

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

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Медицинская физика

(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

наименование кафедры

подпись

И.П. Болодурина

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры прикладной математики

должность

подпись

А.Н. Павленко

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

код наименование

личная подпись

В.Л. Бердинский

расшифровка подписи

/ Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

И.В. Крючкова

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 задач;

- 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.13.1 Математический анализ

Постреквизиты дисциплины: Б1.Д.Б.21 Теоретическая механика и механика сплошных сред, Б1.Д.Б.22 Электродинамика и электродинамика сплошных сред, Б1.Д.Б.23 Квантовая механика, Б1.Д.Б.25 Физика твердого тела

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 физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной 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	Знать: фундаментальный и прикладной аппарат теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными, необходимый для решения профес-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	научного анализа и моделирования ОПК-1-В-3 Владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности	сиональных задач. Уметь: решать типовые 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 анализу 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

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		рамках полученной математической модели, используя пакеты 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:	52,25	69,25	121,5
Лекции (Л)	18	18	36
Практические занятия (ПЗ)	34	50	84
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	19,75	38,75	58,5

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
<i>повышенной сложности (ИЗПС);</i> - подготовка к рубежным контролям; - подготовка к зачету; - 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	4		2
2	ОДУ первого порядка	16	4	8		4
3	Уравнения, высших порядков.	8	2	4		2
4	Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка с переменными коэффициентами	9	3	4		2
5	Линейное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами	10	2	4		4
6	Системы линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами	6	2	2		2
7	Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	8	2	4		2
8	Устойчивость решений дифференциальных уравнений	8	2	4		2
	Итого:	72	18	34		20

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	4		2
10	Линейные и квазилинейные УЧП второго порядка и их типы.	14	4	6		4
11	Гиперболические УЧП	24	4	12		8
12	Параболические УЧП	23	3	10		10
13	Эллиптические УЧП	23	3	10		10

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
14	Применение интегральных преобразований для решения задач с УЧП	16	2	8		6
	Итого:	108	18	50		40
	Всего:	180	36	84		60

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) $H(x, y, y', \dots, y^{(n-1)}) = 0$, 3) $H(x, y, y', y'') = 0$.

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	Задачи, приводящие к ОДУ	2
2	1	Основные понятия теории ОДУ	2
3	2	Уравнения с разделяющимися переменными.	2
4	2	Однородные уравнения и уравнения. Уравнения в полных дифференциалах.	2
5	2	Линейные ОДУ первого порядка и уравнения Бернулли.	2
6	2	Уравнения первого порядка, неразрешенные относительно производной.	2
7	3	Уравнения, допускающие понижение порядка.	2
8	3	Задачи, сводящиеся к уравнениям, допускающим понижение порядка.	2
9	4	Определитель Вронского.	2
10	4	Решение линейных неоднородных уравнений с переменными коэффициентами методом вариации произвольных постоянных.	2
11	5	Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами.	2
12	5	Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами.	2
13	6	Системы линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами	2
14	7	Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	2
15	7	Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	2
16	8	Исследование решений ОДУ и систем ОДУ на устойчивость с помощью функции Ляпунова.	2
17	8	Исследование решений линейных ОДУ и их систем на	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		устойчивость. Устойчивость по первому приближению.	
18	9	Задачи, приводящие к УЧП.	2
19	9	Основные понятия теории УЧП.	2
20	10	Линейное УЧП второго порядка и его свойства. Типы линейных (квазилинейных) УЧП второго порядка. Различные виды задач для гиперболических, параболических и эллиптических УЧП.	2
21	10	Приведение линейных (квазилинейных) УЧП второго порядка к каноническому виду.	2
22	10	Корректные и некорректные задачи.	2
23	11	Задача Коши для бесконечной струны. Решение задачи Коши методом Даламбера.	2
24	11	Смешанная задача для свободных колебаний струны с закрепленными концами.	2
25	11	Смешанная задача для вынужденных колебаний струны с закрепленными концами.	2
26	11	Смешанная задача для неоднородных НУ и ГУ.	2
27	11	Смешанная задача для неоднородных НУ и ГУ.	2
28	11	Контрольная работа.	2
29	12	Смешанная задача для однородного уравнения теплопроводности и однородных ГУ (задача об остывании стержня).	2
30	12	Смешанная задача для неоднородного уравнения теплопроводности и однородных НУ и ГУ.	2
31	12	Смешанная задача для неоднородных НУ и ГУ.	2
32	12	Смешанная задача для неоднородных НУ и ГУ.	2
33	12	Задача Коши для бесконечного стержня.	2
34	13	Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге. Интегральная формула Пуассона.	2
35	13	Уравнение Лапласа во внешности круга и в кольце.	2
36	13	Уравнение Пуассона.	2
37	13	Уравнение Пуассона.	2
38	13	Контрольная работа.	2
39	14	Преобразование Лапласа.	2
40	14	Преобразование Лапласа.	2
41	14	Преобразование Фурье.	2
42	14	Синус- и косинус-преобразование Фурье.	2
		Итого:	84

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.