

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

06 октября 2020 г.

Кафедра «Цифровые технологии управления транспортными процессами»

Автор Братусь Александр Сергеевич, д.ф.-м.н., профессор

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Уравнения математической физики**

Направление подготовки: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика

Профиль: Математические модели в экономике и технике

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2020

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 3 05 октября 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">Н.А. Клычева</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 2 02 октября 2020 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">В.Е. Нутович</p>
--	--

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5665  
Подписал: Заведующий кафедрой Нутович Вероника Евгеньевна  
Дата: 02.10.2020

Москва 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины Уравнения математической физики является изучение методов решения дифференциальных уравнений в частных производных. Они возникают при изучении фундаментальных проблем в различных областях естествознания (распространение волн, процесс теплопередачи, изгиб упругих тел и т.д.). Курс является естественным продолжением курса «Дифференциальных уравнений», тем не менее, он значительно сложнее в методическом отношении, поскольку требует синтеза знаний из разных областей математики и физики. Курс начинается с изучения методов решения уравнений первого порядка, полученных из общего уравнения переноса, после чего исследуются модели, как линейных, так и нелинейных волн. Далее подробно изучаются простейшие гиперболические, параболические и эллиптические уравнения. Большое внимание уделяется постановке и физическому смыслу краевых задач. Метод Фурье разделения переменных излагается, как универсальный метод, пригодный к решению уравнений любых типов.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Уравнения математической физики" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Дифференциальные уравнения:**

Знания: основные понятия

Умения: применять изученные операции при решении конкретных задач

Навыки: основными операциями

#### **2.1.2. Математический анализ:**

Знания: основные понятия из интегрального и дифференциального исчисления, теории рядов

Умения: применять изученные в курсе (дифференцирование, интегрирование и др.) при решении конкретных задач

Навыки: основными операциями (дифференцирование, интегрирование и др.)

#### **2.1.3. Функциональный анализ:**

Знания: основные понятия

Умения: применять изученные операции при решении конкретных задач

Навыки: основными операциями

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

#### **2.2.1. Теория оптимального управления**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКС-1 Уметь ставить цели создания системы, разрабатывать концепцию системы и требования к ней, выполнять декомпозицию требований к системе	ПКС-1.1 В достаточном объеме владеет понятиями и фактами из области математических, а также других естественно-научных дисциплин. ПКС-1.2 Умеет формулировать постановку задачи и излагать ее. ПКС-1.3 Выделяет и классифицирует существенные подзадачи при анализе системы. ПКС-1.4 Знает, анализирует и сравнивает имеющиеся методы и средства решения прикладных задач.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 6
Контактная работа	64	64,15
Аудиторные занятия (всего):	64	64
В том числе:		
лекции (Л)	32	32
практические (ПЗ) и семинарские (С)	32	32
Самостоятельная работа (всего)	17	17
Экзамен (при наличии)	27	27
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	Раздел 1 Уравнения в частных производных 1-го порядка	6				4	10	
2	6	Тема 1.1 Уравнение переноса. Линейные и нелинейные волны. Постановка задачи Коши. Построение решений однородных линейных и неоднородных линейных (квазилинейных) уравнений методом характеристик.	6				4	10	
3	6	Раздел 2 Уравнения в частных производных 2-го порядка	13		4		1	18	
4	6	Тема 2.1 Классификация уравнений в частных производных 2-го порядка. Теорема Коши-Ковалевской. Пример Адамара. Понятие о корректности решения задачи Коши.	6		2		1	9	
5	6	Тема 2.2 Канонические формы уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Отыскание общих решений.	7		2			9	
6	6	Раздел 3 Волновое уравнение	5		10		5	20	
7	6	Тема 3.1	1		2		1	4	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Уравнение колебаний струны. Начально-краевые задачи для полуограниченной струны. Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнения колебаний струны.							
8	6	Тема 3.2 Уравнение колебаний струны. Применение формулы Даламбера к решению задачи Коши для волнового уравнения.	1		2		1	4	
9	6	Тема 3.3 Начально-краевые задачи для полуограниченной струны (метод падающей и отраженной волн; метод отражения волн (задачи с однородным краевым условием)).	1				1	2	
10	6	Тема 3.4 Начально-краевые задачи для полуограниченной струны (четное /нечетное продолжение начальных данных/метод редукции).	1		2		1	4	
11	6	Тема 3.5 Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнений колебаний струны (задача Штурма-Лиувилля (на собственные	1		4		1	6	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		значения) и ее решение, разложение по собственным функциям; решение однородных краевых задач для волнового уравнения с помощью метода Фурье ).							
12	6	Раздел 4 Уравнение теплопроводности	5		8		5	18	
13	6	Тема 4.1 Уравнение теплопроводности. Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнения теплопроводности. Принцип максимума. Формула Пуассона.	1				1	2	ПК1, Опросы. Контрольная работа.
14	6	Тема 4.2 Уравнение теплопроводности. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности	1		2		1	4	
15	6	Тема 4.3 Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные уравнения.	1		2		1	4	
16	6	Тема 4.4 Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные краевые условия. Формула Пуассона.	1		4		1	6	
17	6	Тема 4.5 Уравнение	1				1	2	ПК2, Опросы.

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/П	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		теплопроводности							Контрольная работа
18	6	Раздел 5 Уравнение Лапласа	3		10		2	15	
19	6	Тема 5.1 Метод Фурье для решения краевых задач в круге и кольце. Функция Грина для решения задачи Дирихле. Метод конформных отображений для решения краевых задач на плоскости.	1		4		1	6	
20	6	Тема 5.2 Краевые задачи в прямоугольнике. Краевая задача Дирихле в кольце.	1		2		1	4	
21	6	Тема 5.3 Внутренняя и внешняя задачи Дирихле для круга.	1		4			5	
22	6	Экзамен						27	ЭК
23		Всего:	32		32		17	108	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 32 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	6	РАЗДЕЛ 2 Уравнения в частных производных 2-го порядка Тема: Классификация уравнений в частных производных 2-го порядка. Теорема Коши-Ковалевской. Пример Адамара. Понятие о корректности решения задачи Коши.	Классификация уравнений в частных производных 2-го порядка. Теорема Коши-Ковалевской. Пример Адамара. Понятие о корректности решения задачи Коши.	2
2	6	РАЗДЕЛ 2 Уравнения в частных производных 2-го порядка Тема: Канонические формы уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Отыскание общих решений.	Канонические формы уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Отыскание общих решений.	2
3	6	РАЗДЕЛ 3 Волновое уравнение Тема: Уравнение колебаний струны. Начально-краевые задачи для полуограниченной струны. Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнения колебаний струны.	Уравнение колебаний струны. Применение формулы Даламбера к решению задачи Коши для волнового уравнения.	2
4	6	РАЗДЕЛ 3 Волновое уравнение Тема: Уравнение колебаний струны. Применение формулы Даламбера к решению задачи Коши для волнового уравнения.	Начально-краевые задачи для полуограниченной струны (метод падающей и отраженной волн; метод отражения волн (задачи с однородным краевым условием)).	2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
5	6	РАЗДЕЛ 3 Волновое уравнение Тема: Начально-краевые задачи для полуограниченной струны (четное /нечетное продолжение начальных данных/метод редукции).	Начально-краевые задачи для полуограниченной струны (четное /нечетное продолжение начальных данных).	2
6	6	РАЗДЕЛ 3 Волновое уравнение Тема: Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнений колебаний струны (задача Штурма-Лиувилля (на собственные значения) и ее решение, разложение по собственным функциям; решение однородных краевых задач для волнового уравнения с помощью метода Фурье ).	Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнений колебаний струны (задача Штурма-Лиувилля (на собственные значения) и ее решение, разложение по собственным функциям; решение однородных краевых задач для волнового уравнения с помощью метода Фурье ).	4
7	6	РАЗДЕЛ 4 Уравнение теплопроводности Тема: Уравнение теплопроводности. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности	Уравнение теплопроводности. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности.	2
8	6	РАЗДЕЛ 4 Уравнение теплопроводности Тема: Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные уравнения.	Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные уравнения.	2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
9	6	РАЗДЕЛ 4 Уравнение теплопроводности Тема: Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные краевые условия. Формула Пуассона.	Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные краевые условия. Формула Пуассона.	4
10	6	РАЗДЕЛ 5 Уравнение Лапласа Тема: Метод Фурье для решения краевых задач в круге и кольце. Функция Грина для решения задачи Дирихле. Метод конформных отображений для решения краевых задач на плоскости.	Уравнение Лапласа. Метод Фурье для решения краевых задач в круге и кольце. Функция Грина для решения задачи Дирихле. Метод конформных отображений для решения краевых задач на плоскости.	4
11	6	РАЗДЕЛ 5 Уравнение Лапласа Тема: Краевые задачи в прямоугольнике. Краевая задача Дирихле в кольце.	Краевые задачи в прямоугольнике. Краевая задача Дирихле в кольце.	2
12	6	РАЗДЕЛ 5 Уравнение Лапласа Тема: Внутренняя и внешняя задачи Дирихле для круга.	Внутренняя и внешняя задачи Дирихле для круга.	4
ВСЕГО:				32/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы) не предусмотрены

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 1. Метод проблемного изложения материала

практические занятия

Изложение теоретического материала и разбор конкретных ситуаций и задач при активном диалоге с обучающимися

### 2. Интерактивная форма проведения занятий

практические занятия

Использование мультимедийного оборудования, компьютерных технологий и сетей

Самостоятельная работа, в т.ч. в диалоге с преподавателем

Изучение литературы с последующим обсуждением

### 3. Дистанционное обучение

Самостоятельная работа, в т.ч. в диалоге с преподавателем

Использование компьютерных технологий и сетей; работа в библиотеке.

Проведение занятий по дисциплине возможно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

В процессе проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий применяются современные образовательные технологии, такие как (при необходимости):

- использование современных средств коммуникации;
- электронная форма обмена материалами;
- дистанционная форма групповых и индивидуальных консультаций;
- использование компьютерных технологий и программных продуктов, необходимых для сбора и систематизации информации, проведения требуемых программой расчетов и т.д.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	6	РАЗДЕЛ 1 Уравнения в частных производных 1-го порядка Тема 1: Уравнение переноса. Линейные и нелинейные волны. Постановка задачи Коши. Построение решений однородных линейных и неоднородных линейных (квазилинейных) уравнений методом характеристик.	Проработка учебного материала. Решение задач (однородные и неоднородные линейные уравнения в частных производных первого порядка и задача Коши для них). [1,2,3,7].	4
2	6	РАЗДЕЛ 2 Уравнения в частных производных 2-го порядка Тема 1: Классификация уравнений в частных производных 2-го порядка. Теорема Коши-Ковалевской. Пример Адамара. Понятие о корректности решения задачи Коши.	Проработка учебного материала. Решение задач (приведение к канонической форме и отыскание решений уравнений в частных производных второго порядка). [1,2,3,7]	1
3	6	РАЗДЕЛ 3 Волновое уравнение Тема 1: Уравнение колебаний струны. Начально-краевые задачи для полуограниченной струны. Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнения колебаний струны.	Проработка учебного материала. Решение задач (формула Даламбера, решение начально-краевых задач для волнового уравнения на полупрямой и отрезке). [2,3,7,9,11]	1
4	6	РАЗДЕЛ 3 Волновое уравнение Тема 2: Уравнение колебаний струны. Применение формулы Даламбера к решению задачи Коши для волнового уравнения.	Проработка учебного материала. Решение задач (формула Даламбера, решение начально-краевых задач для волнового уравнения на полупрямой и отрезке). [2,3,7,9,11]	1
5	6	РАЗДЕЛ 3 Волновое уравнение	Проработка учебного материала. Решение задач (формула Даламбера, решение	1

		Тема 3: Начально-краевые задачи для полуограниченной струны (метод падающей и отраженной волн; метод отражения волн (задачи с однородным краевым условием)).	начально-краевых задач для волнового уравнения на полупрямой и отрезке). [2,3,7,9,11]	
6	6	РАЗДЕЛ 3 Волновое уравнение Тема 4: Начально-краевые задачи для полуограниченной струны (четное /нечетное продолжение начальных данных/метод редукции).	Проработка учебного материала. Решение задач (формула Даламбера, решение начально-краевых задач для волнового уравнения на полупрямой и отрезке). [2,3,7,9,11]	1
7	6	РАЗДЕЛ 3 Волновое уравнение Тема 5: Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнений колебаний струны (задача Штурма-Лиувилля (на собственные значения) и ее решение, разложение по собственным функциям; решение однородных краевых задач для волнового уравнения с помощью метода Фурье ).	Проработка учебного материала. Решение задач (формула Даламбера, решение начально-краевых задач для волнового уравнения на полупрямой и отрезке). [2,3,7,9,11]	1
8	6	РАЗДЕЛ 4 Уравнение теплопроводности Тема 1: Уравнение теплопроводности. Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнения теплопроводности. Принцип максимума. Формула Пуассона.	Проработка учебного материала. Решение задач (метод Фурье для начально-краевых задач для уравнения теплопроводности, решение задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой). Проработка учебного материала. [2,3,7, 9,11]	1
9	6	РАЗДЕЛ 4 Уравнение теплопроводности Тема 2: Уравнение теплопроводности. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности	Проработка учебного материала. Решение задач (метод Фурье для начально-краевых задач для уравнения теплопроводности, решение задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой). Проработка учебного материала. [2,3,7, 9,11]	1
10	6	РАЗДЕЛ 4	Проработка учебного материала. Решение	1

		Уравнение теплопроводности Тема 3: Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные уравнения.	задач (метод Фурье для начально-краевых задач для уравнения теплопроводности, решение задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой). Проработка учебного материала. [2,3,7, 9,11]	
11	6	РАЗДЕЛ 4 Уравнение теплопроводности Тема 4: Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные краевые условия. Формула Пуассона.	Проработка учебного материала. Решение задач (метод Фурье для начально-краевых задач для уравнения теплопроводности, решение задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой). Проработка учебного материала. [2,3,7, 9,11]	1
12	6	РАЗДЕЛ 4 Уравнение теплопроводности Тема 5: Уравнение теплопроводности	Проработка учебного материала. Решение задач (метод Фурье для начально-краевых задач для уравнения теплопроводности, решение задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой). Проработка учебного материала. [2,3,7, 9,11]	1
13	6	РАЗДЕЛ 5 Уравнение Лапласа Тема 1: Метод Фурье для решения краевых задач в круге и кольце. Функция Грина для решения задачи Дирихле. Метод конформных отображений для решения краевых задач на плоскости.	Проработка учебного материала. Решение задач (метод Фурье для решения краевых задач в круге и кольце, метод конформных отображений для решения краевых задач на плоскости). [2,3,7, 9,11]	1
14	6	РАЗДЕЛ 5 Уравнение Лапласа Тема 2: Краевые задачи в прямоугольнике. Краевая задача Дирихле в кольце.	Проработка учебного материала. Решение задач (метод Фурье для решения краевых задач в круге и кольце, метод конформных отображений для решения краевых задач на плоскости). [2,3,7, 9,11]	1
ВСЕГО:				17

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Уравнения в частных производных. Часть 1. Методические указания к практическим занятиям.	Братусь А.С., Чумерина Е.С	М.: МИИТ, 2010 НТБ МИИТ	Все разделы
2	Математическая физика : конспект лекций для студ. техн. спец. ИПСС, ИТТОП, ИСУТЭ	Пугина, Л.В.	М. : МИИТ, 2010 НТБ МИИТ	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
3	Задачи по уравнениям математической физики	М.М. Смирнов	Наука, 1975 НТБ МИИТ	Все разделы
4	Курс математической физики.	Михлин С. Г.	Наука, 1968 НТБ МИИТ	Все разделы
5	Линейные уравнения в частных производных	Михлин С. Г.	Высшая школа, 1977 НТБ МИИТ	Все разделы
6	Уравнения в частных производных математической физики.	Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М.	Гос. изд-во физ.-мат. лит, 1962 НТБ МИИТ	Все разделы
7	Уравнения математической физики.	Тихонов А.Н., Самарский А.А	Наука, 1974 НТБ МИИТ	Все разделы
8	Методы математической физики и специальные функции.	Арсенин В.Я.	Наука, 1974 НТБ МИИТ	Все разделы
9	Практическое решение уравнений математической физики.	Комеч А.И.	МГУ, 1993 НТБ МИИТ	Все разделы
10	Методическое пособие по решению задач к курсу «Уравнения математической физики».	Филимонов А.М., Зверкина Г.А.	МИИТ, 1992 НТБ МИИТ	Все разделы
11	Дифференциальные уравнения математической физики	Л.К. Мартинсон, Ю.И. Малов	МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 НТБ МИИТ	Все разделы

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Не требуются.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

При организации обучения по дисциплине с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может понадобиться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, WhatsApp и т.п.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Лекционная аудитория и аудитория для проведения семинарских занятий. Специального оборудования не требуется.

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Регулярно выполнять домашние задания, изучать дополнительные материалы, повторять темы из предыдущих семестров. Интересующимся студентам рекомендуется участвовать в студенческих олимпиадах.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления