



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УРАВНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки (специальность)
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

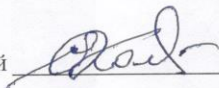
Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

11.02.2020, протокол № 6

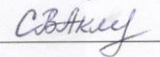
Зав. кафедрой  С.И. Кадченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМИИ, канд. пед. наук  С.В. Акманова

Рецензент:

начальник информационного отдела АО
«Информационная компания Профит»

 С.В. Торшин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины "Уравнение математической физики" является изучение различных методов решения начально-краевых задач в теории уравнений математической физики, формирование представлений о фундаментальных математических конструкциях, используемых в современных экономико-математических моделях.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Уравнение математической физики входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математический анализ

Комплексный анализ

Физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Численные методы математической физики

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Математическое моделирование

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Уравнение математической физики» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 59,1 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 49,2 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - курсовая работа, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка								
1.1 Простейшие дифференциальные уравнения первого и второго порядка с частными производными. Общее решение	5	2	1/1И		4	Подготовка к лабораторному занятию	Контрольная работа	ОПК-1.2
1.2 Классификация уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными. Характеристики.		4			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.3 Приведение к каноническому виду линейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка		2	2/2И			Подготовка к лабораторному занятию	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		8	3/3И		8			
2. Уравнения гиперболического типа								
2.1 Вывод уравнения малых поперечных колебаний однородной закреплённой струны. Постановка задачи Коши и начально-краевых задач для волнового уравнения.	5	3	1/1И		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.2 Решение Даламбера. Физический смысл. Метод характеристик.		2	2/2И		4	Подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

2.3 Полубесконечная струна и метод продолжения. Устойчивость решения. Пример Адамара.	5	2	1/1И		4	Работа с электронными тестовыми средствами	Проверка интернет-теста, выполненного в домашних условиях	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.4 Начально-краевая задача для одномерного волнового уравнения. Единственность решения. Метод Фурье.		2	4/4И		6	Подготовка к лабораторному занятию	Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		9	8/8И		18			
3. Уравнения параболического типа								
3.1 Вывод уравнения распространения тепла в стержне и в теле. Постановка краевых	5	2	1/1И		4	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
3.2 Задача Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Формула Пуассона. Фундаментальное решение. Принцип максимума. Единственность решения.		3	1/1И		2	Подготовка к лабораторному занятию	Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
3.3 Начально-краевая задача для одномерного уравнения теплопроводности. Единственность решения. Метод Фурье.		2	1/1И		2	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.3
Итого по разделу		7	3/3И		8			
4. Уравнения эллиптического типа								
4.1 Постановка краевых задач. Стационарное тепловое поле. Оператор Лапласа в полярных координатах. Гармонические и аналитические функции комплексного переменного.	5	4	1/1И		3,2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
4.2 Свойства гармонических функций. Принцип максимального значения. Задача Дирихле. Единственность		2	1/1И		2	Подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
4.3 Метод Фурье. Решение задачи Дирихле для круга. Интеграл Пуассона.		2	2/2И		4	Подготовка к лабораторному занятию	Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		8	4/4И		9,2			
5. Уравнения с частными производными в финансово-экономических задачах								
5.1 Уравнение Блэка-Шоулса.	5	3			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
5.2 Определение цены опциона из уравнения Блэка-Шоулса		1			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

Итого по разделу	4			6			
Итого за семестр	36	18/18И		49,2		экзамен, кр	
Итого по дисциплине	36	18/18И		49,2		курсовая работа, экзамен	

5 Образовательные технологии

С целью успешного усвоения дисциплины «Уравнение математической физики» и формирования требуемых компетенций предполагается применение различных образовательных технологий (личностно-ориентированных и развивающих), которые обеспечивают достижение планируемых результатов образования согласно основной образовательной программе. В их числе: дифференцированный подход, проблемное обучение, эвристическое обучение.

Основными формами занятий являются лекции, практические занятия, контрольно-оценочные занятия, консультации. Лекции строятся на основе сочетания информационной и проблемной составляющих, а также элементов беседы и визуализации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- обсуждение задач, приводящих к тем или иным математическим понятиям;
- изложение теоретического материала в режиме диалога с целью развития критического мышления студентов и привития им исследовательских умений;
- обсуждение и систематизация теоретических вопросов темы с целью лучшего понимания их взаимосвязи и практического применения.

Лабораторные занятия по данной дисциплине направлены на привитие прочных навыков решения задач по каждой теме и сочетают применение методов обучения в сотрудничестве, дифференцированный подход, классические контрольные и тестовые технологии. При этом предполагается проведение некоторых таких занятий в интерактивной форме (деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций).

Выбирая ту или иную технологию работы со студентами, необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать :

- а) цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология;
- б) содержание материала, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью;
- в) условия, в которых она будет использоваться;
- г) направленность её на самообразование и медиаобразование студентов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Треногин В.А., Уравнения в частных производных / Треногин В.А., Недосекина И.С. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 228 с. - ISBN 978-5-9221-1448-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114486.html> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Уравнения математической физики. Нелинейные интегрируемые уравнения: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / А. В. Жибер, Р. Д. Муртазина, И. Т. Хабибуллин, А. Б. Шабат. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 375 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-03041-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/437563>

б) Дополнительная литература:

1. Деревич, И.В. Практикум по уравнениям математической физики : учебное пособие / И.В. Деревич. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-2601-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/95131> (дата обращения: 02.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Крупин В.Г., Высшая математика. Уравнения математической физики. Сборник задач с решениями : учебное пособие / В.Г. Крупин, А.Л. Павлов, Л.Г. Попов - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 388 с. - ISBN 978-5-383-01075-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010754.html> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: по подписке.

3. Гурьянова И.Э., Методы математической физики: волновое уравнение для бесконечной и полубесконечной струны. Уравнение теплопроводности для бесконечного и полубесконечного стержня : учеб. пособие / И.Э. Гурьянова, В.Г. Облаков. - М. : МИСиС, 2012. - 30 с. - ISBN 978-5-87623-604-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876236043.html> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Практикум по курсу "Уравнения математической физики" [Электронный ресурс] : методические указания / [сост.: О. А. Торшина]; МГТУ. - [2-е изд., подгот. попеч. изд. 2012 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2668.pdf&show=dcatalogues/1/1131371/2668.pdf&view=true>. - Макрообъект.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкордиум» (НП НЭИКОН)	https://archive.neicon.ru/xmlui/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1) Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

2) Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей;

3) Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебно-наглядных пособий и учебного оборудования;

4) Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Уравнение математической физики» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

АКР №1 «Простейшие уравнения с частными производными»

1. Проверить, является ли функция u решением данного уравнения:

$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$, если $u = x\varphi(x+y) + y\psi(x+y)$, где φ и ψ — произвольные дифференцируемые функции;

$x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2xy \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$, если $u = \varphi\left(\frac{y}{x}\right) + x\psi\left(\frac{y}{x}\right)$, где φ и ψ — произвольные дифференцируемые функции.

2. Решить уравнения:

а) $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = 0$, если $z = z(x, y)$;

б) $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = x + y$ при условии $z(x, y)|_{y=0} = x$, $z(x, y)|_{x=0} = y^2$;

в) $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = 1$; г) $\frac{\partial^4 z}{\partial x^2 \partial y^2} = 0$.

АКР №2 «Классификация уравнений с частными производными второго порядка»

1. Определить тип дифференциального уравнения:

а) $5u_{xx} + u_{yy} + 5u_{zz} + 4u_{xy} - 8u_{xz} - 4u_{yz} - u + yz^2 \sin x = 0$

б) $u_{xx} + 2u_{xy} + 2u_{yy} + 4u_{yz} + 5u_{zz} - xu_x + yu_z = 0$.

2. Установить тип дифференциального уравнения, привести уравнение к каноническому виду и решить:

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = 0$; б) $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$.

Привести уравнения к каноническому виду в каждой из областей, где сохраняется тип рассматриваемого уравнения:

а) $x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2x \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + (x-1) \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$;

б) $y \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$;

3.

АКР №3 «Уравнения гиперболического типа»

1. Решить по формуле Даламбера в области $-\infty < x < \infty, t > 0$ задачу:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ u(x, 0) = x^2, \quad \frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} = 1 \end{cases}$$

2. Решить задачу на полупрямой методом продолжений:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, & x > 0, t > 0, \\ u(0, t) = 0, & t > 0, \\ u(x, 0) = f(x), \frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} = g(x), & x > 0 \end{cases}$$

3. Решить начально-краевую задачу методом Фурье:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ u(x, 0) = 1, \quad \frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} = 0, \\ u(0, t) = 0, \quad u\left(\frac{\pi}{2}, t\right) = 0; \end{cases}$$

АКР №5 «Уравнения параболического и эллиптического типа»

1. Решить начально-краевую задачу методом Фурье:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, & 0 < x < l, \quad t > 0, \\ u(x, 0) = Ax, & 0 \leq x \leq l, \\ u(0, t) = 0, \quad u(l, t) = 0, & t \geq 0; \end{cases}$$

2.

Дан тонкий однородный стержень длины l , изолированный от внешнего пространства, начальная температура которого $\varphi(x) = \frac{cx(l-x)}{l^2}$. Концы стержня поддерживаются при температуре, равной нулю. Определить температуру стержня в момент времени $t > 0$.

3. В круге $x^2 + y^2 = \rho^2 < R^2$ решить задачу Дирихле:
$$\begin{cases} \Delta u(x, y) = 0, & 0 < \rho < R, \\ u(x, y) = x + xy, & \rho = R; \end{cases}$$

Найти гармоническую внутри круга радиуса R с центром в начале координат функцию $u(x, y)$, принимающую на его границе значения $\frac{y^2}{R} + Rxy$.

4.

Примерные темы курсовых работ:

1. Преобразование Лапласа и его применение к решению краевых задач.
2. Преобразование Лапласа и его применение к решению линейных дифференциальных уравнений первого порядка с частными производными.
3. Задача Коши и начально-краевая задача для неоднородного волнового уравнения.
4. Задача Коши и начально-краевая задача для неоднородного уравнения теплопроводности.
5. Телеграфное уравнение и его следствия.

6. Задача Дирихле для уравнения Пуассона.
7. Задача Гурса и методы её решения.
8. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши.
9. Задача Штурма-Лиувилля и её применение в решении краевых задач.
10. Задача Неймана для уравнения Пуассона.

Курсовая работа выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с учебной, научной литературой по дисциплине «Уравнение математической физики», а также с нормативными источниками. Данная работа предполагает наличие умений систематизировать и анализировать фактический материал, самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых работ. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсовой работы. Совпадение тем курсовых работ у студентов одной учебной группы не допускается. Утверждение тем курсовых работ проводится ежегодно на заседании кафедры.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовой работе и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности		
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи в области фундаментальной и прикладной математики	<i>Владеет основным содержанием дисциплины в рамках следующих теоретических вопросов:</i> 1. Простейшие дифференциальные уравнения с частными производными. Общее решение. 2. Основные типы уравнений математической физики. 3. Начальные и краевые условия. Корректность постановки задач математической физики. 4. Приведение уравнения второго порядка к каноническому виду. Уравнение гиперболического типа. 5. Приведение уравнения второго порядка к каноническому виду. Уравнение параболического типа. 6. Приведение уравнения второго порядка к каноническому виду. Уравнение эллиптического типа. 7. Бесконечная струна. Формула Даламбера. 8. Решение Даламбера для полубесконечной струны. 9. Применение метода характеристик. Задача Коши. 10. Метод Фурье. Исследование колебаний струны конечной длины. 11. Метод Фурье. Исследование вынужденных колебаний струны конечной длины.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		12. Метод Фурье. Исследование колебаний струны конечной длины в среде с сопротивлением. 13. Общая схема метода Фурье. 14. Задача Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Формула Пуассона. Фундаментальное решение. 15. Принцип максимума. Единственность решения. 16. Вывод уравнения распространения тепла в стержне и в теле. Постановка краевых задач. 17. Начально-краевая задача для одномерного уравнения теплопроводности. Единственность решения. 18. Метод Фурье в решении начально-краевой задачи для одномерного уравнения теплопроводности. 19. Постановка краевых задач для уравнений эллиптического типа. Стационарное тепловое поле. 20. Оператора Лапласа в полярных координатах. Гармонические и аналитические функции комплексного переменного. 21. Свойства гармонических функций. Принцип максимального значения. 22. Задача Дирихле. Единственность решения. 23. Метод Фурье в решении задачи Дирихле. 24. Решение задачи Дирихле для круга. Интеграл Пуассона. 25. Уравнение Блэка-Шоулса. 26. Определение цены опциона из уравнения Блэка-Шоулса.
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной	<i>Владеет фундаментальными методами и способами решения классических задач дисциплины исследовательского характера:</i> <i>1. а)</i>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	математики	Поставить краевую задачу о поперечных колебаниях тяжелой струны относительно вертикального положения равновесия, если ее верхний конец ($x = 0$) жестко закреплен, а нижний свободен. б) Исследовать корректность полученной постановки задачи. 2. а) Поставить краевую задачу о нагревании полубесконечного стержня, конец которого горит, причем фронт горения распространяется со скоростью v и имеет температуру $\varphi(t)$. б) Исследовать корректность полученной постановки задачи. 3. Решить начально-краевую задачу и выполнить интерпретацию её решения: $\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ u(x, 0) = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq \frac{l}{2}, \\ l - x, & \frac{l}{2} \leq x \leq l, \end{cases} & \frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} = 0, \\ u(0, t) = 0, \quad u(l, t) = 0; \end{cases}$ а) $\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, & 0 < x < 1, \quad t > 0, \\ u(x, 0) = x^2, & 0 \leq x \leq 1, \\ u(0, t) = 0, \quad u(1, t) = 0, & t \geq 0. \end{cases}$ б) Найти гармоническую внутри круга радиуса R с центром в начале координат функцию $u(x, y)$, принимающую на его границе значения $\frac{x^3}{R^3}$. 4.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		$\begin{cases} \Delta u(x, y) = 0, & 0 < \rho < R, \\ u(x, y) = 3 \frac{y^4}{R^4}, & \rho = R. \end{cases}$ 5. Решить задачу Дирихле в круге
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности	Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания: 1. Струна закреплена на концах $x = 0$ и $x = 3$. В начальный момент времени форма струны имеет вид ломаной OAB, где $O(0,0)$, $A(2, -0.1)$, $B(3,0)$. Найти форму струны для любого момента времени, если начальные скорости точек струны отсутствуют. 2. Дан тонкий однородный стержень длины l, изолированный от внешнего пространства, начальная температура которого $\varphi(x) = \frac{cx(l-x)}{l^2}$. Концы стержня поддерживаются при температуре, равной нулю. Определить температуру стержня в момент времени $t > 0$. 3. Абсолютно гибкая однородная нить закреплена на одном из концов и под действием своего веса находится в вертикальном положении равновесия. Вывести уравнение малых колебаний нити.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Исходя из Максвелла, в вакууме $\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}, \operatorname{div} \vec{E} = 0, \operatorname{div} \vec{H} = 0, \operatorname{rot} \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t},$ где $\vec{H}$ — напряженность магнитного поля, $\vec{E}$ — напряженность магнитного поля. Вывести уравнение для потенциала электрического поля постоянного электрического тока, вывести уравнение для потенциала. 4.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Студенты сдают по дисциплине в 5-м семестре экзамен.

Критерием успешного освоения программы дисциплины являются:

- умение интерпретировать понятия и утверждения, применять к решению задач изученную теорию;
- усвоение методов и приемов решения основных задач дисциплины; приобретение навыков работы с наиболее часто встречающимися объектами теории уравнений математической физики.
- знание основных теоретических положений, формулировок и доказательств ряда теорем.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания курсовой работы:

– на оценку **«отлично»** – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.