Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра прикладной математики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.13.3 Дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика
(код и наименование направления подготовки)

Квантовая электроника
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.13.3 Дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной математики
наименование кафедры

протокол № 9 от "22" февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра прикладной математики _____ И.П. Болодурина
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры прикладной математики _____ А.Н. Павленко
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика _____ Чмерева Т.М.
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ Н.Н. Бигалиева Е.А. Бикшимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ И.В. Крючкова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Павленко А.Н., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) *освоения дисциплины: фундаментальная подготовка студентов в теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными, овладение ее аппаратом для дальнейшего использования в других разделах математики и дисциплинах естественнонаучного содержания, а также в профессиональной деятельности при решении практических задач.*

Задачи:

Задачи:

1) теоретический компонент:

- изучить основные понятия и разделы теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными;

- уметь применять полученные знания, умения и навыки при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности;

2) познавательный компонент:

- получить представления о ценности математики, как науки и о ее роли в естественнонаучных, инженерно-технических и др. исследованиях;

- овладеть навыками самостоятельного изучения учебной литературы по теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными;

3) практический компонент:

- получить навыки в доказательстве и опровержении утверждений;

- уметь решать типовые задачи, соответствующие изучаемым разделам;

- разрабатывать математические модели, связанные с исследованием прикладных зада;

- использовать аппарат теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными для решения прикладных задач.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13.2 Алгебра, геометрия и векторный анализ*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.18 Оптика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1-В-1 Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии ОПК-1-В-2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования ОПК-1-В-3 Владеет навыками	**Знать:** фундаментальный и прикладной аппарат теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными, необходимый для решения профессиональных задач. **Уметь:** решать типовые

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности	задачи (включая задачи прикладного характера) по изучаемым разделам теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными, при необходимости использовать дополнительные сведения из других математических и естественнонаучных дисциплин. **Владеть:** навыками использования математических объектов теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными для построения математических моделей конкретных прикладных задач, а также навыками последующего применения изученных методов к анализированию полученных моделей.
ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3-В-1 Знает основное содержание современных информационных технологий и возможности современных программных средств	**Знать:** основные методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными, а также их приложения в профессиональной деятельности. **Уметь:** построить по данному физическому процессу или по данной системе физического характера математическую модель и использовать понятия и методы аппарата обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными для решения задач в рамках полученной математической модели, используя пакеты

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		прикладных программ **Владеть:** навыками проверки построенных математических моделей на адекватность, проведения анализа и интерпретации результатов моделирования в профессиональных областях при использовании современных прикладных программных средств для аналитического и/или численного решения полученных задач обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**72**	**108**	**180**
Контактная работа:	**34,25**	**35,25**	**69,5**
Лекции (Л)	18	18	36
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к выполнению индивидуального задания (ИЗ);* *- подготовка к выполнению индивидуального задания повышенной сложности (ИЗПС);* *- подготовка к рубежным контролям;* *- подготовка к зачету;*	**37,75**	**72,75**	**110,5**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
- подготовка к экзамену.			
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия теории ОДУ	7	1	2		4
2	ОДУ первого порядка	16	4	4		8
3	Уравнения, высших порядков.	8	2	2		4
4	Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка с переменными коэффициентами	9	3	2		4
5	Линейное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами	10	2	2		6
6	Системы линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами	6	2			4
7	Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	8	2	2		4
8	Устойчивость решений дифференциальных уравнений	8	2	2		4
	Итого:	72	18	16		38

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Основные понятия теории УЧП.	8	2			6
10	Линейные и квазилинейные УЧП второго порядка и их типы.	16	4	2		10
11	Гиперболические УЧП	26	4	4		18
12	Параболические УЧП	23	3	3		16
13	Эллиптические УЧП	21	3	3		16
14	Применение интегральных преобразова-	14	2	4		8

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	ний для решения задач с УЧП					
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	180	36	32		112

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия теории ОДУ

Задачи, приводящие к понятию дифференциального уравнения. Определения дифференциального уравнения, его порядка, общего, частного и особого решений, общего, частного и особого интегралов.

Раздел 2. ОДУ первого порядка

Задача Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Метод последовательных приближений. Поле направлений и интегральные кривые. Метод изоклин. Дифференциальные уравнения первого порядка: 1) с разделяющимися переменными, 2) однородное, 3) уравнение в полных дифференциалах, 4) линейное, 5) Бернулли.

Раздел 3. Уравнения, высших порядков.

Задача Коши для уравнения n-го порядка, разрешенного относительно старшей производной. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Уравнения вида: 1) $y^{(n)} = f(x)$, *2)* $F(x, y^{(n)}, y^{(n-1)}) = 0$, *3)* $F(y, y', y'') = 0$.

Раздел 4. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка с переменными коэффициентами

Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Линейная зависимость и независимость функций. Определитель Вронского. Фундаментальная система решений. Общее решение однородных и неоднородных уравнений. Понижение порядка ОДУ, если известно его частное решение. Метод вариации произвольных постоянных.

Раздел 5. Линейное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами

Линейное однородное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Связь общих решений однородных и неоднородных уравнений. Линейное неоднородное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами и с правой частью – квазимногочленом. Гармонические колебания. Резонанс.

Раздел 6. Системы линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы линейных ОДУ первого порядка. Линейная зависимость и независимость векторных функций. Определитель Вронского. Фундаментальная система решений. Общее решение однородных и неоднородных систем. Метод вариации произвольных постоянных.

Раздел 7. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Метод Эйлера и метод исключения для решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Раздел 8. Устойчивость решений дифференциальных уравнений

Основные определения теории устойчивости. Устойчивость решений линейных уравнений и их систем. Устойчивость по первому приближению.

Раздел 9. Основные понятия теории УЧП

Задача, приводящая к уравнению с частными производными. Определение дифференциального уравнения с частными производными и его решения.

Раздел 10. Линейные и квазилинейные УЧП второго порядка и их типы.

Определение линейного УЧП второго порядка и его свойства. Типы линейных (квазилинейных) УЧП второго порядка. Приведение линейных (квазилинейных) УЧП второго порядка к каноническому виду. Различные виды задач для гиперболических, параболических и эллиптических УЧП. Понятие о корректных и некорректных задачах.

Раздел 11. Гиперболические УЧП

Задача Коши для бесконечной струны. Решение задачи Коши методом Даламбера. Физическая интерпретация формулы Даламбера. Смешанная задача для свободных колебаний струны с закрепленными концами. Смешанная задача для вынужденных колебаний струны с закрепленными концами. Смешанная задача для неоднородных НУ и ГУ.

Раздел 12. Параболические УЧП

Смешанная задача для однородного уравнения теплопроводности и однородных ГУ (задача об остывании стержня). Смешанная задача для неоднородного уравнения теплопроводности и однородных НУ и ГУ. Физический смысл функции мгновенного температурного источника. Смешанная задача для неоднородных НУ и ГУ. Задача Коши для бесконечного стержня. Физический смысл фундаментального решения.

Раздел 13. Эллиптические УЧП

Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге. Интегральная формула Пуассона. Уравнение Лапласа во внешности круга и в кольце. Уравнение Пуассона.

Раздел 14. Применение интегральных преобразований для решения задач с УЧП

Обзор интегральных преобразований. Выбор интегрального преобразования для решения данной задачи. Применение интегральных преобразований для решения задач с УЧП.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Основные понятия теории ОДУ	2
2	2	Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Уравнения в полных дифференциалах.	2
3	2	Линейное уравнение первого порядка. Уравнение Бернулли. Уравнение Клеро.	2
4	3	Уравнения, допускающие понижение порядка.	2
5	4	Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка с переменными коэффициентами	2
6	5	Линейное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами	2
7	7	Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	2
8	8	Устойчивость решений дифференциальных уравнений	2
9	10	Линейные и квазилинейные УЧП второго порядка и их типы.	2
10	11	Метод Даламбера. Смешанная задача для свободных колебаний струны с закрепленными концами.	2
11	11	Смешанная задача для вынужденных колебаний струны с закрепленными концами. Смешанная задача для неоднородных УЧП, НУ и ГУ.	2
12	12	Задача об остывании стержня. Смешанная задача для неоднородного уравнения теплопроводности и однородных НУ и ГУ.	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		Смешанная задача для неоднородных УЧП, НУ и ГУ.	
13	12-13	Задача Коши для бесконечного стержня. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.	2
14	13	Уравнение Лапласа во внешности круга и в кольце. Уравнение Пуассона.	2
15-16	14	Применение интегральных преобразований для решения задач с УЧП	4
		Итого:	32

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Эльсгольц, Л. Э. Дифференциальные уравнения: учебник / Л. Э. Эльсгольц .- 7-е изд. - М.: ЛКИ, 2008. - 309 с. - (Классический учебник МГУ). - Библиогр.: с. 306. - Предм. указ.: с. 307-309. - ISBN 978-5-382-00638-3.

2. Краснов, М. Л. Обыкновенные дифференциальные уравнения.: задачи и упражнения с подробными решениями: учеб. пособие / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко.- 7-е изд. - М.: Либроком, 2009. - 253 с. - (Вся высшая математика в задачах). - Прил.: с. 248-250. - ISBN 978-5-397-00206-6.

3. Сабитов, К. Б. Уравнения математической физики [Текст]: учеб. пособие для вузов / К. Б. Сабитов. - М.: Высш. шк., 2003. - 255 с. : ил.. - Библиогр.: с.251-253. - ISBN 5-06-004676-1.

4. Будак, Б.М. Сборник задач по математической физике. / Б.М. Будак, А.А. Самарский, А.И. Тихонов. М.: Физматлит, 2003. – 688 с. - ISBN 5-9221-0311-3.

5.2 Дополнительная литература

1. Петровский, И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений: учеб. пособие / И.Г. Петровский. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 208 с. - ISBN 978-5-9221-1144-7.

2. Гюнтер, Н. М. Сборник задач по высшей математике: учеб. пособие / Н. М. Гюнтер, Р. О. Кузьмин; под ред. С. И. Амосова, Г. Ю. Джанелидзе. - 13-е изд. - М.: Физматгиз, Т. 2: - 1958. - 286 с.

3. Мартинсон, Л.К. Дифференциальные уравнения математической физики: Учеб. для вузов./ Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 368 с.

4. Петровский, И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными / И.Г. Петровский. М.: Физматлит. - 1961. – 400 с.

5. Сборник задач по уравнениям математической физики. / Под ред. В.С. Владимирова. – 3-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 288 с.

5.3 Периодические издания

Не предусмотрены.

5.4 Интернет-ресурсы

http://old.exponenta.ru – образовательный математический сайт «Экспонента», МООК: "Обыкновенные дифференциальные уравнения".

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
4. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.