

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра математического анализа

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«23» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.21 Дифференциальные уравнения и уравнения математической физики

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль): **Математика и информатика**

Форма обучения: очная

Курс – 3

Семестр – 5

Всего зачётных единиц – 3, часов – 108

Форма отчетности: экзамен – 5 семестр

Программу разработал:
доктор физико-математических наук, профессор Расулов К.М.;

Одобрена на заседании кафедры
«16» июня 2022 г., протокол № 10
Заведующий кафедрой _____ К.М. Расулов

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Дифференциальные уравнения и уравнения математической физики» играет фундаментальную роль в теоретической и практической подготовке бакалавров направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (профиль «Математика и информатика»). Эта дисциплина относится к обязательным для изучения дисциплинам учебного плана.

Данная дисциплина носит прикладной характер и показывает, как составление дифференциальных уравнений (в том числе с частными производными) и методы их решения позволяют получать адекватные математические модели явлений, происходящих в человеческой практике. Она является вспомогательной для изучения ряда дисциплин учебного плана (теория функций комплексного переменного, математическое моделирование, численные методы, физика и др.), а также для вычислительных и педагогических практик, предусмотренных ОП.

Цели освоения дисциплины:

- овладение основными понятиями дифференциальных уравнений;
- овладение логическими основами курса, необходимыми для решения теоретических и практических задач;
- приобретение навыков использования методов дифференциальных уравнений при решении задач прикладного характера;
- формирование навыков самостоятельной работы, необходимых для использования знаний при изучении специальных дисциплин и дальнейшей практической деятельности;
- развитие математической интуиции, воспитание математической культуры.

Задачи освоения дисциплины:

- познавательная – глубокое освоение основных понятий, изучаемых в курсе «Дифференциальные уравнения и уравнения математической физики», что необходимо для изучения смежных дисциплин.
- воспитательная – привитие и развитие культуры мышления, способности логически верно выстраивать устную и письменную речь, понимать необходимость доказательств, как в математике, так и в реальных жизненных ситуациях, при общении с коллегами и при работе в ученическом и учительском коллективах.
- развивающая – усвоение определенного количества информации по данной дисциплине, накопленной человечеством в процессе развития математики, привитие способности понимания значения дифференциальных уравнений в других разделах математики и возможности применения полученных знаний в своей будущей педагогической (или иной другой) профессиональной деятельности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	Знать: объект, предмет, основные категории, принципы, закономерности, структуру педагогической науки; сущность, структуру, динамику целостного педагогического процесса; состояние и тенденции развития отечественных и международных педагогических и психологических исследований; методологию педагогического исследования; особенности, логику, закономерности, формы, методы и средства процесса обучения и воспитания; основы психологии личности, основные теоретические подходы

	<p>к пониманию феномена личности; познавательные процессы, их свойства, закономерности и роль в интеллектуальной и творческой деятельности; общетеоретические основы методики преподавания предмета в объеме, необходимом для осуществления педагогической деятельности; строение и функции организма, основные закономерности развития человека; общие закономерности и возрастные особенности функционирования основных систем организма учащихся; гигиенические требования к организации образовательного процесса и гигиену учебного процесса; инструментальные средства информационных технологий.</p> <p>Уметь: применять теоретические знания в решении педагогических задач; планировать, проектировать и осуществлять педагогический процесс в различных типах образовательных учреждений; определять структуру и методологию проведения педагогического исследования; адекватно целям выстраивать учебный и воспитательный процесс, выбирая соответствующие формы, методы и средства его осуществления; использовать в педагогической деятельности и межличностном взаимодействии современные достижения психологической науки; учитывать возрастные физиологические особенности учащихся в педагогическом процессе; использовать информационные технологии для решения профессиональных задач.</p> <p>Владеть: категориальным аппаратом педагогической науки; навыками решения педагогических задач; способами планирования и осуществления образовательного процесса; способами проведения педагогического эксперимента; формами и методами осуществления учебной и воспитательной работы; приемами и методами психодиагностики личности, изучения особенностей профессиональной деятельности; навыками организации педагогической деятельности с позиций сохранения здоровья; методами профилактики нарушений физического развития и повышения адаптационных резервов организма; методами оказания первой доврачебной помощи; методами применения информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе.</p>
<p>ПК-5. Способен использовать научные знания в предметной области (математика) в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы</p>	<p>Знать: современное состояние и перспективы развития математики как учебной дисциплины, направления развития школьного математического образования, теоретические основы обучения математике, принципы построения методической системы обучения математике, основные линии школьного курса математики, их структуру, содержание и роль, этапы формирования математических понятий, методические подходы к изучению основных тем школьного курса</p>

	<p>математики;</p> <p>Уметь: анализировать и интерпретировать содержание математических понятий, теорем, задач, разрабатывать фрагменты уроков, организовывать образовательный процесс обучения математике, конструировать методику введения понятий, изучения теорем, решения задач;</p> <p>Владеть: основными приемами организации деятельности школьников по изучению математики, навыками разработки методики изучения частных вопросов обучения математике, исследовательскими методами в профессиональной деятельности.</p>
<p>ПК-7 Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи и классические задачи математики, строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</p>	<p>Знать: базовые принципы постановки естественнонаучных задач и классических задач математики, определения основных понятий и доказательства теорем по основным разделам математики;</p> <p>Уметь: решать основные типы математических задач, доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть его следствия;</p> <p>Владеть: первичными навыками применения математического аппарата к решению конкретных задач из различных областей прикладной математики и информатики.</p>

3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Уравнения с разделяющимися переменными. Понятие об обыкновенных дифференциальных уравнениях. Общий вид дифференциальных уравнений. Задача Коши. Теорема Коши. Общие, частные и особые решения. Понятие и алгоритм решения уравнений с разделяющимися переменными. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными.

Раздел 2. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Методы решения однородных и неоднородных линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Уравнение Бернулли.

Раздел 3. Дифференциальные уравнения первого порядка, неразрешённые относительно производной. Общий вид уравнения. Основные подходы к решению. Метод введения параметра. Уравнения Клеро и Лагранжа.

Раздел 4. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка. Понятие об основных типах дифференциальных уравнений высшего порядка, допускающих понижение порядка. Методы решения уравнений.

Раздел 5. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. Структура общего решения ЛОДУ 2-го порядка. Понятие фундаментальной системы решений. Вронскиан и его свойства. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Структура общего решения ЛНДУ 2-го порядка. Метод Лагранжа. Метод неопределённых коэффициентов.

Раздел 6. Понятие о нормальной системе дифференциальных уравнений. Сведение дифференциального уравнения высшего порядка к нормальной системе дифференциальных уравнений. Элементарные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений. Линейная система дифференциальных уравнений. Решение линейной системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера.

Раздел 7. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Линейные и квазилинейные дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка. Приведение к канонической форме.

Раздел 8. Уравнения гиперболического типа. Постановка основных задач. Задача Коши для волнового уравнения. Смешанная задача. Понятие корректности постановки задач уравнений математической физики.

Раздел 9. Уравнения параболического типа. Постановка основных задач. Единственность решения задачи Коши. Понятие об интегральных преобразованиях Фурье. Решение задачи Коши для одномерного уравнения теплопроводности.

Раздел 10. Уравнения эллиптического типа. Постановка основных задач. Гармонические функции на плоскости, их основные свойства. Решение задачи Дирихле для круга методом Фурье. Формула Пуассона.

4. Тематический план

Темы	Всего часов	Формы занятий		
		Лекции	Практич. занятия	Самост. работа
1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка.	10	4	4	2
2. Дифференциальные уравнения первого порядка, неразрешённые относительно производной	5	2	2	1
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения высшего порядка, допускающие понижение порядка.	5	2	2	1
4. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка.	12	6	4	2
5. Нормальные системы дифференциальных уравнений.	6	2	2	2
6. Системы линейных дифференциальных уравнений.	10	4	4	2
7. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Линейные дифференциальные уравнения 2-го порядка. Приведение к канонической форме.	10	4	4	2
8. Уравнения гиперболического типа. Постановка основных задач. Задача Коши для уравнения колебаний. Существование и единственность решения. Смешанная задача.	5	2	2	1
9. Уравнения параболического типа. Постановка основных задач. Решение задачи Коши для одномерного уравнения теплопроводности.	5	2	2	1

10. Уравнения эллиптического типа. Постановка основных задач. Уравнения Лапласа и Пуассона. Гармонические функции и их основные свойства.	5	2	2	1
11. Задача Дирихле. Теоремы единственности и устойчивости. Метод разделения переменных для задачи Дирихле в случае круга. Формула Пуассона.	5	2	2	1
12. Контрольная работа	3		2	1
Экзамен	27			27
Всего за семестр	108	32	32	44

5. Виды образовательной деятельности

Лекции

Лекции 1-2. «Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка»: понятие дифференциального уравнения; порядок и решение обыкновенного дифференциального уравнения; задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям; задача Коши и теорема Коши (о существовании и единственности решения) для уравнения; понятия общего, частного и особого решений дифференциального уравнения; геометрическое истолкование дифференциального уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$ и его решений;

дифференциальное уравнение первого порядка в симметричной форме; линейные дифференциальные уравнения первого порядка; уравнение Бернулли; дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными; дифференциальное уравнение первого порядка, однородное относительно x и y ; уравнения в полных дифференциалах.

Лекция 3. «Дифференциальные уравнения первого порядка, неразрешённые относительно производной»: методы интегрирования дифференциальных уравнений вида $F(x, y, y') = 0$; уравнения Лагранжа и Клеро; составление дифференциального уравнения первого порядка по его общему интегралу.

Лекция 4. «Обыкновенные дифференциальные уравнения высшего порядка, допускающие понижение порядка»: задача Коши и теорема Коши для дифференциальных уравнений высшего порядка; понятия общего и частного решений дифференциального уравнения высшего порядка; некоторые классы дифференциальных уравнений высших порядков, допускающие понижение порядка.

Лекции 5-7. «Линейные дифференциальные уравнения второго порядка»: понятие линейного дифференциального уравнения второго порядка; теорема Коши для линейных уравнений второго порядка; построение общего решения для линейных однородных уравнений; структура общего решения линейных неоднородных дифференциальных уравнений; отыскание частного решения линейного уравнения методом вариации произвольных постоянных; линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами; линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами; метод неопределённых коэффициентов.

Лекция 8. «Нормальные системы дифференциальных уравнений»: нормальная система дифференциальных уравнений; задача Коши и теорема Коши о существовании и единственности решения; сведение дифференциальных уравнений n -го порядка к нормальной системе дифференциальных уравнений; элементарные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений.

Лекции 9-10. «Системы линейных дифференциальных уравнений»: системы линейных однородных дифференциальных уравнений первого порядка; фундаментальная система решений; структура общего решения системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений; метод Лагранжа; системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка с постоянными коэффициентами.

Лекции 11-12. «Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Линейные дифференциальные уравнения 2-го порядка. Приведение к канонической форме»: общая классификация дифференциальных уравнений с частными производными; классификация линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка; приведение к канонической форме линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка с 2-мя переменными; случай гиперболического, параболического и эллиптического уравнений.

Лекции 13. «Уравнения гиперболического типа. Постановка основных задач»: постановка задачи Коши, граничной задачи и смешанной задачи для гиперболического уравнения; вывод формулы Даламбера; решение задачи для конечной струны.

Лекция 14. «Уравнения параболического типа. Постановка основных задач»: постановка задачи Коши, граничной задачи и смешанной задачи для уравнения параболического типа; уравнение теплопроводности; единственность решения задачи Коши; интегральные преобразования Фурье; решение задачи Коши для одномерного уравнения теплопроводности.

Лекция 15. «Уравнения эллиптического типа. Постановка основных задач. Уравнения Лапласа и Пуассона. Гармонические функции и их основные свойства»: физические процессы, описываемые уравнениями Пуассона и Лапласа; постановка задачи Дирихле; гармонические функции 2-х переменных, их связь с аналитическими и основные свойства.

Лекции 16. «Задача Дирихле. Теоремы единственности и устойчивости. Метод разделения переменных для задачи Дирихле в случае круга»: постановка задачи Дирихле; доказательство единственности и устойчивости решения задачи Дирихле; вывод оператора Лапласа в цилиндрической системе координат; метод Фурье для круговых областей; интеграл Пуассона.

Практические занятия

Планы и содержание практических занятий изложено в учебном пособии [12].

Самостоятельная работа

Задания для самостоятельной работы приводятся в планах практических занятий, изложенных в учебном пособии [12].

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущая аттестация осуществляется на каждом практическом занятии в процессе фронтального опроса, выполнения заданий для аудиторной работы, в процессе проверки домашней самостоятельной работы.

Проведение текущего контроля осуществляется также посредством проведения аудиторных контрольных работ и разноуровневых самостоятельных работ.

Оценочные средства

I. Контрольные вопросы для проверки теоретической подготовки к практическому занятию.

Перечень вопросов приводится в планах практических занятий.

II. Задания для самостоятельной работы.

Перечень практических заданий для самостоятельной работы приводится в планах практических занятий.

III. Контрольные работы по дисциплине.

Проведение текущего контроля осуществляется также посредством проведения аудиторной письменной контрольной работы.

Образец контрольной работы

1. Является ли функция $y = x^2 + 2$ решением дифференциального уравнения $2yy' = x(y'^2 + 4)$?

2. Решите дифференциальное уравнение $y' = xy^2 + 2xy$.

3. Найдите общее и особые решения уравнения $y^2(y' - 1) = (2 - y')^2$.

4. Найдите частное решение дифференциального уравнения $yy'' + y'^2 = y^3$, удовлетворяющее начальным условиям: $y|_{x=0} = -1$, $y'|_{x=0} = 0$.

5. Решите задачу Коши: $y'' + 2y' - 3y = e^x$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 0$.

6. Найдите общее решение системы
$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = 3y + 4z, \\ \frac{dz}{dx} = -2y - z. \end{cases}$$

7. Приведите к канонической форме дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами $a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2a \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - c \frac{\partial u}{\partial y} + u = 0$.

8. Закрепленная на концах струна оттянута в точке $x = x_0$ на величину H . Считая профиль струны слева и справа от точки x_0 линейным, найти колебания струны, вызванные таким начальным отклонением. Начальная скорость равна нулю.

Критерии оценивания контрольной работы

1. Нормы оценивания работы

№ п/п	Структурная часть контрольной работы	Количество баллов (*)
1	Правильно реализован каждый метод решения	1 балл

(*) Возможна градация в 0,25 балла.

2. Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	7-8
2	Хорошо	4,75-6,75
3	Удовлетворительно	2,75-4,5
4	Неудовлетворительно	менее 2,75

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется посредством проведения экзамена в 5 семестре.

Вопросы для подготовки к экзамену и образцы экзаменационных заданий.

Вопросы к экзамену

1. Понятие дифференциального уравнения и его порядка. Определение решения обыкновенного дифференциального уравнения.
2. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка. Теорема Коши.
3. Определение общего решения (общего интеграла) дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$. Понятие особого решения дифференциального уравнения.
4. Линейные дифференциальные уравнения 1-го порядка.
5. Уравнение Бернулли.
6. Геометрическое истолкование дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$ и его решений.
7. Метод изоклин решения дифференциальных уравнений вида $y' = f(x, y)$.
8. Уравнения в полных дифференциалах.
9. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными.
10. Дифференциальное уравнение $y' = f(x, y)$, однородное относительно x и y .
11. Дифференциальные уравнения 1-го порядка, не разрешенные относительно производной.
12. Составление дифференциального уравнения 1-го порядка по его общему интегралу.
13. Задача Коши и теорема Коши (без доказательства) для уравнений высшего порядка.
14. Понятия общего и частного решений дифференциальных уравнений высшего порядка.

15. Решение уравнений высших порядков вида $y^{(n)} = f(x)$.
16. Уравнения высшего порядка, явно не содержащие независимой переменной.
17. Уравнения высшего порядка, явно не содержащие искомой функции.
18. Понятие линейного дифференциального уравнения высшего порядка. Теорема Коши для линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка.
19. Однородные линейные уравнения 2-го порядка. Фундаментальная система решений.
20. Построение общего решения однородных линейных уравнений 2-го порядка.
21. Неоднородные линейные дифференциальные уравнения 2-го порядка. Структура общего решения.
22. Отыскание частного решения неоднородного линейного уравнения 2-го порядка методом вариации произвольных постоянных.
23. Интегрирование линейных дифференциальных уравнений при помощи степенных рядов.
24. Однородные линейные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Построение общего решения.
25. Линейные неоднородные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Отыскание общего решения методом вариации произвольных постоянных.
26. Решение уравнения $y'' + py' + qy = \exp(ax) \cdot P_m(x)$ методом неопределенных коэффициентов.
27. Решение уравнения $y'' + py' + qy = \exp(ax) \cdot [A_m(x) \cdot \cos bx + B_n(x) \cdot \sin bx]$ методом неопределенных коэффициентов.
28. Применение линейных дифференциальных уравнений к изучению колебательных движений. Свободные колебания и явление резонанса.
29. Нормальная система дифференциальных уравнений. Задача Коши и теорема о существовании и единственности решения.
30. Сведение дифференциальных уравнений n -го порядка к нормальной системе уравнений.
31. Системы линейных дифференциальных уравнений 1-го порядка. Структура общего решения.
32. Матричный метод решения систем линейных уравнений 1-го порядка.
33. Решение однородных систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами методом Эйлера.
34. Дифференциальное уравнение с частными производными и понятие о его общем решении.
35. Квазилинейные (линейные) уравнения 2-го порядка с двумя независимыми переменными и их классификация.
36. Приведение к канонической форме линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя переменными.
37. Основные уравнения математической физики. Понятие о начальных и краевых условиях.
38. Гиперболические уравнения. Задача о свободных колебаниях конечной струны и ее решение методом Фурье.

39. Задачи Коши для однородного волнового уравнения на прямой и метод её решения.
40. Понятие корректности постановки задач уравнений математической физики.
41. Интегральные преобразования Фурье.
42. Параболические уравнения. Решение задачи Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Формула Пуассона.
43. Уравнения эллиптического типа. Постановки основных задач.
44. Гармонические функции на плоскости и их свойства.
45. Задача Дирихле для гармонических функций двух переменных. Теорема единственности и устойчивости.
46. Решение задачи Дирихле для круговых областей методом разделения переменных.

Образец экзаменационного задания

1. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка. Теорема Коши.
2. Решение задачи Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Формула Пуассона.
3. Решите дифференциальное уравнение $y'' + 4y' + 4y = e^{-2x} \ln x$.
4. Решите систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -x + y + z, \\ \frac{dy}{dt} = x - y + z, \\ \frac{dz}{dt} = x + y - z. \end{cases}$$

5. Внутри круга $0 \leq r \leq \rho$ найдите гармоническую функцию $u(r, \varphi)$, принимающую на границе Γ данного круга значения: $u|_{\Gamma} = 2 \sin^2 \varphi + \sin 2\varphi, \quad -\pi \leq \varphi \leq \pi$.

Критерии оценивания ответа на экзамене

1. Нормы оценивания ответа

№п/п	Структурная часть билета	Количество баллов
1	Правильный ответ на вопрос	1 балл

(*) Возможна градация в 0,25, 0,5 и 0,75 балла.

2. Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Список основной литературы

1. *Аксенов, А. П.* Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. П. Аксенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 241 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7420-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470788>.

2. *Аксенов, А. П.* Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. П. Аксенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 359 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7422-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470789>.

3. *Боровских, А. В.* Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / А. В. Боровских, А. И. Перов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 327 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01777-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470198>.

4. *Боровских, А. В.* Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / А. В. Боровских, А. И. Перов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 274 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02097-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470851>.

5. *Ефремов, Ю. С.* Методы математической физики в пакете символьной математики Maple : учебное пособие для вузов / Ю. С. Ефремов, М. Д. Петропавловский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 302 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05278-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472898>.

6. *Зайцев, В. Ф.* Обыкновенные дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 : справочник для вузов / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 385 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02685-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471067>.

7. *Зайцев, В. Ф.* Обыкновенные дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 2 : справочник для вузов / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 196 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02690-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471851>.

8. *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, 2021. — 416 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02377-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471066>.

9. *Королев, А. В.* Дифференциальные и разностные уравнения : учебник и практикум для вузов / А. В. Королев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 280 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9896-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470029>.

10. *Муратова, Т. В.* Дифференциальные уравнения : учебник и практикум для вузов / Т. В. Муратова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 435 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01456-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468795>.

11. *Стеклов, В. А.* Основы теории интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений : учебное пособие для вузов / В. А. Стеклов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 427 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02124-

0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453659>.

12. *Расулов К.М.* Практикум по дифференциальным уравнениям и уравнениям математической физики. – Смоленск, изд-во СОИРО, 2015.

7.2. Список дополнительной литературы

13. *Агафонов С.А., Муратова Т.В.* Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Академия, 2008.

14. *Григорьев М.П. и др.* Обыкновенные дифференциальные уравнения в примерах и задачах. – М.: Вузовская книга, 2006.

15. *Дмитриев В.И.* Лекции по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – М.: КДУ, 2008.

16. *Еругин Н.П.* Книга для чтения по общему курсу дифференциальных уравнений. – Минск.: Наука и техника, 1979.

19. *Матросов В.Л. и др.* Дифференциальные уравнения в школе и педвузе.– М.: Изд-во «Прометей», 1998.

20. *Понтрягин Л.С.* Дифференциальные уравнения и их приложения. – М.: УРСС, 2004.

21. *Петровский И.Г.* Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Едиториал УРСС, 2004..

22. *Расулов К.М.* Обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными. – Смоленск: СмолГУ, 2010.

23. *Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк Н.А.* Дифференциальные уравнения: примеры и задачи. – М.: Высшая школа, 1989.

24. *Степанов В.В.* Курс дифференциальных уравнений. – М.: УРСС, 2007.

25. *Филиппов А.Ф.* Введение в теорию дифференциальных уравнений. – М.: Едиториал УРСС, 2004.

26. *Эльсгольц Л.Э.* Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М.: Едиториал УРСС, 2003.

Уравнения математической физики

27. *Алиев Р.Г.* Уравнения в частных производных. – М.: ЭКЗАМЕН, 2006.

28. *Емельянов В.М., Рыбакина Е.А.* Уравнения математической физики. Практикум по решению задач. – С.-Пб.: Лань, 2008.

29. *Мартинсон Л.К., Малов Ю.И.* Дифференциальные уравнения математической физики. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1996.

30. *Михлин С.Г.* Курс математической физики. – С.-Пб.: Лань, 2009.

31. *Петровский И.Г.* Лекции об уравнениях с частными производными. – М.: УРСС, 2005.

32. *Расулов К.М.* Уравнения математической физики. – Смоленск: СмолГУ, 2008.

33. *Агошков В.И., Дубовский П.Б., Шутяев В.П.* Методы решения задач математической физики. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.

34. *Голоскоков Д.П.* Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple. – С.-Пб.: Питер, 2004.

35. Сборник задач по математике. Часть V. Уравнения математической физики / под ред. *А.Д. Мышкиса и В.Б. Минасяна.* – М.: УРСС, 2002.

36. *Тихонов А.Н., Самарский А.А.* Уравнения математической физики. Изд. 4-е, испр. – М.: Наука, 1972.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Система дистанционного обучения Смоленского государственного университета <http://moodle.smolgu.ru>
- Электронно-библиотечная система университета <http://biblioteka.smolgu.ru>

- Национальный открытый университет <http://www.intuit.ru>
- Образовательный математический сайт <http://exponenta.ru>
- Общероссийский математический портал <http://www.mathnet.ru>

8. Материально-техническое обеспечение

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется интерактивная доска; проектор; электронная библиотека кафедры, содержащая электронные учебники и задачки по дифференциальным уравнениям и уравнениям математической физики; система компьютерной математики Mathematica. Осуществляется поиск информации в WWW-пространстве; работа с Web-страницами и ресурсами сети Интернет.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине в университете имеется следующая необходимая инструментальная база: учебные аудитории для проведения практических занятий; компьютерный класс, оборудованный персональными ЭВМ с необходимым математическим софтом и выходом в Интернет для проведения практических занятий; кабинеты, оборудованные проекторами и электронными досками для проведения лекционных занятий. Имеется кабинет ксерокопирования и кафедральный принтер для подготовки индивидуальных дидактических карточек, контрольных и экзаменационных материалов.

9. Программное обеспечение

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине используется Информационно-вычислительный центр физико-математического факультета (Положение о Центре утверждено приказом ректора №01-66 от 28.09.2015 г.).

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются информационные технологии обработки данных с помощью прикладных программных продуктов Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint. Осуществляется поиск информации в WWW-пространстве; работа с Web-страницами и социальными ресурсами сети Интернет, а также используются различные системы компьютерной математики.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022