



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
И.Ю. Мезин

14.02.2022 г.

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 и цифровые двойники

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

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

Магнитогорск
2022 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
08.02.2022, протокол № 7

Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
14.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ПМИИ, канд. физ.-мат. наук  Л.В. Смирнова

Рецензент:
доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

Лист актуализации рабочей программы

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 _____ Ю.А. Извеков

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 _____ Ю.А. Извеков

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Формирование способностей разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

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:

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:

Учебная - научно-исследовательская работа

Математическое моделирование

Современные численные методы математической физики

Численные методы решения интегральных уравнений Фредгольма первого рода

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-3.1	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3.2	Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности
ОПК-3.3	Выполняет обзоры научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 35,9 академических часов;
- аудиторная – 34 академических часов;
- внеаудиторная – 1,9 академических часов;
- самостоятельная работа – 108,1 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка: волнового, теплопроводности, Лапласа, Гельмгольца								
1.1 Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка волнового типа	2	2	2		9	Составление конспектов.	Проверка конспектов	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
1.2 Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка гиперболического типа		2	2		9,6	Составление конспектов.	Проверка конспектов.	ОПК-3.2, ОПК-3.3
1.3 Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка: Уравнения Лапласа, Гельмгольца		2	2		9	Выполнение ИДЗ.	Проверка ИДЗ.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
Итого по разделу		6	6		27,6			
2. Обобщенная задача Коши для уравнения теплопроводности. Тепловой потенциал								
2.1 Обобщенная задача Коши для уравнения теплопроводности	2	2	2		14	Составление конспектов.	Проверка конспектов.	ОПК-3.2, ОПК-3.3
2.2 Тепловой потенциал		2	2		14	Создание презентации	Защита презентации	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
Итого по разделу		4	4		28			
3. Обобщенно-гармонические функции. Слабые решения. Существование слабых решений для задачи Дирихле								

3.1 Обобщенно-гармонические функции	2	2	2		11	Составление конспектов	Проверка конспектов	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
3.2 Слабые решения. Существование слабых решений для задачи Дирихле		2	2		12	Создание презентации	Защита презентации	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
Итого по разделу		4	4		23			
4. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений гиперболического и параболического типа								
4.1 Обобщенные решения смешанных задач для уравнений гиперболического типа	2	2	2		14,5	Составление конспектов.	Проверка конспектов.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
4.2 Обобщенные решения смешанных задач для уравнений параболического типа		1	1		15	Обзор литературы. Презентация по теме.	Защита презентации.	ОПК-3.1, ОПК-3.3, ОПК-3.2
Итого по разделу		3	3		29,5			
Итого за семестр		17	17		108,1		зао	
Итого по дисциплине		17	17		108,1		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
7Zip	свободно	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-162-21 от 26.03.2021	26.03.2023
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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, выходом 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.

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			
<p>Тема 1.1. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка волнового типа</p> <p>Тема 1.2. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка гиперболического типа</p> <p>Тема 1.3. Фундаментальные решения для дифференциальных операторов второго порядка: Уравнения Лапласа, Гельмгольца. Типы уравнений второго порядка.</p>	<p style="text-align: center;">Подготовка конспекта. Подготовка к лабораторному занятию</p>	27	<p>Проверка конспектов. Опрос, обсуждение</p>
Раздел 2. Обобщенная задача Коши для уравнения теплопроводности. Тепловой потенциал			
<p>Тема 2.1. Тепловой потенциал</p> <p>Тема 2.2. Обобщенно-гармонические функции</p> <p>Тема 3.3. Слабые решения.</p> <p>Тема 2.4.Существование слабых решений для задачи Дирихле</p>	<p style="text-align: center;">Подготовка к лабораторному занятию</p>	2	<p>АКР</p> <p>Проверка конспектов.</p>

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
2.2. Задачи Гурса и Римана	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	4	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.	4	Проверка конспектов. Опрос, обсуждение
Итого по дисциплине		^{49,2}	Зачет с оценкой

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

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

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

8. $\frac{\partial^2 U}{\partial t} = 4 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$, $(U)_{t=0} = x(\pi - x)$, $(U)_{x=0} = (U)_{x=\pi} = 0$, $0 < x < \pi$, $t > 0$
9. Найти гармоническую функцию вне круга $r_0 = 2$, если $(U)_{r=r_0} = 8 \sin^4 \frac{\varphi}{2}$.

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

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

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

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

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

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

Решить краевые задачи:

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

Ответ: $U = \frac{1}{7\alpha} \sin 7x \sin \alpha t$.

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

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

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

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

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 опрос в письменной форме.

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.

Курсовая работа выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и 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».

Примерный перечень тем курсовых работ и пример задания представлены в разделе «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации».

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	Теоретические вопросы:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	профессиональной деятельности	<p>1.Обобщенные решения смешанных задач для уравнений гиперболического типа</p> <p>2. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений параболического типа</p> <p>Практические задания:</p> <p>Привести к каноническому виду уравнения:</p> <p>1. $y^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + x^2 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$</p> <p>2. $x^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + 2xy \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0 (x > 0)$</p> <p>3. Решить задачу Коши:</p> <p>4. $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - 6 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + 5 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$, , $(U)_{y=x} = 2\sin x$, $\left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)_{y=x} = 2\cos x$</p> <p>5. Построить профиль струны, то есть график $U(2, x)$, если:</p> $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, (U)_{t=0} = \begin{cases} 2\sin \frac{\pi}{6} x, & \text{если } 0 < x < 6 \\ 0, & \text{если } x \leq 0 \text{ или } x \geq 6, \end{cases} \left(\frac{\partial U}{\partial t}\right)_{t=0} = 0$ <p><i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</i></p>

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>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:

– 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.

