

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
факультета компьютерных технологий
(наименование факультета)
Я.Ю. Григорьев
(подпись, ФИО)
«25» 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Уравнения математической физики»

Направление подготовки	01.03.04 Прикладная математика
Направленность (профиль) образовательной программы	Математическое и компьютерное моделирование
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2022
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Прикладная математика»

Разработчик рабочей программы:

доцент кафедры ПМ, к.ф.-м.н., доцент



(подпись)

А.Л. Григорьева
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ПМ

(наименование кафедры)



(подпись)

А.Л. Григорьева
(ФИО)

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Уравнения математической физики» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Математическое и компьютерное моделирование» по направлению подготовки «01.03.04 Прикладная математика».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 06.022 Системный аналитик (Зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 24 ноября 2014 года, регистрационный N 34882)
Обобщенная трудовая функция: С. Концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> • Дать студентам теоретические знания по основным разделам курса. • Научить студентов решению задач по соответствующим разделам курса. • Предоставить студентам задания для самостоятельного выполнения и проконтролировать качество их решения. • Проконтролировать полученные знания, умения и навыки.
Основные разделы / темы дисциплины	Уравнения в частных производных второго порядка. Специальные функции.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Уравнения математической физики» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
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	<p>ОПК-2.1 Знает основные математические методы, применяемые для решения исследовательских и проектных задач</p> <p>ОПК-2.2 Умеет осуществлять проверку адекватности математических моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем</p> <p>ОПК-2.3 Владеет навыка-</p>	<p>Знать основные математические методы, применяемые для решения исследовательских и проектных задач</p> <p>Уметь осуществлять проверку адекватности математических моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем</p> <p>Владеть навыками выбо-</p>

	ми выбора, доработки и применения математических методов и моделей для решения исследовательских и проектных задач	ра, доработки и применения математических методов и моделей для решения исследовательских и проектных задач
--	--	---

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Уравнения математической физики» изучается на 4 курсе, 7 семестре. Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Автоматизация математических расчетов», «Методы оптимизации и теория управления», «Теория случайных процессов», «Исследование операций и теория игр».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Уравнения математической физики», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Учебная практика (ознакомительная практика)».

Дисциплина «Уравнения математической физики» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

Дисциплина «Уравнения математической физики» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	48
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации пе-	16

дагогическими работниками)	
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	97
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	35

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Тема Понятие уравнения в частных производных. Порядок уравнения; квазилинейное, линейное, однородное, неоднородное уравнения. Понятие решения уравнения. Примеры уравнений в частных производных.	1	2		6
Тема Основные физические процессы и их уравнения. Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа. Уравнения колебаний струны и мембраны, их физический смысл.	1	2		6
Тема Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа (перечислить). Выбор единственного частного решения основных уравнений математической физики из их бесчисленного множества. Граничные и	1	2		6

начальные дополнительные условия. Понятие корректно поставленной задачи.				
Тема Собственные значения и собственные векторы матриц. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Типы уравнений второго порядка.	1	2		6
Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Переход $x, y \rightarrow \xi, \eta$. Выражения функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$ через $A(x, y), B(x, y), C(x, y)$. Обоснование неизменности типа уравнения в новых переменных.	1	2		6
Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение гиперболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.	1	2		6
Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение параболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид. Уравнение эллиптического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.	1	2		6
Тема Постановка основных задач математической физики: граничные и начальные условия для задачи о поперечных колебаниях струны; граничные условия для задачи о продольных колебаниях пружины; три основных типа гранич-	1	2		6

ных условий. Три основных типа граничных условий; однородные граничные условия; специфический характер граничных условий в задачах о колебании кольца и нагруженной пружины; понятия первой, второй, третьей краевых задач, смешанной краевой задачи; пример полной постановки задачи для уравнения свободных колебаний струны. Предельные случаи полной задачи (задача Коши, задача без начальных условий).				
Тема Задача Коши для одномерного волнового уравнения: формула Даламбера. Физическая интерпретация формулы Даламбера; характеристический треугольник. Неоднородное уравнение колебаний.	0,5	1		6
Тема Задача Коши для трехмерного волнового уравнения: формула Пуассона. Физический смысл формулы Пуассона; принцип Гюйгенса.	0,5	1		6
Тема Задача Коши для двумерного волнового уравнения: формула Пуассона. Физический смысл формулы Пуассона. Метод спуска. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения в случае трех и двух пространственных переменных.	0,5	1		6
Тема Уравнение Лапласа: понятие гармонической функции; фундаментальное решение. Формулы Грина. Уравнение Лапласа: основные свойства гармонических функций; теорема о среднем.	1	2		3
Тема Уравнение Лапласа: теорема о максимуме и минимуме. Постановка основных задач для уравнения Лапласа. Функция Грина, ее свойства. Формула Пуассона для шара и круга.	1	2		3
Тема Уравнение теплопроводности: физическая природа; постановка основных	1	2		6

<p>задач; пример полной постановки задачи для одномерного случая; предельные случаи задач. Принцип максимума. Задача Коши, фундаментальное решение.</p> <p>Тема Понятие уравнения в частных производных. Порядок уравнения; квазилинейное, линейное, однородное, неоднородное уравнения. Понятие решения уравнения. Примеры уравнений в частных производных.</p>				
<p>Тема Основные физические процессы и их уравнения. Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа. Уравнения колебаний струны и мембраны, их физический смысл.</p> <p>Тема Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа (перечислить). Выбор единственного частного решения основных уравнений математической физики из их бесчисленного множества. Граничные и начальные дополнительные условия. Понятие корректно поставленной задачи.</p>	1	2		3
<p>Тема Собственные значения и собственные векторы матриц. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Типы уравнений второго порядка.</p> <p>Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Переход $x, y \rightarrow \xi, \eta$. Выражения функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$ через $A(x, y), B(x, y), C(x, y)$. Обоснование неизменности типа уравнения в новых переменных.</p> <p>Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение</p>	1	2		3

<p>гиперболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.</p>				
<p>Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение параболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид. Уравнение эллиптического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.</p> <p>Тема Постановка основных задач математической физики: граничные и начальные условия для задачи о поперечных колебаниях струны; граничные условия для задачи о продольных колебаниях пружины; три основных типа граничных условий. Три основных типа граничных условий; однородные граничные условия; специфический характер граничных условий в задачах о колебании кольца и нагруженной пружины; понятия первой, второй, третьей краевых задач, смешанной краевой задачи; пример полной постановки задачи для уравнения свободных колебаний струны. Предельные случаи полной задачи (задача Коши, задача без начальных условий).</p>	0,5	2		2
<p>Тема Задача Коши для одномерного волнового уравнения: формула Даламбера. Физическая интерпретация формулы Даламбера; характеристический треугольник. Неоднородное уравнение колебаний.</p> <p>Тема Задача Коши для трехмерного волнового уравнения: формула Пуассона. Физический смысл формулы Пуассона; принцип Гюйгенса.</p>	0,5	2		2
<p>Тема</p>				2

<p>Задача Коши для двумерного волнового уравнения: формула Пуассона. Физический смысл формулы Пуассона. Метод спуска. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения в случае трех и двух пространственных переменных.</p> <p>Тема Уравнение Лапласа: понятие гармонической функции; фундаментальное решение. Формулы Грина. Уравнение Лапласа: основные свойства гармонических функций; теорема о среднем.</p>				
<p>Тема Уравнение Лапласа: теорема о максимуме и минимуме. Постановка основных задач для уравнения Лапласа. Функция Грина, ее свойства. Формула Пуассона для шара и круга.</p> <p>Тема Уравнение теплопроводности: физическая природа; постановка основных задач; пример полной постановки задачи для одномерного случая; предельные случаи задач. Принцип максимума. Задача Коши, фундаментальное решение.</p>	0,5			3
ИТОГО по дисциплине	16	32		97

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	30
Подготовка к занятиям семинарского типа	30
Подготовка и оформление РГР	30
	97

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

1 Жаринов, В. В. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 400 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/169279>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2 Лесин, В. В. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Лесин. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2017. – 240 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/520539>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3 Ильин, А. М. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] / А. М. Ильин. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 192 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544745>, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Некрасова, М. Г. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учебник / М. Г. Некрасова. – Комсомольск-на-Амуре, 2010. – 165 с. Режим доступа: <http://www.initkms.ru/library/readbook/1101269/1>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Хусаинов, А. А. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Хусаинов, Н. Н. Михайлова. – Комсомольск-на-Амуре, 2013. – 89 с. Режим доступа: <http://www.initkms.ru/library/readbook/1101549/1>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Редькин, Н. П. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учебник / Н. П. Редькин. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 264 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/208908>, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1 Кудряшов, С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Н. Кудряшов. – Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. – 308 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/556282>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2 Фатеева, Г. М. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики [Электронный ресурс] / Е. С. Соболева, Г. М. Фатеева. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 96 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/392891>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3 Зуев, В. Н. Курс лекций по уравнениям математической физики с примерами и задачами [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. И. Сухинов, В. Н. Зуев, В. В. Семенистый. – Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2009. – 307 с. // ZNANIUM.COM : электронно-

библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/549839>, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Для повышения качества выживаемости знаний задачи контрольной работы должны подбираться с учетом необходимости применения знаний в последующих дисциплинах.

Проведение контроля текущей успеваемости, с одной стороны, позволяет получать адекватную информацию о степени усвоения учебного материала, с другой стороны, стимулирует ритмичность учебной деятельности.

Контрольная работа способствует лучшему освоению практических навыков по данному предмету, обобщает и систематизирует полученные знания, умения и навыки. Студент получает задания в начале семестра, а сдает выполненную контрольную работу в конце семестра.

8.4 Студент, не выполнивший к концу семестра контрольную работу, не допускается **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе изучения дисциплины используются следующие ЭБС:

Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM.

Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г.

Электронно-библиотечная система IPRbooks.

Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г.

Образовательная платформа Юрайт.

Договор № ЕП44/2 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010001 6311 244 от 02 февраля 2021 г.

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

нет

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

нет

до экзамена.

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных моду-

лей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Отсутствует

10.2 Технические и электронные средства обучения

Отсутствуют

11 Другие сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Уравнения математической физики»

Направление подготовки	01.03.04 Прикладная математика
Направленность (профиль) образовательной программы	Математическое и компьютерное моделирование
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2022
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Прикладная математика»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
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	ОПК-2.1 Знает основные математические методы, применяемые для решения исследовательских и проектных задач ОПК-2.2 Умеет осуществлять проверку адекватности математических моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем ОПК-2.3 Владеет навыками выбора, доработки и применения математических методов и моделей для решения исследовательских и проектных задач	Знать основные математические методы, применяемые для решения исследовательских и проектных задач Уметь осуществлять проверку адекватности математических моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем Владеть навыками выбора, доработки и применения математических методов и моделей для решения исследовательских и проектных задач

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Уравнения в частных производных второго порядка. Специальные функции.	ОПК-2	РГР	Знает основные понятия теории множеств и умеет их применять для решения задач.

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>				
	РГР	В конце семестра	50 баллов	<p>50 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>30 баллов - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>15 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
	Текущий контроль:	-	_50_ баллов	-
	Экзамен			
	Экзамен:	-	_50_ баллов	<p>50 баллов – дан полный ответ, приведены примеры.</p> <p>40 баллов – дан полный ответ, допущены неточности.</p> <p>30 баллов – дан неполный ответ, допущены ошибки.</p> <p>20 баллов – ответ на вопрос билета отсутствует или неверен.</p>
	ИТОГО:	-	_55_ баллов	-

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Задания для текущего контроля

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Решить следующие задачи (конкретные данные задаются в каждом варианте задания).

1. Задача Штурма-Лиувилля.
2. Приведение к каноническому виду линейных уравнений с частными производными второго порядка в случае двух независимых переменных (параболический тип).
3. Приведение к каноническому виду линейных уравнений с частными производными второго порядка в случае двух независимых переменных (гиперболический тип).
4. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге.
5. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в кольце.
6. Решение задачи Дирихле для уравнения Гельмгольца в круге.
7. Решение задачи Дирихле для уравнения Гельмгольца в шаре.
8. Решение первой краевой задачи для волнового уравнения на отрезке.
9. Решение первой краевой задачи для волнового уравнения в прямоугольнике.
10. Решение первой краевой задачи для волнового уравнения в круге.
11. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности на отрезке.
12. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности в круге.

Задания для промежуточной аттестации (семестр 7)

Контрольные вопросы к экзамену

1. Понятие уравнения в частных производных. Порядок уравнения; квазилинейное, линейное, однородное, неоднородное уравнения. Понятие решения уравнения. Примеры уравнений в частных производных.

2. Основные физические процессы и их уравнения. Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа. Уравнения колебаний струны и мембраны, их физический смысл.

3. Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа (перечислить). Выбор единственного частного решения основных уравнений математической физики из их бесчисленного множества. Граничные и начальные дополнительные условия. Понятие корректно поставленной задачи.

4. Собственные значения и собственные векторы матриц. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы.

5. Типы уравнений второго порядка.

6. Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Переход $x, y \rightarrow \xi, \eta$. Выражения функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$ через $A(x, y), B(x, y), C(x, y)$. Обоснование неизменности типа уравнения в новых переменных.

7. Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение гиперболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.

8. Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение параболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.

9. Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение эллиптического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.

10. Постановка основных задач математической физики: граничные и начальные условия для задачи о поперечных колебаниях струны; граничные условия для задачи о продольных колебаниях пружины; три основных типа граничных условий.

11. Постановка основных задач математической физики: три основных типа граничных условий; однородные граничные условия; специфический характер граничных условий в задачах о колебании кольца и нагруженной пружины; понятия первой, второй, третьей краевых задач, смешанной краевой задачи; пример полной постановки задачи для уравнения свободных колебаний струны.

12. Постановка основных задач математической физики: предельные случаи полной задачи (задача Коши, задача без начальных условий).

13. Задача Коши для одномерного волнового уравнения: формула Даламбера.

14. Задача Коши для одномерного волнового уравнения: физическая интерпретация формулы Даламбера; характеристический треугольник.

15. Задача Коши для одномерного волнового уравнения: неоднородное уравнение колебаний.

16. Задача Коши для трехмерного волнового уравнения: формула Пуассона.

17. Задача Коши для трехмерного волнового уравнения: физический смысл формулы Пуассона; принцип Гюйгенса.

18. Задача Коши для двумерного волнового уравнения: формула Пуассона.

19. Задача Коши для двумерного волнового уравнения: физический смысл формулы Пуассона. Метод спуска.

20. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения в случае трех и двух пространственных переменных.

21. Уравнение Лапласа: понятие гармонической функции; фундаментальное решение.

22. Уравнение Лапласа: формулы Грина.

23. Уравнение Лапласа: основные свойства гармонических функций; теорема о среднем.

24. Уравнение Лапласа: теорема о максимуме и минимуме.

25. Постановка основных задач для уравнения Лапласа. Функция Грина, ее свойства.
26. Уравнение Лапласа: формула Пуассона для шара и круга.
27. Уравнение теплопроводности: физическая природа; постановка основных задач; пример полной постановки задачи для одномерного случая; предельные случаи задач.
28. Уравнение теплопроводности: принцип максимума.
29. Уравнение теплопроводности: задача Коши, фундаментальное решение.
30. Общая схема метода разделения переменных решения краевых задач.
31. Введение в специальные функции. Общее уравнение теории специальных функций.

