобразовании независимых переменных; - об уравнении характеристик; - об уравнении колебаний струны и волновых процессов; основной закон диффузии – закон Фике; - термины теплопроводности и теплоизолированности.	**Уметь**: понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат уравнений математической физики; определять обобщенное решение задачи Коши; - определять виды основных уравнений математической физики; - приводить уравнения к каноническому виду; - выводить основные уравнения гидродинамики; применять метод Фурье при решении задач.	**Владеть**: Методами решения стандартных задач математической физики; навыками анализа воздействия закрепленных концов струны на ее колебания; навыками поиска решения в виде суммы решений двух вспомогательных задач, одна из которых соответствует нулевым начальным данным, а другая – однородному граничному условию; навыками решения уравнений математической физики и краевых задач; интегрирования уравнения характеристик для случаев эллиптического, параболического и гиперболического типов уравнения; -навыками описания расчетной области.	Дискуссия, задачи, контрольная работа, тесты по разделам	Вопросы для устного собеседования (31 вопрос)
ПКС-1.	*Освоение дисциплины причастно к D/01.6 (06.001) (06.001«Программист»)», решает задачу изучение информационных систем методами математического прогнозирования и системного анализа;*					

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

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

Таблица 3. - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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	**218**	110	**108**
1. Контактная работа:	**110**	**38**	**72**
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	**102**	34	**68**
занятия лекционного типа (Л)	51	17	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	15	17	34
лабораторные работы (ЛР)			34
1.2. Внеаудиторная, в том числе	**8**	**4**	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине			
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	**108**	**27**	**81**
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
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.)			
Подготовка к экзамену (контроль)	**70**	**43**	**27**

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4-Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
5 семестр									
ПКС-1 ИПКС-1.2.	**Раздел 1.** Примеры построения математических моделей **.**								
	Тема 1.1. Предмет и задачи курса уравнений математической физики	1		0	3	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.2 - проработка лекционного материала; 7.2.3 , - решение домашних заданий7.2.3			
	Тема 1.2. Примеры построения математических моделей физических и механических явлений. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Уравнение поперечных колебаний мембраны. Уравнение теплопроводности. Уравнения электростатики. Система уравнений движения идеальной жидкости.	2		0	3				
	Тема 1.3. Постановка задач математической физики. Корректность постановок задач математической физики. Пример Адамара.	1		0	3				
	Раздел 2. Уравнения с частными производными первого порядка.								
	Тема 2.1. Основные понятия. Классификация уравнений	1		0	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу:			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
	Тема 2.2. Уравнения характеристик. Решение однородного и неоднородного линейного уравнения первого порядка с помощью характеристической системы в дифференциалах. Первые интегралы. Приведение уравнения к каноническому виду.	4		6	2	7.1.2 - проработка лекционного материала; 7.2.3 - решение домашних заданий7.2.3			
	Тема 2.3. Задача Коши для однородного линейного уравнения	2		4	2				
	Тема 2.4. Решение квазилинейных уравнений методом характеристик	2		4	3				
ПКС-1 ИПКС-1.2.	**Раздел 3. Классификация уравнений с частными производными второго порядка**								
	Тема 3.1. Классификация уравнений с частными производными второго порядка с произвольным числом переменных.	2		0	4	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.2 - проработка лекционного материала; 7.2.3 - решение домашних заданий7.2.3			
ПКС-1 ИПКС-1.2.	**Тема 3.2.** Приведение уравнения с двумя переменными к каноническому виду	2		3	5	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
						курсу: 7.1.2 - проработка лекционного материала; 7.2.3 - решение домашних заданий7.2.3			
	Итого по 5 семестру	17		17	27				
6 семестр									
ПКС-1 ИПКС-1.2.	**Раздел 4. Решение волнового уравнения методом Даламбера**								
	Тема 4.1. Решение задачи о свободных колебаниях бесконечной однородной струны методом Даламбера. Уравнения характеристик. Фазовая плоскость. Единственность решения. Интеграл энергии.	3		4	3	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.2 - проработка лекционного материала; 7.2.3 - решение домашних заданий7.2.3	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 4.2. Колебания полубесконечной и ограниченной струны. Метод отражений	3		5	3				
	Тема 4.3. Распространение волн в двумерном и трёхмерном пространстве. Формулы Пуассона и Кирхгофа. Запаздывающие потенциалы. Корректность решения задачи.	3		0	2				
ПКС-1 ИПКС-1.2.	**Раздел 5. Система гиперболических уравнений первого порядка**								
	Тема 5.1 Понятие гиперболической системы уравнений первого порядка.	2		0	8	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу:			
	Тема 5.2. Решение уравнений акустики методом характеристик. Римановы инварианты.	2		4	8				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
						7.1.2 - проработка лекционного материала; 7.2.3 - решение домашних заданий7.2.3			
ПКС-1 ИПКС-1.2.	**Раздел 6. Метод Фурье для уравнений гиперболического типа**								
	Тема 6.1. Решение методом Фурье уравнения колебаний струны закрепленной на концах и со свободными концами. Свободные и вынужденные колебания. Функция Грина волнового уравнения. Неоднородные граничные условия.	5		5	8	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.2 - проработка лекционного материала; 7.2.3 - решение домашних заданий7.2.3	Аудиторная проверочная работа		
	Тема 6.2. Решение методом Фурье задачи о свободных колебаниях прямоугольной мембраны.	2		2	8				
ПКС-1 ИПКС-1.2.	**Раздел 7. Метод Фурье для уравнений параболического вида**								
	Тема 7.1. Решение первой и второй краевой задачи для одномерного уравнения теплопроводности с помощью метода Фурье. Понятие фундаментального решения и функции Грина. Единственность решения. Теорема о максимуме и минимуме.	5		5	8	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.2 - проработка лекционного материала; 7.2.3 - решение домашних заданий7.2.3			
	Тема 7.2. Распространение тепла в бесконечном стержне. Метод интегральных преобразований.	3		3	8				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
ПКС-1 ИПКС-1.2.	**Раздел 8. Уравнения эллиптического типа**								
	Тема 8.1. Решение уравнений Лапласа и Пуассона для двух переменных методом Фурье. Гармонические функции. Принцип максимума. Единственность решения уравнения Пуассона.	2		2	8				
	Тема 8.2. Решение уравнений Лапласа и Пуассона методом функций Грина. Задача Дирихле для шара.	4		4	9				
	Итого по 6 семестру	**34**		**34**	**81**				
	Итого по дисциплине	**51**		**51**	**108**				

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

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: устное собеседование по темам лекционных занятий, выполнение практических заданий и тесты для текущего контроля знаний. Промежуточный контроль проводится в устно-письменной форме.

6.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в разделе 12.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. - При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения контрольных работ

Шкала оценивания	**Экзамен**
40<R<=50	Отлично
30<R<=40	Хорошо
20<R<=30	Удовлетворительно
O<R<=20	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 зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо»** / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично»** / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	**ИПКС-1.2.** Осуществляет теоретическое обобщение математических методов и моделей для решения задач прикладной математики	Не знает определений важнейших понятий дисциплины, свойств, не может сформулировать основные утверждения. Не может воспроизвести доказательства простейших утверждений курса. Не может решать простейшие задачи, производить элементарных вычислений.	Знает определения основных понятий дисциплины, формулирует важнейшие свойства и утверждения. Может доказать простейшие свойства и утверждения. Может решить простейшие задачи курса	Знает определения всех понятий дисциплины, может сформулировать (с небольшими неточностями) свойства и утверждения дисциплины Может доказать почти все утверждения, в доказательстве имеются небольшие пробелы. Решает все предложенные задачи курса, возможно, с небольшими недочетами; с небольшими замечаниями применяет основные методы и теории при решении задач курса.	Знает определения всех понятий дисциплины, свойства, четко и грамотно формулирует утверждения, свободно ориентируется в материале. Аргументировано, четко и логично проводит доказательства всех утверждений. Успешно владеет предложенными в курсе методами и теориями, аппаратом дифференциального и интегрального исчисления. Решает все предложенные задачи курса.

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1Учебная литература

7.1.1 И. Г. Араманович, В. И. Левин. Уравнения математической физики: Избранные главы высшей математики для инженеров и студентов втузов. / М.: Наука, 1964. –288 с.

7.1.2 Н. С. Кошляков, Э. Б. Глинер, М. М. Смирнов. Уравнения в частных производных математической физики. Учеб. пособие для мех.-мат. фак. ун-тов. М., «Высшая школа», 1970. 712 с.

7.1.3 А. Ф. Филиппов. Сборник задач па дифференциальным уравнениям. Научно-издательский центр регулярная и хаотическая динамика, 2000 г, 176 стр.

7.1.4 А. В. Чернов, Уравнения математической физики и вариационное исчисление: основы теории и примеры решения задач: Учебное пособие / НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Заволж.фил. - Н.Новгород : [Б.и.], 2010. - 125 с. – Библ.:с.124.

7.1.5 Ю. В. Раевская, А. С. Раевский, С. Б. Раевский, Методы математической физики для радиоинженеров: Учебное пособие / НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2011. - 113 с. : ил. - Библиогр.:с.112.

7.2 Справочно-библиографическая литература.

— *учебники и учебные пособия*

7.2.1 Математический анализ: Учеб.пособие. Ч.1: Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной / В.В.Гладков, О.М. Исаева, И.В.Кольчик, Л.Н. Кривоносов, А.А.Куркин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2019. - 213 с. - Библиогр.:с.213. - ISBN 978-5-502-01182-2; 978-5-502-01183-9 (ч.1).

7.2.2 Багаев, А.В. Математический анализ [Электронные текстовые данные]: Учеб.пособие. Ч.2: Дифференциальное и интегральное исчисление функций многих переменных / А.В.Багаев, Н.С.Гоберник, И.В. Горохова, И.В.Кольчик, А.А.; Куркин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2020. - 183 с. - Библиогр.:с.181-182. - ISBN 978-5-502-01182-2.

7.2.3 Алексеенко С.Н. Дифференциальные уравнения: Учеб.пособие / С.Н.Алексеенко,А.В.Багаев, А.С.Епифанова, И.В.Кольчик, А.А.Куркин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. – Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2019. - 280 с. - Библиогр.:с.279-280. - ISBN 978-5-502-01205-8.

7.3.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

7.3.1 Кокоулина, М.В. Практикум по высшей математике [Электронные текстовые данные]: Учеб.пособие:В 2-х ч. Ч.1 /Кокоулина М.В., Кольчик И.В., Куркин А.А.и др.; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2020. - 176 с. - Библиогр.:с.174-175. - ISBN 978-5-502-01366-6.– Режим доступа: для авториз. пользователей.
7.3.2 Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20. Дата обращения 23.09.2015.
7.3.3 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl /ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20.
7.3.4 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-sprimeneniem-interakt.pdf.

8. 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).

8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp
3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://elib.tolgas.ru./ - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.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.

8.2 Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

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/

8.3Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
MicrosoftWindowsXP/7/8.1/10 (подписка DreamSparkPremium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	Calculate Linux (свободноеПО)
Microsoft Visual Studio 2008/2010/2013/2015/2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732)	AdobeReader 11 (проприетарноеПО)
Microsoft Office Standard 2007 (лицензия № 43847744)	Libre office 5.2.4.2 (свободноеПО, лицензия Mozilla Public License)
Microsoft Office Access 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Visual Prolog (проприетарноеПО)
Microsoft Office Visio 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	MicroCAP (бесплатная студенческая версия)
Microsoft Project 2010 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	PascalABC.NET (свободное ПО, лицензия LGPL)
Mathcad 15 (лицензияPKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2, договор № 28-13/13-057 от 26.02.13)	FreePascal IDE(свободноеПО, лицензия GNU GPL 2)
AutodeskAutoCAD 2019 (с/н571-21012977, до 08.07.22)	Python 2.7 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)
Autodesk Inventor 2019 (с/н 570-41739728, до08.07.22)	Code::Blocks (свободноеПО, лицензия GNU GPLv3)
MatLABR2008a (лицензия № 527840)	Eclipse (открытое ПО, лицензия Eclipse Public License)
Р7 Офис (с/н 5260001439)	Python 3.6 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)
Компас 3D-V16 (лицензионное соглашение № К-080298)	Wing IDE (проприетарное ПО)
Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021, до 26.05.22)	IntelliJIDEA (свободное ПО, лицензия Apache)
SolidWorks (с/н 9710004412135426), договор №32110779827 от 08.11.21	Blender (свободное ПО, лицензия GNU GPL 2 и GNU GPL 3)
	Mendeley (проприетарное ПО)
	DeductorStudioAcademic (бесплатная студенческая версия)

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). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

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

№	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	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

9. 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

10. 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 11 перечислены:

— учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

— помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов 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	1	2	3
1	**1344** Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор Epson X12; 3. Компьютер PC с выходом на Epson X12, Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500; 4. Стул – 34 шт.; 5. Парты – 18 шт.;	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (С/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025)
2	**1343а** Компьютерный класс (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, выполнения курсовых работ) г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, корп. 1	1.Персональные компьютеры PC AMD Athlon 64 X2 Dual Core Processor 4600+ 2.40 GHz/4 Gb RAM/ATI Radeon XI 200/HDD 250Gb/DVD-ROM, монитор 17”, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету-23шт; 2. Мультимедийный проектор BenQ; 3.Стол - 24шт.; 4. Рабочее место-1 шт.	1. Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Консультант Плюс (Договор №28-13/17-358); 3. 1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»); 4. Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 5. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 6. Dr.Web (С/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025)

3	**6405** Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп. 6	1. Мультимедийный проектор PortableProjektorMPT840; 2. ПК с выходом на PortableProjektorMPT840, конфигурация которого: MB Asus на чипсете Nvidia/AMDAthlonXII CPU 2.8Ggz/ RAM 4 Ggb/SVGA Graphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD 250Ggb,, монитор 19 дюймов 3.Доска меловая;'экран 4.Парты – 20шт.; 5.Рабочее место – 30 чел	1. Windows7 32 bit корпоративная);VL 494877S2 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian; 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4 Dr.Web (С/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. 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 проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

При преподавании дисциплины используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам 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 студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, 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 студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и зачета с учетом текущей успеваемости.

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 допороговому уровню.

11.2 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 / лабораторным работам 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.

11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Не предусмотрены.

11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой практических занятий является решение задач и разбор примеров.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;

- умение решать типовые задачи;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Типовые задания к практическим работам приведены в разделе12.

11.5. 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 (указано в таблице 11). 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.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний,** включающая

- обсуждение теоретических вопросов;
- решение типовых задач;
- расчетные работы;
- экзамен.

12.1 Вопросы для экзамена(промежуточная аттестация)

1. Понятие порядка аппроксимации конечноразностной схемы.
2. Понятие порядка точности конечноразностной схемы.
3. Понятие устойчивости конечноразностной схемы.
4. Учет вторых краевых условий.
5. Учет третьих краевых условий
6. Какие задачи называют нелинейными?
7. Алгоритм метода простой итерации для решения нелинейного эллиптического уравнения.
8. Условия выхода из итерационного процесса.
9. Параметр релаксации. Возможность его определения на каждой итерации.
10. Алгоритм метода простой итерации для решения нелинейного параболического уравнения.

11. Суть метода Ньютона при решении нелинейной конечноэлементной системы уравнений.
12. Получите вклады в линеаризованную по методу систему, если правая часть дифференциального уравнения зависит от решения.
13. Получите вклады в линеаризованную по методу систему, если коэффициент диффузии дифференциального уравнения зависит от производной решения.
14. Получите вклады в линеаризованную по методу систему, если параметр второго краевого условия дифференциального уравнения зависит от решения.
15. Получите вклады в линеаризованную по методу систему, если параметр s параболического уравнения зависит от решения.
16. Сколько итераций будет сделано методом Ньютона, если правая часть дифференциального уравнения зависит от решения линейно и почему?
17. Может ли матрица линеаризованной по методу Ньютона системы стать не положительно определенной? Что можно сделать в этом случае?
18. Понятие гармонической задачи.
19. Структура получаемой матрицы и вектора правой части конечноэлементной СЛАУ.
20. Условия, при которых задачу можно решать как гармоническую.
21. Возможность решения гармонической задачи как нестационарной.
22. Сравнение решений гармонической и нестационарной задачи.

12.3 Пример экзаменационного билета (промежуточная аттестация)

Типовой экзаменационный билет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.Алексеева

Кафедра «Цифровая экономика»

1. Решить двумерную гармоническую задачу в полярных координатах, базисные функции – билинейные.
2. Получите вклады в линеаризованную по методу систему, если правая часть дифференциального уравнения зависит от решения

Зав. кафедрой *Экзаменатор*

«____» _____ 20____г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИНЭУ

_____
“____”_____2025__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Б1.В.ОД.2 Уравнения математической физики»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров
Направление: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность: Программирование и системный анализ
Форма обучения очная
Год начала подготовки:2025

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): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
«__»_____2025_г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ЦЭ _____ протокол № _____ от «__» _____2025__г.

Заведующий кафедрой ЦЭ _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой *(наименование)*_____«__» _____ 2025_г.

Методический отдел УМУ:_____ «__» _____2025_ г.