

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
инклюзивного высшего образования

«Московский государственный гуманитарно-экономический университет»

Факультет Прикладной математики и информатики
Кафедра Информационных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

И.о. Проректора по учебно-
методической работе
Хакимов Р.М.


«____»_____ 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ**

образовательная программа направления подготовки
01.03.02 "Прикладная математика и информатика"
Б1.О.13 «Дисциплины (модули)», Обязательная часть

Профиль подготовки
Вычислительная математика и информационные технологии

Квалификация (степень) выпускника:
Бакалавр

Форма обучения: очная

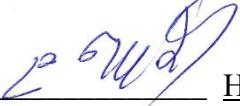
Курс 3 семестр 5,6

Москва
2021

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 9 от 10 января 2018 г. Зарегистрировано в Минюсте России 06 февраля 2018 г. №49937.

Составители рабочей программы: МГГЭУ, доцент кафедры Информационных технологий и прикладной математики

место работы, занимаемая должность


подпись Нуцубидзе Д.В.
Ф.И.О.

«30» августа 2021 г.
Дата

Рецензент: МГГЭУ, доцент кафедры информационных технологий и прикладной математики

место работы, занимаемая должность


подпись Ахмедов Р.Э.
Ф.И.О.

«30» августа 2021 г.
Дата

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры Информационных технологий и прикладной математики (протокол № 2 от «30» августа 2021 г.)

Зав. кафедрой ИТиПМ  Митрофанов Е.П.
подпись Ф.И.О. «30» августа 2021 г.
Дата

СОГЛАСОВАНО
Начальник
учебного отдела
«30» августа 2021 г.

подпись

И.Г.Дмитриева

Ф.И.О.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета ПМиИ
«30» августа 2021 г.

подпись

Е.В. Петрунина

Ф.И.О.

СОГЛАСОВАНО
Заведующая библиотекой
«30» августа 2021 г.

подпись

В.А. Ахтырская

Ф.И.О.

Дата

1.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью курса является обучение студентов теории и методам дифференциальных уравнений, имеющих фундаментальное теоретическое значение и используемых в качестве основных математических моделей в естествознании, технике и других областях.

Задачи изучения дисциплины (минимально необходимый комплекс знаний и умений):

- Студент должен иметь представление об использовании математических методов при решении задач естествознания.
- Знать основные типы уравнений математической физики.
- Уметь находить общие и частные решения (несложных) уравнений в частных производных.
- Приобрести навыки моделирования задач естествознания – научить будущих специалистов математически грамотно ставить задачи, порожденные физическими моделями и применять основные приемы их решения такие, как метод характеристик, метод Фурье, интегральные преобразования.

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение данной дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<p>ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.</p> <p>ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.</p>
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	<p>ОПК-3.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.</p> <p>ОПК-3.2. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений в области профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.</p>
ПК-2. Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<p>ПК-2.1. Знает основные теоремы и формулы математического анализа, геометрии, дискретной математики, дифференциальных уравнений, теоретических основ информатики, численных методов, функционального анализа.</p> <p>ПК-2.2. Умеет применять основные теоремы и формулы</p>

	математического анализа, геометрии, дискретной математики, дифференциальных уравнений, теоретических основ информатики, численных методов.
	ПК-2.3. Владеет методами, приемами, алгоритмами и способами применения современного математического аппарата для решения задач профессиональной деятельности.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (бакалавриат).

Учебная дисциплина «Уравнения в частных производных» относится к основной части блока Б.1. Изучение учебной дисциплины «Уравнения в частных производных» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися при изучении дисциплины «Математика» в средней общеобразовательной школе, «Математического анализа» и «Алгебры и геометрии», «Дифференциальных уравнений».

Знания, полученные при изучении данного курса, используются при изучении всех дисциплин, для которых необходим аппарат уравнений в частных производных. Сюда можно отнести, например, курсы «Теория управления», «Исследование операций», «Физика» и другие.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы в соответствии с формами обучения

Объем дисциплины «Уравнения в частных производных» составляет 6 зачетных единиц/ 216 часов:

Вид учебной работы	Всего, часов	Курс, часов	
	Очная форма	3 курс	
		5 сем.	6 сем.
Аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего в том числе:	72	36	36
Лекции	28	14	14
Практические занятия	42	20	22
Лабораторные занятия			
Самостоятельная работа обучающихся	72	36	36
Промежуточная аттестация (подготовка и сдача), всего:			
Контрольная работа			
Курсовая работа			
Зачет	2	2	
Экзамен	36		36
Итого: Общая трудоемкость учебной дисциплины (в часах, зачетных единицах)	180	72	108

2.2. Содержание дисциплины по темам (разделам)

Семестр 5: вид отчетности – зачет.

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (тематика занятий)	Формируемые компетенции (индекс)
1.	Основные понятия.	Основные понятия. уравнений в частных производных. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка. Приведение линейного уравнения в частных производных второго порядка к каноническому виду.	ОПК - 1 ОПК – 3 ПК – 2
2.	Уравнения гиперболического типа.	Уравнение малых поперечных колебаний струни. Понятие о начальных и граничных условиях. Теорема единственности решения. Формула Даламбера для неограниченной прямой. Формула Даламбера для полуограниченной прямой. Формула Даламбера для отрезка. Метод разделения переменных – Метод Фурье – для уравнения колебания струны. Метод разделения переменных – Метод Фурье – для уравнения колебания струны для неоднородного уравнения.	ОПК - 1 ОПК – 3 ПК – 2

Семестр 6: вид отчетности – экзамен.

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (тематика занятий)	Формируемые компетенции (индекс)
3.	Уравнения параболического типа.	Уравнение теплопроводности. Краевые задачи для уравнения теплопроводности. Единственность решения задачи Дирихле. Единственность решения задачи Неймана. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Единственность решения. Метод разделения переменных – Метод Фурье – для уравнения теплопроводности. Распространение тепла на бесконечной прямой.	ОПК - 1 ОПК – 3 ПК – 2
4.	Уравнения эллиптического типа.	Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Задача Дирихле. Задача Неймана. Гармонические функции и аналитические функции комплексной переменной. Уравнение Лапласа в полярных координатах. Фундаментальное решение уравнения Лапласа ($n=2; n=3$). Формулы Грина. Интегральное представление решения для уравнения Лапласа ($n=2; n=3$). Некоторые основные свойства гармонических функций. Принцип Максимума. Решение задачи Дирихле для круга методом разделения переменных. Интеграл Пуассона.	ОПК - 1 ОПК – 3 ПК – 2
5.	Метод конечных разностей.	Основные понятия. Разностные схемы для уравнений теплопроводности. Метод конечных разностей для решения задачи Дирихле.	ОПК - 1 ОПК – 3 ПК – 2

2.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов	Формы текущего контроля успеваемости
Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре:						
1.	Основные понятия	6	10	12	28	Контрольная работа
2.	Уравнения гиперболического типа	8	10	24	42	Контрольная работа
	Зачет		2		2	
Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре:						
3.	Уравнения параболического типа.	4	8	12	24	Контрольная работа
4.	Уравнения эллиптического типа.	6	8	12	26	Контрольная работа
5.	Метод конечных разностей.	4	6	12	22	Контрольная работа
Экзамен 36						
	Всего:	28 (+36)	44	72	180	

2.4. Планы теоретических (лекционных) занятий

№	Наименование тем лекций	Кол-во часов в 5, 6 семестрах
5 семестр		
РАЗДЕЛ 1. Основные понятия.		
1.	Основные понятия. уравнений в частных производных. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка. Приведение линейного уравнения в частных производных второго порядка к каноническому виду.	6
РАЗДЕЛ 2. Уравнения гиперболического типа.		
2.	Уравнение малых поперечных колебаний струни. Понятие о начальных и граничных условиях. Теорема единственности решения. Формула Даламбера для неограниченной прямой. Формула Даламбера для полуограниченной прямой. Формула Даламбера для отрезка. Метод разделения переменных – Метод Фурье для уравнения колебания струны. Метод разделения переменных – Метод Фурье для уравнения колебания струны для неоднородного уравнения.	8
6 семестр		
РАЗДЕЛ 3. Уравнения параболического типа.		
3.	Уравнение теплопроводности. Краевые задачи для уравнения теплопроводности. Единственность решения задачи Дирихле. Единственность решения задачи Неймана. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Единственность решения.	4

	Метод разделения переменных – Метод Фурье для уравнения теплопроводности. Распространение тепла на бесконечной прямой.	
РАЗДЕЛ 4. Уравнения эллиптического типа.		
4.	Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Задача Дирихле. Задача Неймана. Гармонические функции и аналитические функции комплексной переменной. Уравнение Лапласа в полярных координатах. Фундаментальное решение уравнения Лапласа ($n=2; n=3$). Формулы Грина. Интегральное представление решения для уравнения Лапласа ($n=2; n=3$). Некоторые основные свойства гармонических функций. Принцип Максимума. Решение задачи Дирихле для круга методом разделения переменных. Интеграл Пуассона.	6
РАЗДЕЛ 5. Метод конечных разностей.		
5.	Основные понятия. Разностные схемы для уравнений теплопроводности. Метод конечных разностей для решения задачи Дирихле.	4

2.5. Планы практических (семинарских) занятий

№	Наименование тем занятий	Кол-во часов в 5, 6 семестрах
---	--------------------------	-------------------------------

5 семестр

РАЗДЕЛ 1. Основные понятия.

1.	Основные понятия. уравнений в частных производных. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка. Приведение линейного уравнения в частных производных второго порядка к каноническому виду.	10
----	---	----

РАЗДЕЛ 2. Уравнения гиперболического типа

2.	Уравнение малых поперечных колебаний струни. Понятие о начальных и граничных условиях. Теорема единственности решения. Формула Даламбера для неограниченной прямой. Формула Даламбера для полуограниченной прямой. Формула Даламбера для отрезка. Метод разделения переменных – Метод Фурье для уравнения колебания струны. Метод разделения переменных – Метод Фурье – для уравнения колебания струны для неоднородного уравнения.	10
----	---	----

6 семестр

РАЗДЕЛ 3. Уравнения параболического типа.

3.	Уравнение теплопроводности. Краевые задачи для уравнения теплопроводности. Единственность решения задачи Дирихле. Единственность решения задачи Неймана. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Единственность решения. Метод разделения переменных – Метод Фурье для уравнения теплопроводности. Распространение тепла на бесконечной прямой.	8
----	---	---

РАЗДЕЛ 4. Уравнения эллиптического типа.

4.	Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Задача Дирихле. Задача Неймана. Гармонические функции и аналитические функции комплексной переменной. Уравнение Лапласа в полярных координатах. Фундаментальное решение уравнения Лапласа ($n=2; n=3$).	8
----	--	---

	Формулы Грина. Интегральное представление решения для уравнения Лапласа ($n=2$; $n=3$). Некоторые основные свойства гармонических функций. Принцип Максимума. Решение задачи Дирихле для круга методом разделения переменных. Интеграл Пуассона.	
РАЗДЕЛ 5. Метод конечных разностей.		
5.	Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Задача Дирихле. Основные понятия. Разностные схемы для уравнений теплопроводности. Метод конечных разностей для решения задачи Дирихле. переменных. Интеграл Пуассона.	6

2.6. Планы лабораторных работ – не предусмотрено

2.7. Планы самостоятельной работы обучающегося по дисциплине (модулю).

№	Название разделов и тем	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость	Формируемые компетенции	Формы контроля
1.	Основные понятия.	Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка. Приведение линейного уравнения в частных производных второго порядка к каноническому виду.	12	ОПК – 1 ОПК – 3 ПК – 2	Опрос, проверка выполнения домашних работ
2.	Уравнения гиперболического типа.	Формула Даламбера для неограниченной прямой. Формула Даламбера для полуограниченной прямой. Формула Даламбера для отрезка. Метод Фурье для уравнения колебания струны. Метод Фурье для уравнения колебания струны для неоднородного уравнения.	24	ОПК – 1 ОПК – 3 ПК – 2	Опрос, проверка выполнения домашних работ
3.	Уравнения параболического типа	Метод Фурье для уравнения теплопроводности. Распространение тепла на бесконечной прямой.	12	ОПК – 1 ОПК – 3 ПК – 2	Опрос, проверка выполнения домашних работ
4.	Уравнения эллиптического типа	Уравнение Лапласа в полярных координатах. Фундаментальное решение уравнения Лапласа ($n=2$; $n=3$). Формулы Грина. Интегральное представление решения для уравнения Лапласа ($n=2$; $n=3$). Решение задачи Дирихле для круга методом разделения переменных. Интеграл Пуассона.	12	ОПК – 1 ОПК – 3 ПК – 2	Опрос, проверка выполнения домашних работ
5.	Метод конечных разностей	Метод конечных разностей для решения задачи Дирихле.	12	ОПК – 1 ОПК – 3 ПК – 2	Опрос, проверка выполнения домашних работ

3. ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ЛИЦ С ОВЗ (ПОДА)

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для получения обучающимися, имеющими ограниченные физические возможности, качественного образования должны выполняться следующие важные условия: обучающийся должен иметь возможность беспрепятственно посещать образовательное учреждение и использовать в своём обучении дистанционные образовательные технологии.

Для обучения и контроля обучающихся с нарушениями координации движений предусмотрено проведение тестирования с использованием компьютера.

Во время аудиторных занятий обязательно использование средств обеспечения наглядности учебного материала с помощью мультимедийного проектора. Скорость изложения материала должна учитывать ограниченные физические возможности студентов.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое и обеспечение дисциплины для организации самостоятельной работы студентов (содержит перечень основной литературы, дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы).

В распоряжении преподавателей и обучающихся имеется основное необходимое материально-техническое оборудование, Интернет-ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд библиотеки Московского государственного гуманитарно-экономического университета.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Перечень основной литературы

1. Сборник задач по уравнениям в частных производных [Текст] : учеб.-метод. пособие / Нуцубидзе Давид Вахтангович [и др.] ; Минобрнауки РФ, МГГЭУ. - 80 с. + библ. (19 экз.)
2. Зайцев, В. Ф. Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка : учебное пособие для вузов / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 416 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02377-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/437080>

5.2. Перечень дополнительной литературы

- 5.3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Практикум: Учебное пособие / Пантелеев А.В., Якимова А.С., Рыбаков К.А. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 432 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011973-1 - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/document?id=337729>
- 5.4. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы: Учебное пособие / Литвин Д.Б., Мелешко С.В., Мамаев И.И. - Ставрополь:Сервисшкола, 2017. - 76 с.: ISBN - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/976476>

5.5. Программное обеспечение

1. Сетевой компьютерный класс, оснащенный современной техникой

2. Офисный программный пакет (например, Microsoft Office 2003 или более поздних версий).
3. Web-браузер Mozilla Firefox или Google Chrome
4. Экран для проектора

5.6. Электронные ресурсы

1. Электронная библиотека «Знаниум»: <https://znanium.com/>
2. Электронная библиотека «Юрайт»: <https://urait.ru/>
3. Научная электронная библиотека «Elibrary.ru»: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1	Лекционная аудитория	Мультимедийный проектор, интерактивная доска
2	Компьютерный класс	Компьютерный класс (компьютеры MXP Pentium, мониторы LG), принтеры, мультимедиа проектор –1. Терминалы к сети Internet.

7. ОЦЕНКА КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

№	Критерии оценки	
	«незачтено»	«зачтено»
ЗНАТЬ		
1	Студент не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины. Не знает основы математики.	Студент знает, понимает, выделяет главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала дисциплины. Знает основы математики.
УМЕТЬ		
2	Студент не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов уравнений в частных производных.	Студент умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов уравнений в частных производных.
ВЛАДЕТЬ		
3	Студент не владеет навыками теоретического и практического применения задач уравнений в частных производных.	Студент владеет концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией профессиональной деятельности. Студент владеет навыками теоретического и практического применения уравнений в частных производных.

№	Критерии оценки			
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
ЗНАТЬ				
1	Студент не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины. Не знает основы математики.	Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет проблемы в усвоении материала. Имеет несистематизированные знания об основах математики.	Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Знает основы математики.	Студент знает, понимает, выделяет главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала дисциплины. Знает основы математики.
УМЕТЬ				

2	Студент не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов уравнений в частных производных.	Студент испытывает затруднения в ходе решения стандартных профессиональных задач с применением методов уравнений в частных производных..	Студент умеет по образцу решать стандартные профессиональные задачи с применением методов уравнений в частных производных.	Студент умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов уравнений в частных производных..
----------	--	--	--	--

ВЛАДЕТЬ

3	Студент не владеет навыками теоретического и практического применения задач уравнений в частных производных.	Студент владеет основными навыками теоретического и практического применения задач уравнений в частных производных..	Студент владеет знаниями всего изученного материала, владеет навыками теоретического и практического применения задач уравнений в частных производных..	Студент владеет концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией профессиональной деятельности. Студент владеет навыками теоретического и практического применения уравнений в частных производных.
	Компетенция или ее часть не сформирована.	Компетенция или ее часть сформирована на базовом уровне.	Компетенция или ее часть сформирована на среднем уровне.	Компетенция или ее часть сформирована на высоком уровне.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях и самостоятельной работе обучающихся – не предусмотрены.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

9.1. Организация входного, текущего и промежуточного контроля обучения

Входное тестирование – не предусмотрено.

Текущий контроль – опрос, - контрольная работа.

Промежуточная аттестация – зачет, экзамен.

9.2. Тематика рефератов, проектов, творческих заданий, эссе и т.п. – не предусмотрены.

9.3. Курсовая работа – не предусмотрена.

9.4. Вопросы к зачету

9.5. Вопросы к экзамену:

Тема 1. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка.

1. Понятия уравнения в частных производных.
2. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка.

Тема 2. Уравнения гиперболического типа.

3. Уравнение малых поперечных колебаний струни. Понятие о начальных и граничных условиях. Задача Коши. Теорема единственности.

4. Формула Даламбера для неограниченной прямой.
5. Формула Даламбера для полуограниченной прямой.
6. Метод разделения переменных – Метод Фурье – для уравнения колебания струны.
7. Метод разделения переменных – Метод Фурье – для уравнения колебания струны для неоднородного уравнения.

Тема 3. Уравнения параболического типа.

8. Уравнение теплопроводности. Краевые задачи для уравнения теплопроводности.

9. Принцип Максимума для уравнения теплопроводности.
10. Единственность решения задачи Дирихле.
11. Единственность решения задачи Неймана.
12. Метод разделения переменных – Метод Фурье для однородного уравнения теплопроводности.

13. Метод разделения переменных – Метод Фурье для неоднородного уравнения теплопроводности.

14. Распространение тепла на бесконечной прямой.

Тема 4. Уравнения эллиптического типа.

15. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Задача Дирихле. Задача Неймана.
16. Гармонические функции и аналитические функции комплексной переменной.

17. Уравнение Лапласа в полярных координатах.

18. Фундаментальное решение уравнения Лапласа ($n=2; n=3$).

19. Формулы Грина.

Интегральное представление решения для уравнения Лапласа ($n=2$; $n=3$).

Некоторые основные свойства гармонических функций. Принцип Максимума.

Решение задачи Дирихле для круга методом разделения переменных. Интеграл Пуассона.

Тема 5. Уравнения гиперболического типа.

20. Разностные схемы для уравнений теплопроводности. Метод конечных разностей для решения задачи Дирихле.

9.6. Контроль освоения компетенций

Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
<i>Oпрос</i>	1,2,3,4,5	ОПК-1, ОПК-3, ПК-2
<i>Контрольная работа</i>	1,2,3,4,5	ОПК-1, ОПК-3, ПК-2

