



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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ УРАВНЕНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ФИЗИКИ***

Направление подготовки (специальность)
01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль/специализация) программы
Математическое моделирование
Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 13).

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, д-р физ.-мат. наук  В.А. Кузнецов

Рецензент:

доцент кафедры Уравнений математической физики ЮУрГУ, канд. физ.-мат. наук, доцент



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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Формирование навыков обращения студентов с типичными математическими задачами, которые возникают при исследовании физических проблем

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дополнительные главы уравнений математической физики» входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Дополнительные главы функционального анализа

Методология и методы научного исследования

Методы решения экстремальных задач

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

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - научно-исследовательская работа

Современные численные методы математической физики

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3.3	Выполняет обзоры научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности
ОПК-3.2	Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности
ОПК-3.1	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 51,95 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 92,05 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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. Раздел 1. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка: волнового, теплопроводности, Лапласа, Гельмгольца								
1.1 Тема 1.1. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка волнового типа Тема 1.2. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка гиперболического типа Тема 1.3. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка: Уравнения Лапласа, Гельмгольца	2	4	8/4И		20	Составление конспектов. Выполнение ИДЗ.	Проверка конспектов. Проверка ИДЗ.	ОПК-3.1, ОПК-3.3
Итого по разделу		4	8/4И		20			
2. Раздел 2. Обобщенная задача Коши для уравнения теплопроводности. Тепловой потенциал								
2.1 Тема 2.1. Обобщенная задача Коши для уравнения теплопроводности Тема 2.2. Тепловой потенциал	2	4	8/4И		20			ОПК-3.2
Итого по разделу		4	8/4И		20			

3. Раздел 3.1. Обобщенно-гармонические функции. Слабые решения. Существование слабых решений для задачи Дирихле	3.							
3.1 Тема 3.1. Обобщенно-гармонические функции Тема 3.2. Слабые решения. Существование слабых решений для задачи Дирихле	3.1. 2	4	8/4И		23	Составление конспектов. Выполнение ИДЗ.	Проверка конспектов. Проверка ИДЗ.	ОПК-3.1, ОПК-3.3
Итого по разделу		4	8/4И		23			
4. Раздел 4. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений гиперболического и параболического типа	4.							
4.1 Тема 4.1. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений гиперболического типа Тема 4.2. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений параболического типа	4.1. 2	5	10/4И		29,05	Составление конспектов. Выполнение ИДЗ.	Проверка конспектов. Проверка ИДЗ.	ОПК-3.1, ОПК-3.3
Итого по разделу		5	10/4И		29,05			
Итого за семестр		17	34/16И		92,05		зао	
Итого по дисциплине		17	34/16И		92,05		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются:

- Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекция-изложение, лекция-объяснение, практические работы, контрольная работа и др.. Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студентов в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Практические занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации

- Интерактивные технологии обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

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. 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>.

2. Полянин, А. Д. Уравнения и задачи математической физики в 2 ч часть 1 : справочник для академического бакалавриата / А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 261 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01644-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/437082>.

б) Дополнительная литература:

1. Полянин, А. Д. Нелинейные уравнения математической физики и механики. Методы решения: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев, А. И. Журов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 256 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02317-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/437088>.

в) Методические указания:

1.1. 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	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Комплекс тестовых заданий для проведения рубежного и промежуточного контроля.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Приложение 1

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
Раздел 1. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка: волнового, теплопроводности, Лапласа, Гельмгольца			
Тема 1.1. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка волнового типа Тема 1.2. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка гиперболического типа Тема 1.3. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка: Уравнения Лапласа, Гельмгольца. Типы уравнений второго порядка.	Подготовка конспекта. Подготовка к лабораторному занятию	26	Проверка конспектов. Опрос, обсуждение
Раздел 2. Обобщенная задача Коши для уравнения теплопроводности. Тепловой потенциал			
Тема 2.1. Тепловой потенциал Тема 2.2. Обобщенно-гармонические функции Тема 3.3. Слабые решения. Тема 2.4.Существование слабых решений для задачи Дирихле	Подготовка к лабораторному занятию	27	АКР Проверка конспектов.
2.2. Задачи Гурса и Римана	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы. 3.Работа с электронными библиотеками.	27	Проверка конспектов. Опрос, обсуждение
Раздел 3. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений гиперболического и параболического типа			
Тема 3.1. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений гиперболического и параболического типа	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	29,05	Проверка конспектов. Опрос, обсуждение
Итого по дисциплине		109,05	Зачет с оценкой

По дисциплине «Дополнительные главы уравнение математической физики» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение заданий лабораторных работ.

Примерные аудиторные задания:

1. Линейные уравнения второго порядка. Их характеристики. Классификация уравнений, канонические уравнения.
2. Корректные постановки задач для гиперболических, параболических, эллиптических уравнений.
3. Формула Даламбера. Корректность задачи Коши для волнового уравнения.
4. Вывод уравнения диффузии. Решение I краевой задачи методом Фурье.
5. Принцип максимума для уравнения диффузии. Его следствия.
6. Закон сохранения энергии для волнового уравнения. Его следствия.
7. Решение I краевой задачи для волнового уравнения.
8. Уравнение Лапласа. Принцип максимума для гармонических функций. Его следствия
9. Решение задачи Дирихле для круга. Интеграл Пуассона. Теоремы о среднем для гармонических функций.
10. Ортогональные системы функций и ряды Фурье.
11. Минимальное свойство коэффициентов Фурье. Неравенство Бесселя. Понятие полноты и замкнутости ортогональных систем.
12. Формулировка теоремы о сходимости тригонометрических рядов Фурье. Комплексная форма ряда Фурье.
13. Задача Штурмана-Лиувилля о собственных значениях. Свойства обственных значений и собственных функций (простота спектра, его неотрицательность, счетность (без доказательства), формулировка теоремы Стеклова).
14. Уравнение Бесселя. Функции $I_0(x)$ и $I_1(x)$ и их свойства.
15. Стационарная диффузия в полубесконечной трубке.
16. Интегральная формула Фурье. Преобразования Фурье и его свойства (линейность, преобразование Фурье производной).
17. Решение задачи Коши для уравнения диффузии методом преобразования Фурье.

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):

Привести к каноническому виду уравнения:

1. $y^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + x^2 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$

2. $x^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + 2xy \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0 \quad (x > 0)$

3. Решить задачу Коши:

4. $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - 6 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + 5 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0, \quad (U)_{y=x} = 2 \sin x, \quad \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)_{y=x} = 2 \cos x$

5. Построить профиль струны, то есть график $U(2, x)$, если:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad (U)_{t=0} = \begin{cases} 2 \sin \frac{\pi}{6} x, & \text{если } 0 < x < 6 \\ 0, & \text{если } x \leq 0 \text{ или } x \geq 6, \end{cases} \quad \left(\frac{\partial U}{\partial t}\right)_{t=0} = 0$$

Решить краевые задачи:

6. $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad (U)_{t=0} = 0, \quad \left(\frac{\partial U}{\partial t}\right)_{t=0} = \sin 7x, \quad (U)_{x=0} = (U)_{x=\pi} = 0, \quad 0 < x < \pi$

7. $\frac{\partial^2 U}{\partial t} = 4 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad 0 < x < \pi, t > 0, \quad (U)_{x=0} = 0, \quad \left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)_{x=\pi} = 0, \quad (U)_{t=0} = \sin \frac{7x}{2}$

8. $\frac{\partial^2 U}{\partial t} = 4 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad (U)_{t=0} = x(\pi - x), \quad (U)_{x=0} = (U)_{x=\pi} = 0, \quad 0 < x < \pi, t > 0$

9. Найти гармоническую функцию вне круга $r_0 = 2$, если $(U)_{r=r_0} = 8 \sin^4 \frac{\varphi}{2}$.

10.

Решить смешанную задачу

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad t > 0, \quad 0 < x < 1,$$

$$u|_{x=0} = t, \quad u|_{x=1} = 2t, \quad t \geq 0,$$

$$u|_{t=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_{t=0} = 1 + x, \quad 0 \leq x \leq 1.$$

11.

Решить уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + bx(x-l)$ при нулевых начальных и краевых

условиях $u(0, t) = 0, \quad u(l, t) = 0$.

12.

Концы стержня длиной l поддерживаются при температуре, равной нулю. Начальная температура определяется формулой

$$u(x, 0) = 5 \sin \frac{\pi x}{l} - 2 \sin \frac{3\pi x}{l}. \text{ Определить температуру стержня для любого}$$

момента времени.

13.

Найти стационарное распределение температуры на однородной тонкой круглой пластинке радиуса R , если распределение температуры на окружности, ограничивающей эту пластинку, задается формулой

$$f(R, \theta) = \begin{cases} 1, & 0 \leq \theta \leq \pi, \\ 0, & \pi < \theta \leq 2\pi. \end{cases}$$

14.

Найти решение уравнения $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, удовлетворяющее граничным

условиям $u(0, t) = u(\pi, t) = 0$ и начальному условию $u(x, 0) = 3 \sin 2x$.

Примерные задания для аудиторных контрольных работ (АКР):

Найти общее решение уравнения:

1. $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 5 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 6 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$

Ответ: $U(x, y) = f(y - 2x) + g(y - 3x)$.

Решить задачи Коши:

2. $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 6 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 5 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \quad (U)_{y=x} = 2 \sin x, \quad \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)_{y=x} = 2 \cos x$

Ответ: $U = 5 \sin \frac{x+y}{2} - 3 \sin \frac{5x+y}{6}$.

3. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (U)_{t=0} = 0, \quad \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)_{t=0} = 4x e^{-x^2}$

Ответ: $U = e^{-(x-t)^2} - e^{-(x+t)^2} = 2e^{-(x^2+t^2)} \operatorname{ch} 2xt$.

Разложить в ряд Фурье функции:

4. $f(x) = 4 \sin^3 x$

Ответ: $f = 3 \sin x - \sin 3x$.

5. $f(x) = \cos \frac{x}{2}, \quad |x| < \pi$

Ответ: $f = \frac{2}{\pi} + \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{4n^2-1} \cos nx$.

Представить интегралом Фурье функцию:

$$6. \quad f(x) = \begin{cases} 1 - |x|, & \text{если } |x| \leq 1 \\ 0, & \text{если } |x| > 0 \end{cases}$$

$$\text{Ответ: } f(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{1 - \cos y}{y^2} \cos y x dy.$$

Решить краевые задачи:

$$7. \quad \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad U(0, x) = 0, \quad \frac{\partial U(0, x)}{\partial t} = \sin 7x, \quad U(t, 0) = 0, \quad U(t, \pi) = 0, \quad 0 < x < \pi, \quad t > 0$$

$$\text{Ответ: } U = \frac{1}{7a} \sin 7x \sin at.$$

$$8. \quad \frac{\partial U}{\partial t} = 4 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad U(0, x) = \sin \frac{7x}{2}, \quad U(t, 0) = 0, \quad \frac{\partial U(t, \pi)}{\partial x} = 0, \quad 0 < x < \pi, \quad t > 0$$

$$\text{Ответ: } U(t, x) = e^{-49t} \sin \frac{7x}{2}.$$

Найти гармоническую в D функцию, удовлетворяющую на окружности $\Gamma: x^2 + y^2 = R_0^2$ условию $(U(x, y))_{\Gamma} = 4y^3$, если:

$$9. \quad D: x^2 + y^2 \leq R_0^2$$

$$\text{Ответ: } U = 3R_0^2 r \sin \varphi - r^3 \sin 3\varphi = 3R_0^2 y + y^3 - 3x^2 y.$$

$$10. \quad D: x^2 + y^2 \geq R_0^2$$

$$\text{Ответ: } U = \left(\frac{R_0}{r}\right)^3 (3R_0^2 r^2 \sin \varphi - R_0^3 \sin 3\varphi) = R_0^4 \left[\frac{3y}{x^2 + y^2} + R_0^2 \frac{y^3 - 3x^2 y}{(x^2 + y^2)^3} \right].$$

Для проведения текущего контроля по дисциплине «Уравнения математической физики» по всем разделам проводится коллоквиум в письменной форме.

Вопросы коллоквиума:

1. Начальные и краевые условия. Корректность постановки задач математической физики.
2. Основные уравнения математической физики
3. Приведение уравнения второго порядка к каноническому виду.
4. Бесконечная струна. Формула Даламбера.
5. Применение метода характеристик. Задача Коши.
6. Применение метода характеристик. Задача Римана
7. Метод Фурье. Исследование колебаний струны конечной длины.
8. Метод Фурье. Исследование вынужденных колебаний струны конечной длины.
9. Общая схема метода Фурье.
10. Исследование колебаний прямоугольной мембраны.
11. Функции Бесселя. Их свойства.
12. Исследование колебаний круглой мембраны.
13. Теплопроводность в бесконечном стержне. Исследование теплопроводности в конечном стержне.
14. Метод функций Грина для уравнения Лапласа задачи Дирихле. Задача Неймана для уравнения Лапласа.
15. Задача Дирихле для круга.
16. Ньютоновский потенциал. Потенциалы разных порядков.
17. Потенциалы простого и двойного слоя.
18. Разложение в ряды Фурье по частным решениям уравнения Гельмгольца в бесконечной области.
19. Интегральные преобразования и их формулы обращения.
20. Преобразование Лапласа.
21. Исследование распространения тепла в неограниченном стержне с помощью интегрального преобразования Лапласа.
22. Преобразование Фурье.
23. Исследование распространения тепла в полуограниченном стержне с помощью интегрального преобразования Фурье.
24. Конечные интегральные преобразования.

Приложение 2

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за семестр. Проводится в форме зачета с оценкой.

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-3: Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности		
ОПК-3.1	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка волнового типа 2. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка гиперболического типа 3. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка 4. Фундаментальные решения для уравнения Лапласа 5. Фундаментальные решения для уравнения Гельмгольца
ОПК-3.2	Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обобщенная задача Коши для уравнения теплопроводности 2. Тепловой потенциал 3. Обобщенно-гармонические функции 4. Слабые решения. 5. Существование слабых решений для задачи Дирихле
ОПК-3.3	Выполняет обзоры научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений гиперболического типа 2. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений параболического типа <p>Практические задания:</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Привести к каноническому виду уравнения:</p> <ol style="list-style-type: none"> $y^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + x^2 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$ $x^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + 2xy \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0 \quad (x > 0)$ Решить задачу Коши: $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - 6 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + 5 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$, $(U)_{y=x} = 2 \sin x, \quad \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)_{y=x} = 2 \cos x$ Построить профиль струны, то есть график $U(2, x)$, если: $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad (U)_{t=0} = \begin{cases} 2 \sin \frac{\pi}{6} x, & \text{если } 0 < x < 6 \\ 0, & \text{если } x \leq 0 \text{ или } x \geq 6, \end{cases}$ $\left(\frac{\partial U}{\partial t}\right)_{t=0} = 0$ <p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</p> <p>Решить смешанную задачу</p> $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad t > 0, \quad 0 < x < 1,$ $u _{x=0} = t, \quad u _{x=1} = 2t, \quad t \geq 0,$ $u _{t=0} = 0, \quad \left.\frac{\partial u}{\partial t}\right _{t=0} = 1 + x, \quad 0 \leq x \leq 1.$ <p>3.7 Решить уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + bx(x-l)$ при нулевых начальных и краевых условиях $u(0, t) = 0, \quad u(l, t) = 0$.</p> <p>4.5. Найти решение уравнения $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, удовлетворяющее граничным условиям $u(0, t) = u(\pi, t) = 0$ и начальному условию $u(x, 0) = 3 \sin 2x$.</p> <p>Решить задачу Дирихле</p> $\begin{cases} \Delta u = 0, & -\infty < x < +\infty, & y > 0, \\ u _{y=0} = \frac{k}{1+x^2}, & k = \text{const}, & -\infty < x < +\infty. \end{cases}$

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Решить смешанную задачу</p> $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad t > 0, \quad 0 < x < 1,$ $u _{x=0} = t, \quad u _{x=1} = 2t, \quad t \geq 0,$ $u _{t=0} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial t} _{t=0} = 1 + x, \quad 0 \leq x \leq 1.$ <p>5.1. Является ли гармонической функция $u = \ln \frac{1}{\rho}$, где $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Дополнительные главы уравнений математической физики» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

- на оценку **«отлично»** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Вопросы для итоговой оценки качества освоения курса:

1. Начальные и краевые условия. Корректность постановки задач математической физики.
1. Основные уравнения математической физики
2. Приведение уравнения второго порядка к каноническому виду.
3. Бесконечная струна. Формула Даламбера.
4. Применение метода характеристик. Задача Коши.
5. Применение метода характеристик. Задача Римана
6. Метод Фурье. Исследование колебаний струны конечной длины.
7. Метод Фурье. Исследование вынужденных колебаний струны конечной длины.
8. Общая схема метода Фурье.
9. Исследование колебаний прямоугольной мембраны.
10. Функции Бесселя. Их свойства.
11. Исследование колебаний круглой мембраны.
12. Теплопроводность в бесконечном стержне. Исследование теплопроводности в конечном стержне.
13. Метод функций Грина для уравнения Лапласа задачи Дирихле. Задача Неймана для уравнения Лапласа.
14. Задача Дирихле для круга.
15. Ньютоновский потенциал. Потенциалы разных порядков.
16. Потенциалы простого и двойного слоя.
17. Разложение в ряды Фурье по частным решениям уравнения Гельмгольца в бесконечной области.
18. Интегральные преобразования и их формулы обращения.
19. Преобразование Лапласа.
20. Исследование распространения тепла в неограниченном стержне с помощью интегрального преобразования Лапласа.
21. Преобразование Фурье.
22. Исследование распространения тепла в полуограниченном стержне с помощью интегрального преобразования Фурье.