

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ИНКЛЮЗИВНОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе


Е.С. Сахарчук

«27» 04 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Уравнение в частных производных

образовательная программа направления подготовки 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"
шифр, наименование

Направленность (профиль)

Вычислительная математика и информационные технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения очная

Курс 2,3 семестр 4,5

Москва 2022

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.

Разработчики рабочей программы:

МГГЭУ, доцент кафедры прикладной математики

место работы, занимаемая должность

И.И.И. Нуцубидзе Д.В. 14.03 2022 г.
подпись Ф.И.О. Дата

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры Прикладной математики
(протокол № 4 от «21» 03 2022 г.)

на заседании Учебно-методического совета МГГЭУ
(протокол № 1 от «27» 03 2022 г.)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления

И.И.И. И.Г. Дмитриева
«27» 03 2022 г.

Начальник методического отдела

И.И.И. Д.Е. Гапеенок
«27» 03 2022 г.

Заведующий библиотекой

И.И.И. В.А. Ахтырская
«27» 03 2022 г.

Декан факультета ПМий

И.И.И. Е.В.Петрунина
«27» 03 2022 г.

Содержание

- 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**
- 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**
- 3. ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**
- 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
- 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**
- 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**
- 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

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. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы направления подготовки

Учебная дисциплина «Уравнения в частных производных» относится к обязательной 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 «Исследование операций», «Физика» и другие.

1.3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Процесс освоения учебной дисциплины направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Универсальные (УК), общепрофессиональные (ОПК), профессиональные (ПК) – в соответствии с ФГОС 3++.

| Код компетенции | 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 | ОПК-1.1. Знает основы математики. ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов аналитической геометрии и линейной алгебры. ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического исследования объектов профессиональной деятельности. |
| ОПК-3 | Способен применять и | ОПК-3.1. Знает основы теории систем и |

| | | |
|------|---|--|
| | <p>модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p> | <p>системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. 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. ОПК-3.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий</p> |
| ПК-2 | <p>Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p> | <p>ПК-2.1. Знает основные теоремы и формулы математического анализа, геометрии, дискретной математики, дифференциальных уравнений, теоретических основ информатики, численных методов, функционального анализа. ПК-2.2. Умеет применять основные теоремы и формулы 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.</p> |

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1. Объем учебной дисциплины (модуля).

Объем дисциплины «Уравнения в частных производных» составляет 5 зачетных единицы / 180 часа:

| Вид учебной работы | Всего, часов | Очная форма | |
|--|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | Курс, часов | |
| | Очная форма | 2 курс, 4 сем. | 3 курс, 5 сем. |
| Аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего в том числе: | 84 | 32 | 52 |
| Лекции | 24 | 10 | 14 |
| В том числе, практическая подготовка (ЛПП) | | | |
| Практические занятия | 60 | 22 | 38 |
| В том числе, практическая подготовка (ПЗПП) | 12 | 4 | 8 |
| Лабораторные занятия | | | |
| В том числе, практическая подготовка (ЛРПП) | | | |
| Самостоятельная работа обучающихся | 96 | 40 | 56 |
| В том числе, практическая подготовка (СРПП) | 20 | 8 | 12 |
| Промежуточная аттестация (подготовка и сдача), всего: | | | |
| Контрольная работа | | | |
| Курсовая работа | | | |
| Зачет | | + | +(с оценкой) |
| Экзамен | | | |
| Итого: Общая трудоемкость учебной дисциплины (в часах, зачетных единицах) | 180 часов (5з.е.) | 72 часов (2з.е.) | 108 часов (3з.е.) |

2.2. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

Семестр 4:

| № 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 струны. 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 5:

| | | | |
|----|--|--|------------------------------|
| 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 дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

| № п/п | Наименование раздела (темы) | Аудиторная работа | | Внеауд. работа | Объем в часах |
|-----------|---------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-----------------|
| | | Л | ПЗ/ЛР | СР | Всего |
| | | в том числе, ЛПП | в том числе, ПЗПП/ЛРПП | в том числе, СРПП | в том числе, ПП |
| 4 семестр | | | | | |
| | РАЗДЕЛ 1 | | | | |
| 1. | Основные понятия | 5 | 10 | 20 | 35 |
| 2. | Уравнения гиперболического типа | 5 | 12 | 20 | 37 |
| | <i>Итого:</i> | 10 | 22 | 40 | 72 |
| | <i>В том числе ПП:</i> | | 4 | 8 | 12 |
| 5 семестр | | | | | |
| | РАЗДЕЛ ... | | | | |
| 1. | Уравнения параболического типа. | 4 | 12 | 18 | 34 |
| 2. | Уравнения эллиптического типа. | 4 | 12 | 18 | 34 |
| 3. | Метод конечных разностей. | 6 | 14 | 20 | 40 |
| | <i>Итого:</i> | 14 | 38 | 56 | 108 |
| | <i>В том числе ПП:</i> | | 8 | 12 | 20 |
| | <i>Всего:</i> | 24 | 60 | 96 | 180 |
| | <i>В том числе ПП:</i> | | 15 | 16 | 32 |

2.4. План самостоятельной работы обучающегося по дисциплине (модулю)

Очная форма обучения

| № | Название разделов и тем | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость (часов) | 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. | 20 | 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. | 20 | 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. | 18 | 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. | 18 | ОПК – 1 ОПК – 3 ПК – 2 | Опрос, проверка выполнения домашних работ |
| 5. | Метод конечных разностей | Метод конечных разностей для решения задачи Дирихле. | 20 | ОПК – 1 ОПК – 3 ПК – 2 | Опрос, проверка выполнения домашних работ |

3. ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

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 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. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Организация входного, текущего и промежуточного контроля обучения

Входное тестирование – не предусмотрено.

Текущий контроль – опрос, - контрольная работа.

Промежуточная аттестация – зачет, экзамен.

6.2. Тематика рефератов, проектов, творческих заданий, эссе и т.п.

Не предусмотрено.

6.3. Курсовая работа

Не предусмотрено.

6.4. Вопросы к зачету

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 струны. 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 Максимиума.

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.

6.5. Вопросы к экзамену

Не предусмотрено.

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

7.1. Основная литература

1. Сборник задач по уравнениям в частных производных : учеб.-метод. пособие / Нуцубидзе Давид Вахтангович, Труб Наталья Васильевна, Агапчев Андрей Владимирович, Колесникова Анастасия Николаевна ; Минобрнауки РФ, МГГЭУ. – М. : МГГЭУ, 2018. – 80 с. + библ. – ISBN 978-5-9799-0114-5 : 200.00. – Текст (визуальный) : непосредственный.

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>

7.2. Дополнительная литература

1. 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>

2. 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>

7.3. Программное обеспечение

1. Офисный программный пакет (например, Microsoft Office 2003 или более поздних версий).

2. Web-браузер Mozilla Firefox или Google Chrome

7.4. 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>

7.5. Методические указания и материалы по видам занятий

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| №п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий | Перечень оборудования и технических средств обучения |
|------|---|--|
| 1. | Лекционная аудитория | Персональный компьютер, мультимедийный проектор |
| 2. | Компьютерный класс | Персональные компьютеры (IBM PC-совместимые) под управлением ОС Microsoft Windows, компьютерная сеть, доступ в сеть Интернет |

