



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

19.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы

Большие и открытые данные

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения

очная

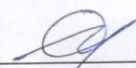
Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2024 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)

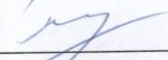
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

09.02.2024, протокол № 5

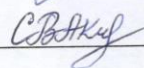
Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

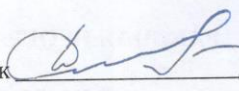
19.02.2024 г. протокол № 5

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 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 2026 - 2027 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 2027 - 2028 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 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

### **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 Уравнения математической физики входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Физика

Комплексный анализ

Математический анализ

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

Математическое моделирование

Численные методы математической физики

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Уравнения 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 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 76,1 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 104,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - 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	2		7	Подготовка к лабораторному занятию	Контрольная работа	ОПК-1.2 ОПК=1.3
1.2 Классификация уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными. Характеристики.		4	4		7,1	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	4		7	Подготовка к лабораторному занятию	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.2 ОПК=1.3
Итого по разделу		8	10		21,1			
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	2	2		8	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.		1	2		6	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.		2	2		6	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		8	Подготовка к лабораторному занятию	Контрольная работа	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК=1.3
Итого по разделу		7	10		28			
3. Уравнения параболического типа								
3.1 Вывод уравнения распространения тепла в стержне и в теле. Постановка краевых		2	2		8	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.	5	4	2		10	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.		4	2		7	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК=1.3
Итого по разделу		10	6		25			
4. Уравнения эллиптического типа								
4.1 Постановка краевых задач. Стационарное тепловое поле. Оператора Лапласа в полярных координатах. Гармонические и аналитические функции комплексного переменного.	5	3	2		5,1	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	2		4	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		2	2		8	Подготовка к лабораторному занятию	Контрольная работа	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК=1.3
Итого по разделу		7	6		17,1			
5. Уравнения с частными производными в финансово-экономических задачах								
5.1 Уравнение Блэка-Шоулса.	5	2	2		6	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		2	2		7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК=1.3
Итого по разделу		4	4		13			
Итого за семестр		36	36		104,2		экзамен	
Итого по дисциплине		36	36		104,2		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. Пичугина, А.Н. Уравнения математической физики: задачник : учебное пособие / А.Н. Пичугина, Б.Ю. Пичугин. — Омск : ОмГУ, 2019. — 78 с. — ISBN 978-5-7779-2346-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118027> (дата обращения: 21.04.2024. — Режим доступа: для авториз. пользователей).

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://biblio-online.ru/bcode/437082>.

3. Прокудин, Д.А. Уравнения математической физики : учебное пособие / Д.А. Прокудин, Т.В. Глухарева, И.В. Казаченко. — Кемерово : КемГУ, 2014. — 163 с. —



ISBN 978-5-8353-1631-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58343> (дата обращения: 21.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Деревич, И.В. Практикум по уравнениям математической физики : учебное пособие / И.В. Деревич. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-2601-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104942> (дата обращения 21.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **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:21.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сабитов, К.Б. Уравнения математической физики : учебник / К.Б. Сабитов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 352 с. — ISBN 978-5-9221-1483-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59660> (дата обращения: 21.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. 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://biblio-online.ru/bcode/437088>.

#### **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 Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конпорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://arch.neicon.ru/xmlui/">https://arch.neicon.ru/xmlui/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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, самостоятельной работы обучающихся 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:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \text{ если } u = x\varphi(x+y) + y\psi(x+y), \text{ где } \varphi \text{ и } \psi \text{ —}$$

произвольные дифференцируемые функции;

$$x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2xy \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \text{ если } u = \varphi\left(\frac{y}{x}\right) + x\psi\left(\frac{y}{x}\right), \text{ где } \varphi \text{ и } \psi \text{ —}$$

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 его к каноническому виду и решить его:

- 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:

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

3. Решить начально-краевую задачу методом Фурье:

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

**АКР №5 «Уравнения параболического и эллиптического типа»**

1. Решить начально-краевую задачу методом Фурье:

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

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:  $\begin{cases} \Delta u(x, y) = 0, & 0 < \rho < R, \\ u(x, y) = x + xy, & \rho = R; \end{cases}$

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

**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
<b>ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</b>		
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи в области фундаментальной и прикладной математики	<p><i><b>Владеет основным содержанием дисциплины в рамках следующих теоретических вопросов:</b></i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Простейшие дифференциальные уравнения с частными производными. Общее решение.</li> <li>2. Основные типы уравнений математической физики.</li> <li>3. Начальные и краевые условия. Корректность постановки задач математической физики.</li> <li>4. Приведение уравнения второго порядка к каноническому виду. Уравнение гиперболического типа.</li> <li>5. Приведение уравнения второго порядка к каноническому виду. Уравнение параболического типа.</li> <li>6. Приведение уравнения второго порядка к каноническому виду. Уравнение эллиптического типа.</li> <li>7. Бесконечная струна. Формула Даламбера.</li> <li>8. Решение Даламбера для полубесконечной струны.</li> <li>9. Применение метода характеристик. Задача Коши.</li> <li>10. Метод Фурье. Исследование колебаний струны конечной длины.</li> <li>11. Метод Фурье. Исследование вынужденных колебаний струны конечной длины.</li> </ol>

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

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



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

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

**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 комплексного анализа.
- 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.