



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

А.В. Троицкий

« _____ » _____ 2023 г.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ
И ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ
ДИСЦИПЛИН**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»**

Специальность: 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация №21: Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королёв
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Автор: к.т.н. Скрипкина Е.В. Модуль «Высшая математика»
Рабочая программа дисциплины: «Уравнения математической физики» –
Королев МО: «Технологический университет», 2023.**

Рецензент: к.т.н. Бугай И.В.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Бугай И.В., к.т.н. 				
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 8 от 15.03.2023г.	№ __ от ___. __. 20__ г.			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  Мороз А.П., д.т.н., с.н.с.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023г.	№ __ от ___. __. 20__ г.			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Цель изучения дисциплины:

- дать современные теоретические знания в области уравнений математической физики и практические навыки в решении и исследовании основных типов дифференциальных уравнений с частными производными,
- ознакомить студентов с начальными навыками математического моделирования.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Универсальные компетенции (УК):

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий;

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности;

ОПК-5. Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач;

– ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

Основными задачами дисциплины являются:

- формирование представления о теоретических основах методов математической физики;
- ознакомление с областью применения и современными достижениями математической физики;
- развитие практические навыки по составлению математических моделей простейших физических систем, решению дифференциальных уравнений в частных производных.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Необходимые знания:

УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними;

УК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению;

УК-1.3. Критически оценивает надежность выработать стратегию действий источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников

ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования

ОПК -5.1. Знать: методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, для решения инженерных задач;

ОПК -8.1. Способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя самые современные информационные технологии, способностью критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые программные решения;

Необходимые умения:

УК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов

ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК -5.2. Уметь: применять на практике математические и физические модели, методы и средства проектирования и автоматизации инженерных задач;

ОПК-8.2. Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

Трудовые действия:

УК-1.5. Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области.

ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

ОПК -5.3. Иметь навыки: моделирования и проектирования процессов, для решения инженерных задач.

ОПК-8.3. Способностью разрабатывать с использованием CALS технологий на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, определять алгоритмы и программные решения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Уравнения математической физики» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов».

Дисциплина базируется на знаниях, полученных после прохождения дисциплин: «Линейная алгебра и Аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения» и частично изученных компетенциях УК-1, ОК-2, ОПК-2, ОПК-1,5.

Основные положения дисциплины «Уравнения математической физики» должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Термодинамика и теплопередача», «Механика жидкостей и газов», «Теория поиска и принятия решений», «Основы теории надежности ракетно-космической техники», а также для производственной практики и выполнения выпускной квалификационной работы инженера.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр	Семестр 4	Семестр 5	Семестр
Общая трудоемкость	144		144		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	64		64		
Лекции (Л)	32		32		
Практические занятия (ПЗ)	32		32		
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	80		80		
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы	-		-		
Контрольная работа	+		+		
Текущий контроль знаний	Тест		Тест		
Вид итогового контроля	Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	24		24		
Лекции (Л)	12		12		
Практические занятия (ПЗ)	12		12		
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	120		120		
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы	-		-		
Контрольная работа	+		+		
Вид итогового контроля	Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очн/очн. -заочн	Практи- ческие занятия, час очн/очн.- заочн	Занятия в интерактив- ной форме, час очн/очн.- заочн	Практи- ческая подго- товка	Код компе- тенций
Тема 1. Классификация, канонические формы и методы решения уравнений и краевых задач математической физики	4/2	4/2	-/1	-	УК–1 ОПК–1 ОПК–5 ОПК–8
Тема 2. Уравнения гиперболического типа	8/4	8/4	4/2	-	
Тема 3. Уравнения эллиптического типа.	8/2	8/2	4/2	-	
Тема 4. Уравнения параболического типа	8/2	8/2	4/2	-	
Тема 5. Обобщенные решения	4/2	4/2	4/1	-	
Итого:	32/12	32/12	16/8	-	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Классификация, канонические формы и постановка задач для уравнений математической физики. Предмет и методы дисциплины «Уравнения математической физики». Дифференциальные уравнения в частных производных (ДУЧП), их классификация по форме: линейные, нелинейные и квазилинейные, однородные и неоднородные, с постоянными и с переменными коэффициентами. Формулы преобразования ДУЧП с двумя переменными и с тремя переменными к новым координатам. Приведение уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов к канонической форме.

Тема 2. Уравнения гиперболического типа. Вывод уравнения колебаний струны. Постановка задачи Коши для волнового уравнения в одномерном, двумерном и трёхмерном случаях. Решение задачи Коши для однородного и неоднородного уравнений колебаний струны в случае бесконечной струны, характеристики, формула Даламбера. Полу бесконечная струна. Примеры решения задач Коши для волнового уравнения в одномерном, двумерном и трёхмерном случаях. Метод Фурье решения начально-краевых задач на отрезке для одномерного волнового уравнения. Физическая интерпретация.

Тема 3. Уравнения параболического типа. Вывод одномерного уравнения теплопроводности. Постановка задачи Коши для параболического уравнения в одномерном, двумерном и трёхмерном случаях. Понятие о корректно и некор-

ректно поставленных задачах. Решение задачи Коши для однородного и неоднородного одномерного уравнения теплопроводности, формула Пуассона. Распространение тепла в полу бесконечном стержне. Примеры решения задач Коши для волнового уравнения в одномерном, двумерном и трёхмерном случаях. Метод Фурье решения начально-краевых задач на отрезке для одномерного уравнения теплопроводности. Физическая интерпретация.

Тема 4. Уравнения эллиптического типа. Уравнения Пуассона и Лапласа. Постановка задачи Дирихле, задачи Неймана и смешанной задачи. Классическое решение. Гармонические функции, их свойства. Основные задачи для уравнений эллиптического типа. Примеры решения задач эллиптических уравнений в двумерном и трёхмерном случаях. Фундаментальные решения. Потенциал масс, простого слоя, двойного слоя. Основные свойства потенциалов масс, простого и двойного слоев. Решения задач Дирихле, Неймана. Метод Фурье при решении задач Дирихле, Неймана для круговых и сферических областей. Метод построения функции Грина при решении краевых задач для эллиптических уравнений. Формулы для круга, сферы, полуплоскости, полупространства. Формулы Грина.

Тема 5. Обобщенные решения. Классы непрерывных функций, измеримых функций, обобщенных функций. Основные функциональные пространства в этих классах. Полнота, сходимости, вложения. Обобщенные решения классических задач для уравнений математической физики. О возможности получения классического решения из обобщенного. Обобщенные решения краевых задач для гиперболических, параболических и эллиптических уравнений.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

«Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины»

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Розендорн, Э. Р. Уравнения с частными производными : учебник / Э. Р. Розендорн, Е. С. Соболева, Г. М. Фатеева ; ред. Э. Р. Розендорн. – 2-е изд., стер. – Москва : Физматлит, 2017. – 334 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485339> (дата обращения: 11.07.2021). – Библиогр.: с. 324-325. – ISBN 978-5-9221-1756-2. – Текст : электронный.

2. Лесин, В. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / В. В. Лесин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 240 с. - ISBN 978-5-906818-61-4. -

Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/961832> (дата обращения: 11.07.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Карчевский, М. М. Лекции по уравнениям математической физики : учебное пособие для вузов / М. М. Карчевский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-9481-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195495> (дата обращения: 31.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Сахарова, Л. В. Уравнения математической физики : учебное пособие : [16+] / Л. В. Сахарова, М. Б. Стрюков ; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 104 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=568601> (дата обращения: 11.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2534-8. – Текст : электронный.

2. Линейные и нелинейные уравнения физики : учебное пособие : [16+] / сост. А. В. Копытов, А. В. Кособуцкий ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. – Ч. 1. Уравнения математической физики. – 82 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495216> (дата обращения: 11.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2234-3. – Текст : электронный.

3. Костецкая, Г. С. Уравнения математической физики эллиптического и параболического типов : учебное пособие : [16+] / Г. С. Костецкая, Т. Н. Радченко ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – 117 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570781> (дата обращения: 11.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2477-8. – Текст : электронный.

4. Янов, С. И. Уравнения математической физики : учебно-методическое пособие / С. И. Янов. — Барнаул : АлтГПУ, 2019. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139183> (дата обращения: 11.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Кононова, А. А. Уравнения математической физики : учебное пособие / А. А. Кононова, А. Л. Белкова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 74 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157063> (дата обращения: 11.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

<http://www.znaniium.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/> - электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: *MSOffice*

Информационные справочные системы: *Электронные ресурсы образовательной среды Университета*

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- доской для письма мелом или маркерами;
- комплект электронных презентаций/слайдов;
- комплект записей лекций для дистанционного обучения.

Практические занятия:

- аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, ноутбук),
- демонстрационными материалами (наглядными пособиями);
- доской для письма мелом или фломастерами;

Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места обучающихся, оснащенные компьютером с доступом в Интернет.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»**

Специальность: 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация №21: Производство и технологическая обработка изделий ракетно-космической техники

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королев
2023

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

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Необходимые знания	Необходимые умения	Трудовые действия
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Тема 1-5.	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; УК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению УК-1.3. Критически оценивает надежность выработать стратегию действий источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников;	УК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	УК-1.5. Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области.
2.	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	Тема 1-5.	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

	ОПК-5	Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач	Тема 1-5.	ОПК -5.1. Знать: методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, для решения инженерных задач	ОПК -5.2. Уметь: применять на практике математические и физические модели, методы и средства проектирования и автоматизации инженерных задач	– ОПК -5.3. Иметь навыки: моделирования и проектирования процессов, для решения инженерных задач
	ОПК-8	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	Тема 1-5.	ОПК -8.1. Способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя самые современные информационные технологии, способностью критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые программные решения	ОПК-8.2. Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационнокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-8.3. Способностью разрабатывать с использованием CALStехнологий на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, определять алгоритмы и программные решения.

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

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
УК-1 ОПК-1,5,8	Тест	А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 90% правильных ответов Б) частично сформирована: •компетенция освоена на продвинутом уровне – 70%	Проводится письменно Время, отведенное на процедуру –30 мин. Неявка 0 баллов. Критерии оценки определяются процентным соотношением. Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов. Удовлетворительно – от 51% правильных

		<p>правильных ответов; •компетенция освоена на базовом уровне – от 51% правильных ответов; В) не сформирована (компетенция не освоена) – менее 50% правильных ответов</p>	<p>ответов. Хорошо – от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.</p>
	Выполнение контрольной работы	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида.</p>

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

3.1 Примерная тематика контрольных заданий:

Задача 1. Решить смешанную задачу.

1.1.	$U_t = 2U_{xx}; U(x, 0) = \sin 3\pi x; U(0, t) = U(8, t) = 0$
1.2.	$U_t = 9U_{xx}; U(x, 0) = 2\sin 2\pi x + 3\sin 3\pi x; U(0, t) = U(1, t) = 0$
1.3.	$U_t = 3U_{xx}; U(x, 0) = 3\sin 2\pi x; U(0, t) = U(7, t) = 0$
1.4.	$U_t = 2U_{xx}; U(x, 0) = 4\sin 3\pi x + 5\sin 4\pi x; U(0, t) = U(2, t) = 0$
1.5.	$U_t = 4U_{xx}; U(x, 0) = 5\sin 3\pi x; U(0, t) = U(6, t) = 0$
1.6.	$U_t = 7U_{xx}; U(x, 0) = 6\sin 2\pi x + 7\sin 3\pi x; U(0, t) = U(3, t) = 0$
1.7.	$U_t = 5U_{xx}; U(x, 0) = 7\sin 2\pi x; U(0, t) = U(5, t) = 0$
1.8.	$U_t = 6U_{xx}; U(x, 0) = 8\sin 3\pi x + 9\sin 4\pi x; U(0, t) = U(4, t) = 0$

1.9.	$U_t = 6U_{xx}; U(x, 0) = 9\sin 3\pi x; U(0, t) = U(4, t) = 0$
1.10.	$U_t = 5U_{xx}; U(x, 0) = 10\sin 2\pi x + 3\sin 3\pi x; U(0, t) = U(5, t) = 0$
1.11.	$U_t = 7U_{xx}; U(x, 0) = 11\sin 2\pi x; U(0, t) = U(3, t) = 0$
1.12.	$U_t = 4U_{xx}; U(x, 0) = 12\sin 3\pi x + 5\sin 4\pi x; U(0, t) = U(6, t) = 0$
1.13.	$U_t = 8U_{xx}; U(x, 0) = 13\sin 3\pi x; U(0, t) = U(2, t) = 0$
1.14.	$U_t = 3U_{xx}; U(x, 0) = 14\sin 2\pi x + 7\sin 3\pi x; U(0, t) = U(7, t) = 0$
1.15.	$U_t = 9U_{xx}; U(x, 0) = 15\sin 2\pi x; U(0, t) = U(1, t) = 0$
1.16.	$U_t = 2U_{xx}; U(x, 0) = 16\sin 3\pi x + 9\sin 4\pi x; U(0, t) = U(8, t) = 0$
1.17.	$U_t = 2U_{xx}; U(x, 0) = 17\sin 2\pi x; U(0, t) = U(2, t) = 0$
1.18.	$U_t = 3U_{xx}; U(x, 0) = 18\sin 3\pi x + 3\sin 4\pi x; U(0, t) = U(7, t) = 0$
1.19.	$U_t = 3U_{xx}; U(x, 0) = 19\sin 3\pi x; U(0, t) = U(3, t) = 0$
1.20.	$U_t = 8U_{xx}; U(x, 0) = 20\sin 2\pi x + 7\sin 3\pi x; U(0, t) = U(6, t) = 0$
1.21.	$U_t = 4U_{xx}; U(x, 0) = 21\sin 2\pi x; U(0, t) = U(4, t) = 0$
1.22.	$U_t = 4U_{xx}; U(x, 0) = 22\sin 3\pi x + 5\sin 4\pi x; U(0, t) = U(5, t) = 0$
1.23.	$U_t = 5U_{xx}; U(x, 0) = 23\sin 3\pi x; U(0, t) = U(5, t) = 0$
1.24.	$U_t = 6U_{xx}; U(x, 0) = 24\sin 2\pi x + 9\sin 3\pi x; U(0, t) = U(4, t) = 0$
1.25.	$U_t = 6U_{xx}; U(x, 0) = 25\sin 2\pi x; U(0, t) = U(6, t) = 0$
1.26.	$U_t = 5U_{xx}; U(x, 0) = 26\sin 3\pi x + 3\sin 4\pi x; U(0, t) = U(3, t) = 0$
1.27.	$U_t = 7U_{xx}; U(x, 0) = 27\sin 3\pi x; U(0, t) = U(7, t) = 0$
1.28.	$U_t = 4U_{xx}; U(x, 0) = 28\sin 2\pi x + 5\sin 3\pi x; U(0, t) = U(2, t) = 0$
1.29.	$U_t = 8U_{xx}; U(x, 0) = 29\sin 2\pi x; U(0, t) = U(8, t) = 0$
1.30.	$U_t = 3U_{xx}; U(x, 0) = 30\sin 3\pi x + 7\sin 4\pi x; U(0, t) = U(1, t) = 0$

Задача 2. Решить смешанную задачу для данного неоднородного уравнения теплопроводности с нулевыми начальными и граничными условиями $U(x, 0) = 0$, $U(0, t) = 0$, $U(\pi, t) = 0$.

2.1. $U_t = \frac{1}{9}U_{xx} + 5 \sin 2t \sin 3x$	2.2. $U_t = \frac{1}{16}U_{xx} + e^{-2t} \sin 4x$
2.3. $U_t = \frac{1}{4}U_{xx} + 10 \cos 3t \sin 2x$	2.4. $U_t = 2U_{xx} + 7e^{-18t} \sin 3x$
2.5. $U_t = \frac{1}{16}U_{xx} + 10 \sin 3t \sin 4x$	2.6. $U_t = \frac{1}{4}U_{xx} + 2e^{-3t} \sin 2x$
2.7. $U_t = \frac{1}{9}U_{xx} + 2 \cos t \sin 3x$	2.8. $U_t = 3U_{xx} + 8e^{-43t} \sin 4x$
2.9. $U_t = \frac{1}{4}U_{xx} + 5 \sin 2t \sin 2x$	2.10. $U_t = \frac{1}{9}U_{xx} + 3e^{-4t} \sin 3x$
2.11. $U_t = \frac{1}{16}U_{xx} + 10 \cos 3t \sin 4x$	2.12. $U_t = 5U_{xx} + 6e^{-45t} \sin 3x$
2.13. $U_t = \frac{1}{9}U_{xx} + 2 \sin t \sin 3x$	2.14. $U_t = \frac{1}{16}U_{xx} + 4e^{-5t} \sin 4x$
2.15. $U_t = \frac{1}{9}U_{xx} + 10 \cos 3t \sin 3x$	2.16. $U_t = 4U_{xx} + 5e^{-64t} \sin 4x$
2.17. $U_t = \frac{1}{16}U_{xx} + 2 \sin t \sin 4x$	2.18. $U_t = \frac{1}{4}U_{xx} + e^{-2t} \sin 2x$
2.19. $U_t = \frac{1}{9}U_{xx} + 5 \cos 2t \sin 3x$	2.20. $U_t = 7U_{xx} + 4e^{-63t} \sin 3x$
2.21. $U_t = \frac{1}{4}U_{xx} + 10 \sin 3t \sin 2x$	2.22. $U_t = \frac{1}{9}U_{xx} + 2e^{-3t} \sin 3x$
2.23. $U_t = \frac{1}{16}U_{xx} + 5 \cos 2t \sin 4x$	2.24. $U_t = 5U_{xx} + 3e^{-20t} \sin 2x$
2.25. $U_t = \frac{1}{9}U_{xx} + 10 \sin 3t \sin 3x$	2.26. $U_t = \frac{1}{16}U_{xx} + 3e^{-4t} \sin 4x$

2.27. $U_t = \frac{1}{4}U_{xx} + 5 \cos 2t \sin 2x$	2.28. $U_t = 6U_{xx} + 2e^{-24t} \sin 2x$
2.29. $U_t = \frac{1}{16}U_{xx} + 5 \sin 2t \sin 4x$	2.30. $U_t = \frac{1}{4}U_{xx} + 4e^{-5t} \sin 2x$

Задача 3. Найти решение уравнения Лапласа $\Delta U = 0$ в круговом секторе $0 < r < 1$, $0 < \varphi < \alpha$ (r, φ – полярные координаты, $\alpha < 2\pi$), на границе которого искомая функция удовлетворяет следующим условиям:

3.1. $U(1, \varphi) = \sin 6\varphi, U(r, 0) = U(r, \pi/3) = 0$
3.2. $U(1, \varphi) = 2 \cos 2\varphi, U_\varphi(r, 0) = U_\varphi(r, \pi) = 0$
3.3. $U(1, \varphi) = 3 \cos 15\varphi, U_\varphi(r, 0) = 0, U(r, \pi/6) = 0$
3.4. $U(1, \varphi) = 4 \sin 14\varphi, U(r, 0) = 0, U_\varphi(r, \pi/4) = 0$
3.5. $U(1, \varphi) = 5 \sin 3\varphi, U(r, 0) = U(r, 2\pi/3) = 0$
3.6. $U(1, \varphi) = 6 \cos 6\varphi, U_\varphi(r, 0) = U_\varphi(r, 7\pi/6) = 0$
3.7. $U(1, \varphi) = 7 \cos 10\varphi, U_\varphi(r, 0) = 0, U(r, \pi/4) = 0$
3.8. $U(1, \varphi) = 8 \sin 7\varphi, U(r, 0) = 0, U_\varphi(r, \pi/2) = 0$
3.9. $U(1, \varphi) = 9 \sin 4\varphi, U(r, 0) = U(r, 3\pi/4) = 0$
3.10. $U(1, \varphi) = 10 \cos 4\varphi, U_\varphi(r, 0) = U_\varphi(r, 5\pi/4) = 0$
3.11. $U(1, \varphi) = 11 \cos 5\varphi, U_\varphi(r, 0) = 0, U(r, \pi/2) = 0$
3.12. $U(1, \varphi) = 12 \sin 3\varphi, U(r, 0) = 0, U_\varphi(r, 3\pi/2) = 0$
3.13. $U(1, \varphi) = 13 \sin 6\varphi, U(r, 0) = U(r, 5\pi/6) = 0$
3.14. $U(1, \varphi) = 14 \cos 3\varphi, U_\varphi(r, 0) = U_\varphi(r, 4\pi/3) = 0$
3.15. $U(1, \varphi) = 15 \cos \varphi, U_\varphi(r, 0) = 0, U(r, 3\pi/2) = 0$
3.16. $U(1, \varphi) = 16 \sin 21\varphi, U(r, 0) = 0, U_\varphi(r, \pi/6) = 0$
3.17. $U(1, \varphi) = 17 \sin 9\varphi, U(r, 0) = U(r, \pi/3) = 0$

3.18.	$U(1, \varphi) = 18 \cos 4\varphi, U_\varphi(r, 0) = U_\varphi(r, \pi) = 0$
3.19.	$U(1, \varphi) = 19 \cos 21\varphi, U_\varphi(r, 0) = 0, U(r, \pi/6) = 0$
3.20.	$U(1, \varphi) = 20 \sin 15\varphi, U(r, 0) = 0, U_\varphi(r, \pi/6) = 0$
3.21.	$U(1, \varphi) = 21 \sin 6\varphi, U(r, 0) = U(r, 2\pi/3) = 0$
3.22.	$U(1, \varphi) = 22 \cos 12\varphi, U_\varphi(r, 0) = U_\varphi(r, \pi/3) = 0$
3.23.	$U(1, \varphi) = 23 \cos 14\varphi, U_\varphi(r, 0) = 0, U(r, \pi/4) = 0$
3.24.	$U(1, \varphi) = 24 \sin 10\varphi, U(r, 0) = 0, U_\varphi(r, \pi/4) = 0$
3.25.	$U(1, \varphi) = 25 \sin 3\varphi, U(r, 0) = U(r, \pi) = 0$
3.26.	$U(1, \varphi) = 26 \cos 3\varphi, U_\varphi(r, 0) = U_\varphi(r, 5\pi/3) = 0$
3.27.	$U(1, \varphi) = 27 \cos 7\varphi, U_\varphi(r, 0) = 0, U(r, \pi/2) = 0$
3.28.	$U(1, \varphi) = 28 \sin 5\varphi, U(r, 0) = 0, U_\varphi(r, \pi/2) = 0$
3.29.	$U(1, \varphi) = 29 \sin 3\varphi, U(r, 0) = U(r, 5\pi/3) = 0$
3.30.	$U(1, \varphi) = 30 \cos 4\varphi, U_\varphi(r, 0) = U_\varphi(r, 7\pi/4) = 0$

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

Формой контроля знаний по дисциплине «Уравнения математической физики» являются две текущие аттестации в форме тестов и итоговая аттестация в форме дифференцированного зачета.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Тестирование 1,2	УК-1 ОПК-1,5,8	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру - 40 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Зачет с оценкой	УК-1 ОПК-1,5,8	1 теоретический вопрос и 3 задачи на различные темы курса	Зачет проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 60 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: « Отлично »: знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на практических занятиях; знание основных научных теорий, изучаемых предметов; ответ на вопросы билета. « Хорошо »: •знание основных понятий предмета; •умение использовать и применять полученные знания на практике; •работа на практических занятиях; •знание основных научных теорий, изучаемых предметов; •ответы на вопросы билета •неправильно решено практическое задание « Удовлетворительно »: демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание, неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях; « Неудовлетвори-

						тельно»: демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание основных понятий предмета; неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях; не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	---

4.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Вопросы с развёрнутым ответом

1. Как ставится задача Коши для волнового уравнения в одномерном случае?
2. При каких значениях параметра α имеет решение задача Неймана для уравнения Лапласа в круге $r = \sqrt{x^2 + y^2} < 2$:

$$\Delta u = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial r} \right|_{r=2} = 12 \sin \varphi + \alpha ?$$

3. Как ставится задача Коши для волнового уравнения в трехмерном случае?
4. При каких значениях параметра α имеет решение задача Неймана для уравнения Лапласа во внешности круга $r = \sqrt{x^2 + y^2} > 1$

$$\Delta u = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial r} \right|_{r=1} = 16 \sin^2 \varphi + \alpha ?$$

5. Как ставится задача Коши для уравнения теплопроводности в одномерном случае?
6. Найдите характеристики уравнения

$$2xu_{xx} + 6\sqrt{xu}u_{xy} + 4uu_{yy} + u_x + 2u_y = 0.$$

7. Напишите первую и вторую формулы Грина.

8. Найдите характеристики уравнения

$$y^4u_{xx} + y^2u_{xy} - 2u_{xx} + 2y^3u_y = 0.$$

9. Как ставится внутренняя задача Дирихле для уравнения Лапласа?

10. Решите уравнение $u_{xy} = 5$

11. Как ставится внутренняя задача Неймана для уравнения Лапласа. Сформулируйте необходимое условие её разрешимости.

12. Решите уравнение $u_{xy} = x$

13. Напишите общий вид гармонических функций в кольце.

14. Решите задачу Коши

$$u_t = \Delta u, u|_{t=0} = xyz^2$$

15. Напишите общий вид гармонических функций в шаре.

16. Решите задачу Коши

$$u_{tt} = \Delta u, u|_{t=0} = 0, u_t|_{t=0} = xyz$$

17. Как ставится внешняя задача Дирихле для уравнения Лапласа?

18. Найдите общее решение уравнения $u_{xx} - a^2 u_{yy} = 0$

19. Приведите пример некорректно поставленной задачи.

20. Решите задачу (r и φ - полярные координаты)

$$\Delta u = 0, u|_{r=1} = 1, r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

21. Напишите функцию Грина для сферы.

22. Решите задачу (r и φ - полярные координаты)

$$\Delta u = r, u|_{r=2} = 2, r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

23. Напишите функцию Грина для плоскости.

Вопросы с выбором ответа

24. Укажите уравнение в частных производных	1. $\frac{dy}{dx} = \frac{2xy}{x^2 + y^2}$ 2. $x^2 dx + z^2 = 0$ 3. $x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} = z$
25. Укажите уравнение колебаний струны	1. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ 2. $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ 3. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a \frac{\partial u}{\partial x}$

<p>26. Укажите дифференциальное уравнение второго порядка</p>	<p>1. $u^2 + x^2 = 4$</p> <p>2. $u^2 + \frac{\partial u}{\partial x} = x^2$</p> <p>3. $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$</p>
<p>27. Какие условия для функции $u(x,t)$ являются начальными</p>	<p>1. $u(1;t)=f(t)$</p> <p>2. $u(x,0)=f(x)$</p> <p>3. $\frac{\partial u}{\partial x} \Big _{x=1} = f(t)$</p>
<p>28. Найти функцию $u(x,y)$, удовлетворяющую уравнению</p> $\frac{\partial u}{\partial y} = 3$	<p>1. $u(x,y)=3y+\varphi(x)$</p> <p>2. $u(x,y)=3x+\varphi(y)$</p> <p>3. $u(x,y)=3y+C$</p>
<p>29. Согласно методу Фурье решение дифференциального уравнения теплопроводности находят в виде</p>	<p>1. $u(x,t) = \frac{X(x)}{T(t)}$</p> <p>2. $u(x,t)=X(x)T(t)$</p> <p>3. $u(x,t)=xt$</p>
<p>30. Укажите уравнение теплопроводности</p>	<p>1. $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$</p> <p>2. $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0$</p> <p>3. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$</p>
<p>31. Укажите уравнение гиперболического типа</p>	<p>1. $u_{xx} - u_{yy} = F$</p> <p>2. $u_{xx} + u_{yy} = F$</p> <p>3. $u_{xx} = F$</p>

4.2. Типовые вопросы, выносимые на дифф. зачет

1. Основные понятия о методах математической физики (МФ). Математические модели физических объектов.
2. Уравнения математической физики. Дифференциальные уравнения в частных производных. Основные понятия и определения. Основные типы уравнений математической физики. Корректность постановок задач МФ.
3. Вывод волнового уравнения (уравнения колебаний струны). Вид уравнения колебаний мембраны.
4. Решение уравнения колебаний струны методом Фурье.
5. Вывод уравнения распространения теплоты в стержне. Уравнение теплопроводности. Краевая задача. Распространение теплоты в пространстве.
6. Решение задачи теплопроводности в неограниченном стержне. Интеграл Пуассона.
7. Распространения теплоты в ограниченном стержне.
8. Уравнение Лапласа. Стационарное распределение температуры в однородном теле. Типы краевых задач.
9. Решение задачи Дирихле для кольца. Уравнение Лапласа в цилиндрической системе координат.
10. Интеграл Пуассона.
11. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности.
12. Классификация уравнений МФ (однородные, неоднородные; линейные, квазилинейные; порядок уравнения).
13. Решение предложенного линейного дифференциального уравнения первого порядка в частных производных.
14. Приведение дифференциального уравнения второго порядка к каноническому виду. Уравнение характеристик
15. Понятие о дифференциальных уравнениях в частных производных.
16. Классификация ДУЧП по форме.
17. Вывод уравнения колебаний струны.
18. Вывод уравнения теплопроводности.
19. Классификация ДУЧП 2-го порядка по типам.
20. Понятие краевых задач для уравнений математической физики.
21. Начальные и граничные условия для основных ДУЧП 2-го порядка; 1-я, 2-я и 3-я краевые задачи.
22. Краевые задачи без начальных условий.
23. Начальные задачи без граничных условий.
24. Краевые задачи на полу бесконечной прямой.
25. Метод Даламбера решения ДУЧП.
26. Метод Фурье решения ДУЧП.
27. Функция температурного влияния мгновенного точечного источника тепла.
28. Общее решение 1-й краевой задачи для одномерного неоднородного уравнения теплопроводности.
29. Решение 1-й краевой задачи на полу бесконечной прямой для уравнения теплопроводности.

30. Постановки краевых задач для уравнений эллиптического типа. Примеры.
31. Уравнение Лапласа в полярной, цилиндрической, сферической системах координат.
32. Функции Грина для полуплоскости и круга.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»**

Специальность: 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация №21: Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королев
2023

1. Общие положения

Целью изучения дисциплины является:

– дать современные теоретические знания в области уравнений математической физики и практические навыки в решении и исследовании основных типов дифференциальных уравнений с частными производными, ознакомить студентов с начальными навыками математического моделирования

Основными задачами дисциплины являются

- формирование представления о теоретических основах методов математической физики;
- ознакомление с областью применения и современными достижениями математической физики;
- развитие практические навыки по составлению математических моделей простейших физических систем, решению дифференциальных уравнений в частных производных.

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1 – 2

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов

Тема и содержание практического занятия: *Классификация, канонические формы и постановка задач для уравнений математической физики*

Основные положения темы занятия:

1. Дифференциальные уравнения в частных производных
2. Приведение уравнений различных типов к канонической форме

Вопросы для обсуждения:

1. Классификация дифференциальных уравнений по форме: линейные, нелинейные и квазилинейные, однородные и неоднородные, с постоянными и с переменными коэффициентами
2. Формулы преобразования ДУЧП с двумя переменными к новым координатам
3. Формулы преобразования ДУЧП с тремя переменными к новым координатам

Продолжительность занятия – 4/2ч.

Практическое занятие 3 – 6

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов

Тема и содержание практического занятия: *Уравнения гиперболического типа*

Основные положения темы занятия:

1. Уравнения колебаний струны

2. Задача Коши. Метод Фурье решения начально-краевых задач.

Вопросы для обсуждения:

1. Вывод уравнения колебаний струны.
2. Постановка и решение задачи Коши для волнового уравнения
3. Метод Фурье решения начально-краевых задач на отрезке для одномерного волнового уравнения.

Продолжительность занятия – 8/4ч.

Практическое занятие 7 – 10

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов

Тема и содержание практического занятия: *Уравнения эллиптического типа*

Основные положения темы занятия:

1. Уравнение теплопроводности.
2. Метод Фурье решения начально-краевых задач

Вопросы для обсуждения:

1. Вывод одномерного уравнения теплопроводности.
2. Постановка и решение задачи Коши для параболического уравнения
3. Распространение тепла в полу бесконечном стержне

Продолжительность занятия – 8/2ч.

Практическое занятие 11 – 14

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов

Тема и содержание практического занятия: *Уравнения параболического типа*

Основные положения темы занятия:

1. Уравнения Пуассона и Лапласа. Постановка и решение задачи Дирихле, задачи Неймана и смешанной задачи
2. Основные задачи для уравнений эллиптического типа.

Вопросы для обсуждения:

1. Гармонические функции, их свойства. Решение задач эллиптических уравнений в двумерном и трёхмерном случаях
2. Потенциал масс, простого слоя, двойного слоя
3. Метод построения функции Грина при решении краевых задач для эллиптических уравнений

Продолжительность занятия – 8/2ч.

Практическое занятие 15 – 16

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов

Тема и содержание практического занятия: *Обобщенные решения*

Основные положения темы занятия:

1. Классы непрерывных функций, измеримых функций, обобщенных функций
2. Обобщенные решения краевых задач для гиперболических, параболических и эллиптических уравнений

Вопросы для обсуждения:

1. Основные функциональные пространства в классах непрерывных функций
2. Полнота, сходимость, вложения
3. Обобщенные решения классических задач для уравнений математической физики

Продолжительность занятия – 4/2ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы: подготовить студентов, как будущих специалистов, к самостоятельному научному творчеству.

Задачи самостоятельной работы:

- изучение теоретического лекционного курса;
- приобретение умений и навыков использовать изученные математические методы для самостоятельного решения и исследования типовых задач;
- развитие способностей к логическому и алгоритмическому мышлению;
- воспитание математической культуры аналитических преобразований

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	Тема 1. Классификация, канонические формы и постановка задач для уравнений математической физики	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. • Выполнение практических заданий. • Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины
2	Тема 2. Уравнения гиперболического типа.	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. • Выполнение практических заданий. • Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.
3	Тема 3. Уравнения параболического типа.	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. • Выполнение практических заданий. • Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины
4	Тема 4 Уравнения эллиптического типа.	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. • Выполнение практических заданий.

		<ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины
5	Тема 5. Обобщенные решения	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. • Выполнение практических заданий. • Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины

Вопросы для самостоятельной работы

1. Основные типы дифференциальных уравнений в частных производных и методы их решения.
2. Пример Адамара некорректно поставленной задачи.
3. Основные модели математической физики.
4. Уравнение продольных колебаний стержня.
5. Уравнение колебаний мембраны.
6. Разностные методы решения уравнений математической физики.
7. Распространение тепла в пространстве. Стационарное тепловое поле.
8. Описание потенциального течения жидкости с помощью уравнений математической физики.
9. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных.
10. Уравнение диффузии.
11. Вывод уравнений электрических колебаний в проводах.
12. Физические задачи, приводящие к интегральным уравнениям.
13. Приложения интегральных уравнений в математической физике.
14. Применения цилиндрических функций в математической физике.
15. Применение сферических функций в математической физике.

5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной, очно-заочной формы обучения

5.1. Требования к структуре

Каждому студенту при поступлении присваивается учебный шифр. Он указан в зачетной книжке и студенческом билете. Вариант определяется значениями m и n , которые выбираются с учетом двух последних цифр учебного шифра. Номера задач, входящих в вариант, определяются преподавателем.

5.2. Требования к оформлению

Каждая контрольная работа содержит определенное количество примеров и задач. При выполнении их необходимо придерживаться следующих правил:

1. Контрольную работу надо выполнить в отдельной тетради, оставляя поля для замечаний преподавателя. В конце работы нужно оставить 3-4 чистых страницы, которые, возможно, понадобятся для исправления решений.

2. В заголовке работы должны быть разборчиво написаны: фамилия, имя и отчество, учебный шифр, номер контрольной работы (ее части), название дисциплины. Заголовок надо поместить на обложку тетради. Здесь же указать дату выполнения контрольной работы.
3. Решение задач надо располагать в порядке номеров, указанных в задании, сохраняя номер задач своего варианта.
4. Перед решением каждой задачи надо полностью выписать ее условие, заменив, где надо, общие данные контрольными из своего варианта.
5. Решения задач излагайте аккуратно, объясняя основные действия, выписывая нужные формулы, делая необходимые чертежи.
6. После получения прорецензированной работы исправьте все ошибки и недочеты, вписав исправления на оставленных чистых страницах.
7. Работа засчитывается, если она при проверке (или после устранения недочетов) преподавателем получает положительную оценку (зачет). Студенты, не получившие зачета по контрольной работе, к семестровому дифференцированному зачету не допускаются.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

4. Розендорн, Э. Р. Уравнения с частными производными : учебник / Э. Р. Розендорн, Е. С. Соболева, Г. М. Фатеева ; ред. Э. Р. Розендорн. – 2-е изд., стер. – Москва : Физматлит, 2017. – 334 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485339> (дата обращения: 11.07.2021). – Библиогр.: с. 324-325. – ISBN 978-5-9221-1756-2. – Текст : электронный.

5. Лесин, В. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / В. В. Лесин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 240 с. - ISBN 978-5-906818-61-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/961832> (дата обращения: 11.07.2021). – Режим доступа: по подписке.

6. Карчевский, М. М. Лекции по уравнениям математической физики : учебное пособие для вузов / М. М. Карчевский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-9481-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195495> (дата обращения: 31.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

6. Сахарова, Л. В. Уравнения математической физики : учебное пособие : [16+] / Л. В. Сахарова, М. Б. Стрюков ; Ростовский государственный экономиче-

ский университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 104 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=568601> (дата обращения: 11.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2534-8. – Текст : электронный.

7. Линейные и нелинейные уравнения физики : учебное пособие : [16+] / сост. А. В. Копытов, А. В. Кособуцкий ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. – Ч. 1. Уравнения математической физики. – 82 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495216> (дата обращения: 11.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2234-3. – Текст : электронный.

8. Костецкая, Г. С. Уравнения математической физики эллиптического и параболического типов : учебное пособие : [16+] / Г. С. Костецкая, Т. Н. Радченко ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – 117 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570781> (дата обращения: 11.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2477-8. – Текст : электронный.

9. Янов, С. И. Уравнения математической физики : учебно-методическое пособие / С. И. Янов. — Барнаул : АлтГПУ, 2019. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139183> (дата обращения: 11.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Кононова, А. А. Уравнения математической физики : учебное пособие / А. А. Кононова, А. Л. Белкова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 74 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157063> (дата обращения: 11.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

<http://www.znaniium.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/>- электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> -университетская библиотека онлайн

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MSOffice

Информационные справочные системы: Электронные ресурсы образовательной среды Университета.