

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Гаурский

ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Уравнения математической физики Б1.В.ОД.4

Направление подготовки: 09.03.02 - Информационные системы и технологии

Профиль подготовки: Информационные системы в образовании

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Гафаров Ф.М., Гнеденкова В.Л.

Рецензент(ы):

Хуснутдинов Н.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Галимянов А. Ф.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 940118

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Гафаров Ф.М. Кафедра информационных систем отделение фундаментальной информатики и информационных технологий, Fail.Gafarov@kpfu.ru; старший преподаватель, к.н. Гнеденкова В.Л. кафедра вычислительной математики отделение прикладной математики и информатики, Valentina.Gnedenkova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина "Уравнения математической физики" посвящена изучению представлений о теоретических основах методов математической физики; ознакомлению с областью применения и современными достижениями математической физики; развитию практических навыков по составлению математических моделей простейших физических систем, решению алгебраических и дифференциальных уравнений.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 09.03.02 Информационные системы и технологии и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях студентами общих курсов линейной алгебры, математического анализа, теории функций комплексного переменного, обыкновенных дифференциальных уравнений. "Уравнения математической физики" дают студенту один из мощных инструментов для анализа явлений и процессов различной природы математическими методами.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6	использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОК-7 (общекультурные компетенции)	умеет работать с компьютером на уровне пользователя и способен применять навыки работы с компьютерами, как в социальной сфере, так и в области познавательной и профессиональной деятельности
ОК-9 (общекультурные компетенции)	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и теоремы теории дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка; методы решения дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка.

2. должен уметь:

классифицировать уравнения; приводить уравнения к каноническому виду, ставить задачу с начальными и граничными условиями, решать поставленную задачу математической физики.

3. должен владеть:

навыками моделирования практических задач дифференциальными уравнениями; навыками интегрирования простейших дифференциальных уравнений второго порядка с частными производными; навыками применения качественного анализа решений.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

В результате изучения дисциплины "Уравнения математической физики" студент должен знать основные определения и понятия изучаемых разделов математической физики, уметь формулировать и доказывать основные результаты этих разделов. В ходе практических занятий студент должен приобрести навыки решения типовых задач с применением изучаемого теоретического материала.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Классификация уравнений в частных производных Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных	5	1-2	4	0	4	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Вывод уравнения продольных колебаний стержня Вывод уравнения колебаний струны	5	3-4	4	0	4	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Вывод уравнения теплопроводности стержня Уравнение теплопроводности твердого тела.	5	5-6	4	0	4	Контрольная работа
4.	Тема 4. Волновое уравнение. Примеры стационарных уравнений математической физики	5	7-8	4	0	4	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Теорема единственности решения задачи Коши для волнового уравнения Задача Коши для уравнения колебаний струны	5	9-10	4	0	4	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Теорема единственности решения смешанной граничной задачи для волнового уравнения Задача Коши для трехмерного волнового уравнения	5	11-12	4	0	4	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Метод разделения переменных для решения задачи о колебаниях однородной струны Обоснование метода разделения переменных	5	13-14	4	0	4	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Вынужденные колебания однородной струны Исследование единственности решения основных краевых задач для уравнения теплопроводности	5	15-16	4	0	4	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Метод разделения переменных для задачи о распространении тепла в ограниченном стержне	5	17-18	4	0	4	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Классификация уравнений в частных производных Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основные классы уравнений в частных производных - гиперболические, параболические, эллиптические. Канонический вид уравнений различного типа и приемы приведения уравнений к каноническому виду

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Определение типа уравнений в частных производных. Приведение к каноническому виду уравнений с постоянными коэффициентами

Тема 2. Вывод уравнения продольных колебаний стержня Вывод уравнения колебаний струны

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Математическое описание законов и процессов, возникающих при колебаниях тонкого стержня, получение дифференциального уравнения и дополнительных условий. Математическая постановка задачи колебаний тонкой, упругой струны.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка с переменными коэффициентами - гиперболических, параболических, эллиптических

Тема 3. Вывод уравнения теплопроводности стержня Уравнение теплопроводности твердого тела.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Математическое описание законов и процессов, возникающих в тонком неравномерно нагретом стержне, получение дифференциального уравнения и дополнительных условий. Получение уравнения, описывающего перераспределение температуры в твердом теле

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Подготовка к контрольной работе. Проведение контрольной работы

Тема 4. Волновое уравнение. Примеры стационарных уравнений математической физики

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Математическая постановка задачи о распространении волн в трехмерном пространстве на основе системы уравнений, описывающих движение идеальной жидкости. Условия появления и основные стационарные уравнения математической физики

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Вывод уравнений, начальных и граничных условий для задач колебания тонкого неоднородного стержня, стержня, испытывающего внешнюю нагрузку. Математическое описание задач колебания тонкой струны при разном закреплении концов

**Тема 5. Теорема единственности решения задачи Коши для волнового уравнения
Задача Коши для уравнения колебаний струны**

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Формулировка и доказательство теоремы о единственности решения задачи с начальными условиями для волнового уравнения. Вывод формулы Даламбера для уравнения колебания струны

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Вывод уравнений, начальных и граничных условий для задач распределения тепла в тонком однородном и неоднородном стержне, в стержне с источниками тепла и с условиями теплообмена на поверхности стержня

**Тема 6. Теорема единственности решения смешанной граничной задачи для волнового уравнения
Задача Коши для трехмерного волнового уравнения**

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Решение задачи с начальными условиями для волнового уравнения, формула Пуассона. Доказательство теоремы о единственности решения краевой задачи для уравнения колебаний

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Решение задачи с начальными условиями для уравнения колебаний неограниченной струны методом Даламбера

**Тема 7. Метод разделения переменных для решения задачи о колебаниях однородной струны
Обоснование метода разделения переменных**

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Решение задачи о свободных колебаниях однородной струны методом Фурье-методом разделения переменных. Формулировка и решение задачи на собственные значения. Доказательство существования решения задачи полученное методом Фурье

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Решение методом разделения переменных краевых задач для уравнения колебаний, нахождение собственных чисел и собственных функций для граничных условий первого, второго и третьего рода

**Тема 8. Вынужденные колебания однородной струны
Исследование единственности решения основных краевых задач для уравнения теплопроводности**

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Применение метода разделения переменных к решению краевых задач для неоднородных уравнений колебаний, нахождение функции источника. Доказательство единственности решения параболических уравнений с различными граничными условиями

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Решение методом разделения переменных краевых задач для неоднородного уравнения колебаний с краевыми условиями разных типов

Тема 9. Метод разделения переменных для задачи о распространении тепла в ограниченном стержне

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Применение метода Фурье для решения задачи о распространении тепла в тонком ограниченном стержне с граничными условиями первого, второго и третьего рода

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Подготовка к контрольной работе
Контрольная работа

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Классификация уравнений в частных производных Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных	5	1-2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Вывод уравнения продольных колебаний стержня Вывод уравнения колебаний струны	5	3-4	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Вывод уравнения теплопроводности стержня Уравнение теплопроводности твердого тела.	5	5-6	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Волновое уравнение. Примеры стационарных уравнений математической физики	5	7-8	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
5.	Тема 5. Теорема единственности решения задачи Коши для волнового уравнения Задача Коши для уравнения колебаний струны	5	9-10	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
6.	Тема 6. Теорема единственности решения смешанной граничной задачи для волнового уравнения Задача Коши для трехмерного волнового уравнения	5	11-12	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
7.	Тема 7. Метод разделения переменных для решения задачи о колебаниях однородной струны Обоснование метода разделения переменных	5	13-14	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Вынужденные колебания однородной струны Исследование единственности решения основных краевых задач для уравнения теплопроводности	5	15-16	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
9.	Тема 9. Метод разделения переменных для задачи о распространении тепла в ограниченном стержне	5	17-18	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций по данной дисциплине проводится традиционно.

Использование мультимедийных презентаций по ряду тем во время лекций, в том числе и подготовленных студентами в качестве самостоятельной работы.. В течение лекции преподаватель постоянно ведет диалог со студентами, задавая и отвечая на вопросы.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Классификация уравнений в частных производных Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач на определение типа уравнений в частных производных, восстановление знаний по темам, связанным с приведением к каноническому виду квадратичных форм, заменой переменных в дифференциальных уравнениях

Тема 2. Вывод уравнения продольных колебаний стержня Вывод уравнения колебаний струны

домашнее задание , примерные вопросы:

Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами, освоение приведения к каноническому виду гиперболических, параболических и эллиптических уравнений

Тема 3. Вывод уравнения теплопроводности стержня Уравнение теплопроводности твердого тела.

домашнее задание , примерные вопросы:

Подготовка к контрольной работе по приведению к каноническому виду уравнений в частных производных, примерные задания для контрольной работы даны в приложении

Тема 4. Волновое уравнение. Примеры стационарных уравнений математической физики

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по физическим основам динамики твердого тела, математическая постановка задач малых продольных колебаний стержня при различных вариантах закрепления его концов, постановка задач малых поперечных колебаний струны. Решение задач

Тема 5. Теорема единственности решения задачи Коши для волнового уравнения Задача Коши для уравнения колебаний струны

домашнее задание, примерные вопросы:

Изучение литературы по физическим основам термодинамики, математическая постановка задач распределения тепла в тонком стержне с учетом наличия источников тепла и теплообмена на боковой поверхности стержня. Решение задач

Тема 6. Теорема единственности решения смешанной граничной задачи для волнового уравнения Задача Коши для трехмерного волнового уравнения

домашнее задание, примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы по теме, построение профилей колеблющейся струны в заданные моменты времени. Решение задач

Тема 7. Метод разделения переменных для решения задачи о колебаниях однородной струны Обоснование метода разделения переменных

домашнее задание, примерные вопросы:

Освоение схемы метода разделения переменных для однородного уравнения колебаний, постановка и решение основных задач на собственные значения.

Тема 8. Вынужденные колебания однородной струны Исследование единственности решения основных краевых задач для уравнения теплопроводности

домашнее задание, примерные вопросы:

Решение методом разделения переменных задачи для неоднородного уравнения колебаний с краевыми условиями первого и второго типов

Тема 9. Метод разделения переменных для задачи о распространении тепла в ограниченном стержне

домашнее задание, примерные вопросы:

Подготовка к контрольной работе по решению задач методом разделения переменных, примерные задания для контрольной работы даны в приложении

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Классификация уравнений в частных производных.
2. Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных гиперболического типа.
3. Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных параболического типа.
4. Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных эллиптического типа.
5. Вывод уравнения малых продольных колебаний стержня.
6. Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны.
7. Постановка начальных и граничных условий для уравнения малых продольных колебаний стержня.
8. Постановка начальных и граничных условий для уравнения малых поперечных колебаний струны.
9. Вывод уравнения теплопроводности стержня.
10. Постановка начальных и граничных условий для уравнения теплопроводности стержня.
11. Волновое уравнение.

12. Примеры стационарных уравнений математической физики .
13. Уравнение теплопроводности твердого тела.
14. Теорема единственности решения задачи Коши для волнового уравнения .
15. Задача Коши для уравнения колебаний струны .
16. Теорема единственности решения смешанной граничной задачи для волнового уравнения .
17. Задача Коши для трехмерного волнового уравнения .
18. Метод разделения переменных для решения задачи о колебаниях однородной струны.
19. Решение задачи на собственные значения для граничных условий первого рода. 20. Решение задачи на собственные значения для граничных условий второго рода.
21. Решение задачи на собственные значения для граничных условий третьего рода.
22. Обоснование метода разделения переменных для задачи о колебаниях однородной струны.
23. Метод разделения переменных для решения задачи о вынужденных колебаниях однородной струны.
24. Метод разделения переменных для задачи о распространении тепла в ограниченном стержне.
25. Метод разделения переменных для задачи о распространении тепла в ограниченном стержне с источниками тепла.
26. Исследование единственности решения основных краевых задач для уравнения теплопроводности .

7.1. Основная литература:

- Лекции по уравнениям математической физики, Карчевский, Михаил Миронович, 2009г.
Уравнения математической физики, Бушманова, Галина Владимировна, 2011г.
1. Ильин А.М. Уравнения математической физики: учебное пособие. - М.: Физматлит, 2009. - 192 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2181/>
 2. Соболева Е.С., Фатеева Г.М. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики. - М.: Физматлит, 2012. - 96 с. [e.lanbook.com http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5295](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5295)
 3. Емельянов В.М., Рыбакина Е.А. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач. - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 224 с. <http://e.lanbook.com/view/book/140/>

7.2. Дополнительная литература:

- Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB, Поршневу, Сергей Владимирович, 2011г.
Применение MATLAB для обработки экспериментальных данных, Фазылов, Валерий Рауфович; Шульгина, Оксана Николаевна; Щербакова, Наталья Казбековна, 2005г.
1. Иглин С.П. Математические расчеты на базе MATLAB. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 634 с. - ISBN 5-94157-290-5. <http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=356624>

7.3. Интернет-ресурсы:

- <http://umf.kmf.usu.ru/> - <http://umf.kmf.usu.ru/>
<http://window.edu.ru/resource/407/26407> - <http://window.edu.ru/resource/407/26407>

<http://window.edu.ru/resource/522/59522> - <http://window.edu.ru/resource/522/59522>

<http://window.edu.ru/resource/857/28857> - <http://window.edu.ru/resource/857/28857>

<http://www.ksu.ru/f5/books/sa2.pdf> - <http://www.ksu.ru/f5/books/sa2.pdf>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Уравнения математической физики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

При проведении лекционных и семинарских занятий используются мультимедийные средства, компьютерные классы, интерактивные доски, а так же классическое учебное оборудование.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 09.03.02 "Информационные системы и технологии" и профилю подготовки Информационные системы в образовании .

Автор(ы):

Гнеденкова В.Л. _____

Гафаров Ф.М. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Хуснутдинов Н.Р. _____

"__" _____ 201__ г.