

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b558ff6f9e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)
Физико-математический факультет
Кафедра теоретической физики

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной
деятельности
«22» июня 2021 г.
Начальник управления _____

/ Г.Е. Суслин /



Одобрено учебно-методическим советом

Протокол «22» июня 2021 г. № 5

Председатель _____
/ О.А. Шестакова /



Рабочая программа дисциплины

Уравнения математической физики

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета:
Протокол от «17» июня 2021 г. № 12
Председатель УМКом _____

/ Барбанова Н.Н. /



Рекомендовано кафедрой теоретической
физики

Протокол от «10» июня 2021 г. № 11

Зав. кафедрой _____

/ Беляев В.В. /



Мытищи
2021

Автор-составитель:

Кузнецов Михаил Михайлович, доктор физико-математических наук,
доцент, профессор кафедры теоретической физики МГОУ

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	6
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	14
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	14
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины «Уравнения математической физики»: формирование систематических знаний в области прикладной физики с целью их грамотного применения в многочисленных современных технологических и экономических практических приложениях;

возможность получить фундаментальное образование, способствующее развитию личности.

Задачи дисциплины: обучение студентов теоретическим основам курса; овладение основными методами исследования и решения практических задач прикладной физики.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-1 – способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Уравнения математической физики» входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения. Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками в объёме программы средней школы и первых курсов педагогических университетов.

Приобретённые в результате изучения дисциплины знания, умения и навыки используются во многих естественнонаучных, технических и технологических, экономических дисциплинах и практиках ООП. В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть навыками решений линейных и нелинейных уравнений математической физики и их практического применения.

3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объём дисциплины

Показатель объёма дисциплины	Очная форма обучения
Объём дисциплины в зачётных единицах	3
Объём дисциплины в часах	108
Контактная работа:	90,2
Лекции	30
Практические занятия	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачёт с оценкой	0,2
Самостоятельная работа	10
Контроль	7,8

Формой промежуточной аттестации является зачёт с оценкой в 5 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) с кратким содержанием	Количество часов
--	------------------

	Лекции	Практические занятия
<p>Тема 1. Постановка задачи об интегрировании уравнений с частными производными.</p> <p>Аналитические методы решения уравнений с частными производными первого порядка. Классификация уравнений. Аналитический метод построения общих решений. Характеристические свойства уравнений. Задача Коши. Смешанная задача.</p>	5	10
<p>Тема 2. Линейные однородные уравнения в частных производных первого порядка.</p> <p>Однородное дифференциальное уравнение первого порядка в частных производных. Построение решения задачи Коши. Решение задачи Коши для однородного уравнения с n независимыми переменными. Первый интеграл динамических систем.</p>	5	10
<p>Тема 3. Линейные неоднородные уравнения в частных производных первого порядка.</p> <p>Неоднородное уравнение. Задача Коши для неоднородного уравнения. Общая задача Коши для неоднородного уравнения. Первые интегралы для линейных неоднородных систем уравнений в частных производных первого порядка.</p>	5	10
<p>Тема 4. Нелинейные уравнения в частных производных первого порядка.</p> <p>Понятие характеристики квазилинейного уравнения. Решение задачи Коши для квазилинейного уравнения. Решение задачи Коши для нелинейного уравнения с частными производными первого порядка. Об эвристическом подходе к нелинейным волновым уравнениям.</p>	5	10
<p>Тема 5. Полный, общий и особый интегралы уравнений в частных производных первого порядка.</p> <p>Аналитические методы выделения решений систем дифференциальных уравнений с двумя независимыми переменными. Консервативные системы квазилинейных уравнений. Потенциал решения консервативной системы квазилинейных уравнений. Постановка задачи Коши для системы квазилинейных уравнений гиперболического типа. Нелинейные волны в среде без дисперсии и диссипации. Волны в нелинейной среде с диссипацией. Волны в нелинейных средах с дисперсией. Солитоны.</p>	5	10
<p>Тема 6. Геометрическая теория уравнений в частных производных первого порядка.</p> <p>Геометрические приложения дифференциального исчисления: уравнения кривых и их виды, касательная и нормаль, выпуклость, кривизна, эволюты кривых, огибающие кривые, касательные плоскости и нормали, огибающие, линии на поверхности и кривизна поверхностей. Геометрическая интерпретация линейных и квазилинейных уравнений в частных производных первого порядка. Геометрическая интерпретация нелинейных уравнений с двумя независимыми переменными.</p>	5	10
Итого	30	60

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчётности
Постановка задачи об интегрировании уравнений с частными производными.	Классификация уравнений. Характеристические свойства уравнений.	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, решённые задачи
Линейные однородные уравнения в частных производных первого порядка.	Решение задачи Коши для однородного уравнения с n независимыми переменными.	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, решённые задачи
Линейные неоднородные уравнения в частных производных первого порядка.	Неоднородное уравнение. Задача Коши для неоднородного уравнения.	1	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, решённые задачи
Нелинейные уравнения в частных производных первого порядка.	Решение задачи Коши для квазилинейного уравнения. Решение задачи Коши для нелинейного уравнения с частными производными первого порядка.	1	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, решённые задачи
Полный, общий и особый интегралы уравнений в частных производных первого порядка.	Нелинейные волны в среде без дисперсии и диссипации. Волны в нелинейной среде с диссипацией. Волны в нелинейных средах с дисперсией. Солитоны.	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, решённые задачи
Геометрическая теория уравнений в частных производных первого порядка.	Уравнения кривых и их виды, касательная и нормаль, выпуклость, кривизна, эволюты кривых, огибающие кри-	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, решённые задачи

	вые, касательные плоскости и нормали, огибающие, линии на поверхности и кривизна поверхностей.				
Итого		10			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1 – способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики.	посещение, задачи, реферат, домашняя работа, зачет с оценкой	41-60
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять основные методы решения задач, сформулированными	посещение, задачи, реферат, домашняя работа, зачет с оценкой	61-100

			ми в рамках физики, математики и информатики. Владеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики, и применить их в профессиональной деятельности.		
--	--	--	---	--	--

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры домашних заданий

1. Найти собственные числа и собственные значения задачи Дирихле для оператора Лапласа в области: $0 < x < a, 0 < y < b$.

2. Найти решение уравнения со стационарной неоднородностью $u_{tt} = a^2 u_{xx} + Ashx$ с нулевыми начальными условиями и граничными условиями $u(0,t) = B, u(l,t) = C$ в области $0 \leq x \leq l$.

3. Найти поперечные колебания прямоугольной мембраны $0 \leq x \leq l_1, 0 \leq y \leq l_2$ с закреплённым краем, вызванные непрерывно распределённой по мембране и перпендикулярной к её поверхности силой с плотностью $F(x,y,t) = A(x,y)\sin(\omega t)$. Рассмотреть случай резонанса.

4. Найти решение неоднородного уравнения теплопроводности

$$u_t = a^2 u_{xx} + f(x, t)$$

с начальным условием $u(x,0) = \varphi(x)$ и граничными условиями $u(0,t) = u(l,t) = 0$.

5. Найти функцию Грина для полупространства и полуплоскости в случае первой краевой задачи.

6. Построить функцию источника для сферы и круга методом электростатических изображений.

7. Получить рекуррентные формулы для полиномов Лежандра.

8. Найти собственные значения и собственные функции уравнения

$$\frac{d}{dx} \left[(1-x^2) \frac{dy}{dx} \right] + \left(\lambda - \frac{m^2}{1-x^2} \right) y = 0,$$

$-1 < x < 1$ при условии ограниченности $|y(\pm 1)| < \infty$.

9. Найти решения для уравнения Лапласа на сфере с условием ограниченности функции на всей сфере.

10. Получить сферические функции для $l = 1$ (р-функции) и $l = 2$ (d-функции).

Примеры вариантов задач

Вариант 1

1. Является ли система векторов $\sin x, \sin 2x, \dots, \sin nx, \dots$ линейного пространства $C(R)$ линейно зависимой?

2. Найти собственные числа и собственные функции линейного оператора d^2/dx^2 , заданного на множестве функций с граничными условиями $U(0) = 0, U(\pi) = 0$.

3. Пусть операторы A, B – самосопряжённые. Доказать, что оператор $\Gamma^1[A, B]$ – самосопряжённый.

4. Выяснить каким уравнением является следующее выражение:

$$u_{xy} + 2 \frac{\partial}{\partial x} (u_x^2 + u) - 6x \sin y = 0.$$

5. Привести к каноническому виду уравнение

$$e^{2x} u_{xx} + 2e^{x+y} u_{xy} + e^{2y} u_{yy} = 0.$$

Вариант 2

1. Доказать, что произведение самосопряжённых операторов является самосопряжённым в том, и только в том случае, когда они коммутируют.

2. Найти собственное значение оператора $A = -d^2/dx^2$, принадлежащее собственной функции $\Psi = \sin 2x$.

3. Является ли указанное равенство дифференциальным уравнением:

$$\frac{\partial}{\partial x} \tan u + u_x \sec^2 u - 3u + 2 = 0.$$

4. Определить тип уравнения:

$$a_{xx} + 2u_{xy} + u_{yy} + u_x + u_y + 3u - xy^2 = 0.$$

5. Привести к каноническому виду уравнение

$$u_{xx} + xuy_{yy} = 0.$$

Темы рефератов

1. Частные решения уравнения Эйлера.
2. Сферические гармоники и шаровые функции.
3. Гармонический осциллятор.
4. Общее уравнение теории специальных функций.
5. Приведение к каноническому виду уравнения гипергеометрического типа.
6. Волны на поверхности воды.
7. Обобщённые функции.
8. Уравнение диффузии в анизотропной среде.
9. Уравнение Шредингера с кубической нелинейностью.
10. Осциллятор на струне (модель Лэмба).

Вопросы на зачёте с оценкой

1. Линейные пространства.
2. Евклидовы и эрмитовы пространства.
3. Линейные операторы. Матрица линейного оператора. Инвариантные подпространства.
4. Собственные векторы и собственные значения линейных операторов.
5. Сопряжённые и нормальные операторы.
6. Задача Штурма – Лиувилля.
7. Группы. Примеры групп, имеющих приложение в физике.
8. Группы преобразований и однородные пространства. Условия инвариантности уравнений движения.
9. Представления групп. Представление группы симметрии уравнения Шредингера, реализующееся на его собственных функциях.
10. Разложение функций в ряд Тейлора.
11. Гильбертовы пространства. Ортогональные системы функций. Ряды Фурье.
12. Интеграл Фурье.
13. Преобразование Фурье.
14. Вывод уравнения колебаний струны.
15. Вывод уравнения теплопроводности.
16. Общее решение одномерного волнового уравнения.
17. Задача Коши для одномерного волнового уравнения.

18. Смешанная задача для уравнения колебаний закреплённой струны.
19. Задача Коши для одномерного уравнения теплопроводности.
20. Трёхмерное волновое уравнение. Плоские волны.
21. Трёхмерное волновое уравнение. Сферические волны.
22. Уравнение Лапласа.
23. Уравнение Кортевега-де-Вриза.
24. Стационарные решения уравнения Кортевега-де-Вриза.
25. Задачи, приводящие к уравнению Лежандра. Полиномы Лежандра.
26. Полиномы Эрмита и Лагерра.
27. Решение уравнения Лапласа в сферических координатах.
28. Ортогональность системы сферических функций.
29. Ротатор.
30. Движение электронов в кулоновском поле.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе положения «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов МГОУ», утверждённого решением Ученого совета МГОУ от 20 февраля 2012 г. протокол № 4.

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам:

100 – 81 баллов – «отлично» (5); 80 – 61 баллов – «хорошо» (4); 60 – 41 баллов – «удовлетворительно» (3); до 40 баллов – «неудовлетворительно».

В зачётно-экзаменационную ведомость и зачётную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на зачёте с оценкой неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

Процедура оценивания знаний и умений состоит из следующих составных элементов:

- 1) учёт посещаемости лекционных и практических занятий осуществляется по ведомости, представленной ниже в форме таблицы;
- 2) текущий контроль.

Московский государственный областной университет
Ведомость учёта посещения
Физико-математический факультет

Направление: Физика

Дисциплина: Уравнения математической физики

Группа № _____

Преподаватель: _____

№ п/п	Фамилия И.О. студента	Посещение занятий							Итого %	
		1	2	3	4				18
1.		+	-	+	-				+	61
2.		-	+	+	+				+	66

**Московский государственный областной университет
Ведомость учёта текущей успеваемости
Физико-математический факультет**

Направление: Физика

Дисциплина: Уравнения математической физики

Группа № _____

Преподаватель: _____

№ п/п	Фамилия И.О.	Сумма баллов, набранных в семестре				Подпись преподав.	Сумма баллов за зачёт с оценкой	Общая сумма баллов	Итоговая оценка		Подпись преподавателя
		Посещение	Задачи	Дом. задания	Защита реферата				Цифра	Пропись	
		до 20 баллов	до 10 баллов	до 10 баллов	до 10 баллов		до 50 баллов				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.											
2.											
3.											

Шкала и критерии оценивания посещаемости

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент посетил 81-100% от всех занятий.	16-20
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент посетил 61-80% от всех занятий.	11-15
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент посетил 41-60% от всех занятий	6-10
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент посетил 0-40% от всех занятий	0-5

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 81-100% от всех задач	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент решил 61-80% от всех задач	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 41-60% от всех задач	2-4

<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-40% от всех задач	0-1
-----------------------------	--	-----

Шкала и критерии оценивания домашней работы

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент выполнил 71-90% от всех домашних работ	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент выполнил 51-70% от всех домашних работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент выполнил 31-50% от всех домашних работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент выполнил 0-30% от всех домашних работ	0-1

Шкала и критерии оценивания написания реферата

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент отобразил в реферате 71-90% выбранной темы.	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент отобразил в реферате 51-70% выбранной темы	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент отобразил в реферате 31-50% выбранной темы	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент отобразил в реферате 0-30% выбранной темы	0-1

Структура оценивания зачета с оценкой

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Полные и точные ответы на все вопросы. Свободное владение основными терминами и понятиями курса. Последовательное и логичное изложение материала курса. Законченные выводы и обобщения по теме вопросов. Исчерпывающие ответы на вопросы.	41 – 50
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Ответы на вопросы содержат от одной до трёх негрубых ошибок. Уверенное владение терминами и понятиями курса. Изложение материала курса почти всегда логично и последовательно. Выводы и обобщения по теме вопросов содержат до трёх логически незаконченных положений. Ответы на вопросы в основном исчерпывающие.	31 – 40
<i>Удовлетворительный</i>	Ответы на вопросы в целом правильные, но содержат более трёх ошибок, в том числе грубых. Владение терминами и понятиями курса неуверенное. Изложение материала часто нелогично и не всегда последовательно. Выводы и обобщения по теме вопросов содержат более трёх логически незаконченных положений. Ответы на вопросы неполные.	21 – 30
<i>Неудовлетворительный</i>	Правильные ответы на менее половины вопросов. Отсутствие владения основными понятиями курса. Материал изложен нелогично, непоследовательно и неправильно. Выводы и обобщения по теме вопросов почти всегда содержат логически незаконченные темы.	0 – 20

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Полянин, А. Д. Нелинейные уравнения математической физики в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для академического бакалавриата / А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 322 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02296-4. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E32C40E9-5C2E-43F1-B873-2D8278E357B8.
2. Полянин, А. Д. Нелинейные уравнения математической физики в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для академического бакалавриата / А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 368 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02301-5. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/920B699F-1A2A-4CBA-8F18-7607112E1645.
3. Полянин, А. Д. Нелинейные уравнения математической физики и механики. Методы решения : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев, А. И. Журов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 256 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02317-6. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/BA8375FD-BC61-4F27-98E2-27AF3AFDF2E4.
4. Уравнения математической физики. Нелинейные интегрируемые уравнения : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / А. В. Жибер, Р. Д. Муртазина, И. Т. Хабибуллин, А. Б. Шабат. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 375 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-03041-9. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/771C984F-6865-4C58-975B-8020A14E00FF.
5. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для академического бакалавриата / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 255 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/C7FE0C81-16DA-445E-8656-3A19CFB1170A.
6. Жуковский, В. И. Дифференциальные уравнения. Линейно-квадратичные дифференциальные игры : учебное пособие для вузов / В. И. Жуковский, А. А. Чикрий ; отв. ред. В. А. Плотников. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 322 с. — (Серия : Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-05016-5. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E97856E1-9633-42EE-9297-E1037D92F170.

6.2. Дополнительная литература

1. Дифференциальные уравнения. Устойчивость и оптимальная стабилизация : учебное пособие для вузов / А. Н. Сесекин [и др.] ; под науч. ред. А. Ф. Шорикова; отв. ред. А. Н. Сесекин. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 119 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-08215-9. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/F9F47DC5-E693-4583-BE6A-C7BFA99948DF.
2. Зайцев, В. Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 : справочник для академического бакалавриата / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 385 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02685-6. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/16DB2B88-BE82-4932-B402-205C650B928D.
3. Зайцев, В. Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 2 : справочник для академического бакалавриата / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 196 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02690-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/EE008BB5-D2EF-44D6-A78C-671F85F9F511.

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий.
2. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лабораторных и практических занятий.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru
pravo.gov.ru
www.edu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием.

- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;

- лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием: комплект учебной мебели, проектор, проекционная доска, персональный компьютер с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ.