МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Уравнения математической физики

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование и системный анализ

Форма обучения: Очная

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

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 1343395
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Тищенко Сергей Александрович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных уравнений математической физики (уравнения переноса, волнового уравнения, уравнения теплопроводности, уравнения Лапласа) и методов решения начальных и краевых задач для них;

- формирование представлений о построении математических моделей физических процессов (колебаний, распространения волн, теплопроводности, стационарных полей) в виде дифференциальных уравнений в частных производных;

- ознакомление с современным аппаратом математической физики: обобщенными функциями, функцией Грина, методами функционального анализа.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- формирование навыков классификации уравнений в частных производных и приведения уравнений второго порядка к каноническому виду;

- формирование навыков решения задачи Коши и смешанных краевых задач для гиперболических, параболических и эллиптических уравнений методом характеристик, по формуле Даламбера, методом Фурье и методом функции Грина;

- развитие математического мышления и умения применять методы математической физики при постановке и решении прикладных задач, включая анализ корректности постановки задачи.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-4 - Уметь ставить цели создания системы, разрабатывать концепцию системы и требования к ней, выполнять декомпозицию требований к системе.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- основные уравнения математической физики и их вывод, классификацию уравнений второго порядка, постановки задачи Коши и краевых задач (Дирихле, Неймана, третьей краевой задачи), понятие корректности постановки задачи;

- методы решения уравнений в частных производных: метод характеристик, формулу Даламбера, метод Фурье, формулу и интеграл Пуассона, метод функции Грина, а также основы теории обобщенных функций.

Уметь:

- строить общие решения уравнений в частных производных первого порядка, классифицировать уравнения второго порядка и приводить их к каноническому виду;
- решать задачу Коши и смешанные задачи для волнового уравнения и уравнения теплопроводности, краевые задачи для уравнения Лапласа в круге, кольце, внешности круга и полуплоскости.

Владеть:

- методами решения типовых задач математической физики: методом характеристик, методом Фурье, методом функции Грина;
- навыками постановки задач математической физики: декомпозиции прикладной задачи, построения ее математической модели, выбора начальных и краевых условий и метода решения.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	96
В том числе:		
Занятия лекционного типа	48	48
Занятия семинарского типа	48	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации

образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 48 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Уравнения в частных производных 1-го порядка Рассматриваемые вопросы: уравнение в частных производных 1 порядка. геометрический смысл постановка задачи Коши;
2	Уравнения в частных производных 1-го порядка Рассматриваемые вопросы: понятие 1 интеграла системы ОДУ характеристическая система построение решений однородных линейных и неоднородных линейных и квазилинейных уравнений
3	Уравнения в частных производных 2-го порядка Рассматриваемые вопросы: классификация уравнений в частных производных 2-го порядка; канонические формы уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами;
4	Вывод основных уравнений математической физики Рассматриваемые вопросы: вывод уравнения переноса; вывод волнового уравнения; вывод уравнения неразрывности; вывод уравнения теплопроводности; вывод уравнения Лапласа;
5	Одномерное волновое уравнение Рассматриваемые вопросы: построение общего решения; формула Даламбера, характеристический треугольник; полубесконечная струна.
6	Простейшая смешанная задача для волнового уравнения Рассматриваемые вопросы: постановка задачи; схема метода Фурье для простейшей задачи;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	неоднородное волновое уравнение; неоднородные краевые условия;
7	Схема метода Фурье для более общих задач Рассматриваемые вопросы: -неоднородное волновое уравнение; -неоднородные краевые условия;
8	Обоснование метода Фурье в простейшей смешанной задаче для волнового Рассматриваемые вопросы: условия согласования; интеграл энергии; единственность решения
9	Корректность постановок задач Рассматриваемые вопросы: корректность смешанной задачи для волнового уравнения; пример Адамара;
10	Смешанная задача для уравнения теплопроводности Рассматриваемые вопросы: схема метода Фурье для уравнения теплопроводности неоднородное уравнение для уравнения теплопроводности; неоднородные краевые условия;
11	Схема метода Фурье для более общих задач для уравнения теплопроводности Рассматриваемые вопросы: неоднородное уравнение теплопроводности; неоднородные краевые условия;
12	Обоснование метода Фурье в простейшей смешанной задаче для уравнения Рассматриваемые вопросы: условия согласования; принцип максимума; единственность решения; бесконечная дифференцируемость решений
13	Задача Коши для уравнения теплопроводности Рассматриваемые вопросы: задача Коши для уравнения теплопроводности
14	Постановка задач для уравнения Лапласа Рассматриваемые вопросы: гармонические функции задача Дирихле задача Неймана третья краевая задача внешние и внутренние задачи
15	Схема метода Фурье для уравнения Лапласа в круге интеграл Пуассона аналитичность решения
16	Свойства решений задачи Дирихле для уравнения Лапласа Рассматриваемые вопросы: принцип максимума для уравнения Лапласа единственность решения задача Неймана

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
17	Интеграл Пуассона Рассматриваемые вопросы: аналитичность решения интеграл Пуассона
18	Задача Неймана Рассматриваемые вопросы: постановка задачи Неймана физический смысл условия разрешимости задачи Неймана
19	Функция Грина для задачи Дирихле Рассматриваемые вопросы: формулы Грина понятие дельта-функции выражение решения через функцию Грина
20	Пространство основных и обобщенных функций Рассматриваемые вопросы: Сходимость в пространстве основных функций регулярные и сингулярные функции
21	Свойства обобщенных функций Рассматриваемые вопросы: линейность предельный переход
22	Дельта-образные последовательности Рассматриваемые вопросы: критерий дельто-образности последовательности примеры дельта-образных последовательностей
23	Понятие дельта-функции Рассматриваемые вопросы: дельта-функция выражение решения через функцию Грина
24	Методы функционального анализа Рассматриваемые вопросы: функционал энергии обобщенное решение

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Уравнения с частными производными первого порядка. Отыскание общих решений В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению общих решений уравнений с частными производными первого порядка.
2	Классификация уравнений в частных производных 2-го порядка. В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по классификации уравнений в частных производных 2-го порядка.
3	Уравнение колебаний струны В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по применению формулы Даламбера к решению задачи Коши для неограниченной струны.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
4	Начально-краевые задачи для полуограниченной струны (метод падающей и отраженной волн; метод отражения волн (задачи с однородным краевым условием)) В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по решению задач для полуограниченной сруны.
5	Начально-краевые задачи для полуограниченной струны — неоднородное краевое условие В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по решению смешанных задач для полуограниченной струны.
6	Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнений колебаний струны; В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по решению смешанных задач для ограниченной струны с однородными краевыми условиями.
7	Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнений колебаний струны; В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по решению смешанных задач для ограниченной струны с неоднородными краевыми условиями.
8	Метод Фурье для отыскания решений начально-краевых задач для уравнений колебаний струны; В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по решению смешанных задач для ограниченной струны с ненулевой правой частью
9	Уравнение теплопроводности. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по решению смешанных задач для уравнения теплопроводности.
10	Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные уравнения В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения смешанных неоднородных задач.
11	Уравнение теплопроводности. Распространение метода Фурье на неоднородные краевые условия В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения смешанных задач с неоднородными краевыми условиями.
12	Уравнение теплопроводности для бесконечного стержня. Формула Пуассона В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задачи Коши для неограниченного стержня.
13	Уравнение Лапласа. Метод Фурье для решения задачи Дирихле в круге. В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по применению метода Фурье для уравнения Лапласа в круге.
14	Уравнение Лапласа. Метод Фурье для решения задачи Дирихле в кольце. В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по применению метода Фурье для уравнения Лапласа в кольце.
15	Внешняя задача Дирихле для круга В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в внешности круга.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
16	Уравнение Лапласа. Метод Фурье для решения задачи Неймана в круге. В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по применению метода Фурье для уравнения Лапласа в круге.
17	Уравнение Лапласа. Метод Фурье для решения задачи Неймана в кольце. В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по применению метода Фурье для уравнения Лапласа в кольце.
18	Внешняя задача Неймана для круга В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задачи Неймана для уравнения Лапласа в внешности круга.
19	Краевые задачи в полуплоскости В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в полуплоскости с помощью функции Грина.
20	Пространства основных и обобщенных функций В результате выполнения заданий студент приобретает навыки работы с пространствами основных и обобщенных функций
21	Предельный переход в пространстве обобщенных функций В результате выполнения заданий студент приобретает навыки работы с предельным переходом в пространстве обобщенных функций
22	Дельта-образные последовательности В результате выполнения заданий студент приобретает навыки работы с дельта-образными последовательностями
23	Методы функционального анализа В результате выполнения заданий студент приобретает навыки работы с функционалом энергии
24	Методы функционального анализа В результате выполнения заданий студент приобретает навыки работы с обобщенными решениями

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с литературой.
2	Работа с лекционным материалом.
3	Текущая подготовка к практическим занятиям.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Основные уравнения математической физики. Учебное пособие / Попов А.И., Попов И.Ю.– СПб: Университет	https://books.ifmo.ru/file/pdf/2663.pdf

	ИТМО, 2020. – 200 с. – Электронный ресурс	
2	Уравнения математической физики. Учебное пособие / И.В. Гребенникова.— Екатеринбург: УрФУ, 2020— 164 с. ISBN 978-5-321-02475-1	https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/42951/1/978-5-321-02475-1_2016.pdf

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

- Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (http://library.miit.ru);
- Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);
- Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/);
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://e.lanbook.com/);
- Интернет-университет информационных технологий (http://www.intuit.ru/).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или аналог).
Операционная система Microsoft Windows (или аналог).
Microsoft Office (или аналог).

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры «Математическое моделирование сложных систем» Института железнодорожного транспорта А.М. Филимонов

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ПМ С.А. Тищенко

и.о. заведующего кафедрой ММСС С.А. Тищенко

Председатель учебно-методической комиссии Н.А. Андриянова