

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 20.11.2023 11:18:12
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

С.М. Дудаков

2023 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Математическое моделирование

Для студентов 3 курса

очная форма

Составитель: к.ф.м.н. Васильев А.А.

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цели и задачи дисциплины

Целями и задачами освоения дисциплины являются освоение ключевых понятий, вопросов теории уравнений математической физики, классификации уравнений, математических моделей и постановок задач математической физики, методов решения задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина относится к разделу «Математический» обязательной части Блока 1.

Дисциплина находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи и требует знаний и умений, формируемых в результате освоения школьной программы, алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений.

Дисциплина необходима как предшествующая, в частности, для дисциплин: численные методы, физика, методы оптимизации и ИСО, дисциплин по углублению общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

3. Объем дисциплины: 8 зачетных единиц, 288 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 62 часа, в т.ч. практическая подготовка 7 часов, практические занятия 62 часа, в т.ч. практическая подготовка 7 часов;

контактная внеаудиторная работа: контроль самостоятельной работы __10__, в том числе РГР __10__ часов;

самостоятельная работа: 154 часа, в том числе контроль 68 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук ОПК-1.2 Использует базовые знания в области математических и естественных наук в профессиональной деятельности, вносит некоторые коррективы при их использовании в профессиональной деятельности ОПК-1.3 Применяет и адаптирует фундаментальные понятия и результаты в области математических и естественных наук к решению задач профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Знает основные математические модели в области профессиональной деятельности ОПК-3.2 Применяет и модифицирует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности ОПК-3.3 Обоснованно выбирает, адаптирует и анализирует математические модели для решения задач профессиональной деятельности с учетом специфики последних

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения: РГР, экзамен, 5 семестр; экзамен, 6 семестр.

6. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия					Самостоятельная работа, в том числе контроль
		РГР	лекции		практика		
			всего	В т.ч. практическая подготовка	всего	В т.ч. практическая подготовка	
5 семестр							
1. Классификация уравнений	32	5	6	0	6	0	15
2. Постановки задач для уравнений гиперболического и параболического типов	39	5	8	4	8	4	18
3. Метод разделения переменных	73		16	0	16	0	41
Итого семестр:	144	10	30	0	30	0	74
6 семестр							
4. Специальные функции	24		6	0	6	0	12
5. Интегральные преобразования. Решение задач Коши.	38		8	0	8	0	22
6. Постановки плоских и пространственных задач	26		6	3	6	3	14
7. Уравнения эллиптического типа. Теория потенциалов	31		6	0	8	0	17

8. Уравнения в частных производных первого порядка	27		6	0	6	0	15
Итого семестр:	144		32	0	32	0	80
Итого:	288	10	62	7	62	7	154

Программа освоения учебной дисциплины

Тема 1. Классификация уравнений

Уравнения математической физики. Введение. Цели и задачи курса.

Классификация и приведение к каноническому виду уравнений 2-го порядка с двумя независимыми переменными (2.2 [1, 5, 15, 13]-В).

Классификация и приведение к каноническому виду уравнений 2-го порядка с постоянными коэффициентами и n независимыми переменными (2.1[1, 2]В).

Тема 2. Постановки задач для уравнений гиперболического и параболического типов

Математические формулировки краевых задач для уравнений гиперболического и параболического типа ($n=2$: волновое уравнение - задача для струны, задача теплопроводности) (1.1, 1.3, 1.9, 20.7, 20.10 -В, 115-Б; 1.34, 20.40, 20.42В, 122-Б).

Тема 3. Метод разделения переменных

Метод разделения переменных. Общая схема метода разделения переменных (481, 482, 514, 515 - Б).

Приведение задачи с неоднородными граничными условиями к задаче с однородными граничными условиями (480, 482, 518, 519 - Б - привести задачу с неоднородными г.у. к задаче с однородными г.у.).

Задача Штурма-Лиувилля. Постановка, решение. Свойства собственных чисел и собственных функций: теоремы о знаке собственных чисел, об ортогональности, весе, др. (463, 467, 466, 469, 506, 507 - Б - поставить и решить з. Ш-Л, исследовать знак и доказать ортогональность с использованием метода доказательства теоремы для общего случая).

Решение задач в частном случае вида неоднородности и граничных условий (485, 489, 510 - Б). Принцип суперпозиции.

Тема 4. Специальные функции

Специальные функции. Функции Бесселя - основные свойства, применение в решении задач по общей схеме метода разделения переменных (20.21, 20.29, 20.32 -В).

Решение задач в частных случаях неоднородности и граничных условий (20.21, 20.29, 20.32 -В). Принцип суперпозиции.

Тема 5. Интегральные преобразования. Решение задач Коши.

Интегральные преобразования. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Методология применения для решения задач.

Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности. Формула Пуассона. Вывод с использованием преобразования Фурье. Применение для решения задач, запись решения с использованием интеграла ошибок (13.5 [1-5]В). Функция источника.

Решение задачи Коши для уравнения движения струны. Формула Даламбера. Вывод с использованием преобразования Фурье. Графическое построение решений.

Задача Гурса. Метод характеристик (14.36, 14.34, 14.33 - В).

Решение задач на полубесконечной области. Метод отражений.

Тема 6. Постановки плоских и пространственных задач

Постановка задач колебания мембраны, теплопроводности тела. Постановки задач в сферической и цилиндрической системах координат. (Дать математическую постановку задач: 500-501, 573-577- Б).

Понятие корректности постановки задач. Корректность постановки задачи колебания струны. Постановка начально-краевых задач. Понятие классического решения. Принцип максимума (минимума), теоремы единственности и устойчивости.

Постановка задач статики (мембраны, теплопроводности тела). Эллиптические уравнения.

Тема 7. Уравнения эллиптического типа. Теория потенциалов

Эллиптические уравнения. Уравнение Лапласа и Пуассона. Задачи Неймана, Дирихле.

Гармонические функции. Примеры.

Теория потенциалов. ($n = 2, 3$).

Объемный потенциал. Свойства и применение.

Потенциал простого слоя. Потенциал двойного слоя. Свойства. Применение в решениях задач. Интегральные уравнения.

Тема 8. Уравнения в частных производных первого порядка

Уравнения в частных производных первого порядка. Первые интегралы, методы их нахождения. (1146, 1148, 1152-1154 Ф) Общее решение (1169, 1170, 1171, 1174Ф), постановка и решение задач Коши для линейного однородного уравнения, квазилинейного неоднородного уравнения (1189, 1191, 1194, 1196Ф).

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
---	-------------	----------------------------

1. Классификация уравнений	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
2. Постановки задач для уравнений гиперболического и параболического типов	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
3. Метод разделения переменных	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
4. Специальные функции	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
5. Интегральные преобразования. Решение задач Коши.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
6. Постановки плоских и пространственных задач	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
7. Уравнения эллиптического типа. Теория потенциалов	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
8. Уравнения в частных производных первого порядка	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: традиционные лекции, практические занятия в диалоговом режиме, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, письменных домашних заданий.

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук

1. Классификация уравнений второго порядка с двумя переменными: уравнения какого типа бывают, как определить тип уравнения ?
2. Какова структура и основные соотношения постановки задачи для уравнения параболического типа, сформулировать на примере задачи теплопроводности стержня?
3. Какова структура и основные соотношения постановки задачи для уравнения параболического типа, сформулировать на примере динамики струны?
4. Сформулировать общую схему решения задач методом разделения переменных для одномерных задач гиперболического и параболического типа

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Дан правильный развернутый ответ – 2 балла;

Ответ содержит неточности – 1 балл.

Ответ содержит не дан – 0 баллов.

ОПК-1.2 Использует базовые знания в области математических и естественных наук в профессиональной деятельности, вносит некоторые коррективы при их использовании в профессиональной деятельности

1. Дать математическую постановку задачи изменения температуры параллелепипеда со сторонами a , b , c . Мощность внутренних источников постоянна. Условия на границах:

$x=0$ – конвективный теплообмен со средой температуры T_0

$x=a$ – тепловой поток мощности Q_a

$y=0$ – температура T_0 ;

$y=b$ – теплоизолирована

$z=0$ – тепловой поток мощности Q_0 ; $z=c$ – температура T_c

Температура тела в начальный момент времени T^*

2. Дать постановку задачи статики для нахождения установившегося поля температур задачи 1.

3. Дать постановку задачи колебания мембраны. Вдоль поверхности действуют силы тяжести. На границе $x=a$ действует сила F , граница $x=0$ упруго закреплена, граница $y=b$ свободна, граница $y=0$ жестко закреплена. Начальные смещения и скорости нулевые.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задание выполнено полностью – 10 баллов.

Задание выполнено частично – от 4 до 9 баллов.

Выполнены отдельные элементы – от 1 до 3 баллов.

Задание не выполнено – 0 баллов.

ОПК-1.3 Применяет и адаптирует фундаментальные понятия и результаты в области математических и естественных наук к решению задач профессиональной деятельности

1. Вдоль поверхности мембраны действуют силы тяжести. На границе $x=a$ действует сила F , граница $x=0$ упруго закреплена, граница $y=b$ свободна, граница $y=0$ жестко закреплена. Начальные смещения и скорости нулевые. Дать постановку задачи динамики и статики, для нахождения установившегося поля температур.

2. Сформулировать и решить задачу Штурма-Лиувилля

$$u_{tt} = a^2 u_{xx} + G, \quad 0 < x < l,$$

$$u(0,t) = 0, \quad (u_x - hu) \Big|_{x=l} = 0,$$

$$u(x,0) = A \sin(\pi x/l), \quad u_t(x,0) = 0.$$

3. Сформулировать и решить задачу Штурма-Лиувилля

$$u_{tt} = a^2 u_{xx} + G, \quad 0 < x < l,$$

$$u(0,t) = 0, \quad u_x(l,t) = 0,$$

$$u(x,0) = A \sin(\pi x/l).$$

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задание выполнено полностью – 10 баллов.

Задание выполнено частично – от 4 до 9 баллов.

Выполнены отдельные элементы – от 1 до 3 баллов.

Задание не выполнено – 0 баллов.

ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

ОПК-3.1 Знает основные математические модели в области профессиональной деятельности

1. Какова структура и основные соотношения постановки задачи теплопроводности стержня ?
2. Какова структура и основные соотношения постановки задачи динамики струны ?
3. Какова структура и основные соотношения задачи динамики мембраны? Как ставится и получаются условия задачи статики?
4. Какова структура и основные соотношения задачи теплопроводности тела? Как ставится и получаются условия задачи статики?

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Дан правильный развернутый ответ – 2 балла.

Ответ содержит неточности – 1 балл.

Ответ не дан – 0 баллов.

ОПК-3.2 Применяет и модифицирует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

1. Дать физическую интерпретацию задачи

$$u_{tt} = a^2 u_{xx} + G, \quad 0 < x < l,$$

$$u(0,t) = 0, \quad (u_x - hu)|_{x=l} = 0,$$

$$u(x,0) = A \sin(\pi x/l), \quad u_t(x,0) = 0.$$

2. Дать физическую интерпретацию задачи

$$u_{tt} = a^2 u_{xx} + G, \quad 0 < x < l,$$

$$u(0,t) = 0, \quad u_x|_{x=l} = 0,$$

$$u(x,0) = A \sin(\pi x/l).$$

3. Сформулировать задачу о колебаниях однородной струны длины l .
Левая граница струны жестко закреплена, а правая свободна. Вдоль струны действуют силы постоянной величины. Колебания происходят

в среде, сопротивление которой пропорционально первой степени скорости. Начальные смещения и скорости равны нулю.

4. Сформулировать задачу теплопроводности стержня, боковая поверхность которого теплоизолирована. Левый конец стержня теплоизолирован, на правом поддерживается температура постоянной величины. Начальная температура равна Ax/l .

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задание выполнено полностью – 10 баллов.

Задание выполнено частично – от 4 до 9 баллов.

Выполнены отдельные элементы – от 1 до 3 баллов.

Задание не выполнено – 0 баллов.

ОПК-3.3 Обоснованно выбирает, адаптирует и анализирует математические модели для решения задач профессиональной деятельности с учетом специфики последних

1. Вдоль поверхности мембраны действуют силы тяжести. На границе $x=a$ действует сила F , граница $x=0$ упруго закреплена, граница $y=b$ свободна, граница $y=0$ жестко закреплена. Начальные смещения и скорости нулевые. Дать постановку задачи динамики.

2. Вдоль поверхности мембраны действуют силы тяжести. На границе $x=a$ действует сила F , граница $x=0$ упруго закреплена, граница $y=b$ свободна, граница $y=0$ жестко закреплена. Дать постановку задачи статики.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задание выполнено полностью – 10 баллов.

Задание выполнено частично – от 4 до 9 баллов.

Выполнены отдельные элементы – от 1 до 3 баллов.

Задание не выполнено – 0 баллов.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Сабитов К.Б. Уравнения математической физики: учебник / К.Б. Сабитов. - Москва : Физматлит, 2013. - 352 с.: ил. - (Математика. Прикладная математика). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1483-7; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275562>
2. Емельянов, В. М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач: учебное пособие для вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7173-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156410> (дата обращения: 19.10.2023).
3. Миносцев, В. Б. Курс математики для технических высших учебных заведений: учебное пособие / В. Б. Миносцев, Н. А. Берков, В. Г. Зубков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2022 — Часть 3: Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации — 2022. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-1560-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211358> (дата обращения: 19.10.2023).
4. Ильин А. М. Уравнения математической физики / А. М. Ильин. - Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2009. - 192 с. - ISBN 9785922110365. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=544745>

б) дополнительная литература:

1. Прокудин Д.А. Уравнения математической физики: учебное пособие / Д.А. Прокудин, Т.В. Глухарева, И.В. Казаченко. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. - 163 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1631-1; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278923>
2. Павленко А. Уравнения математической физики: учебное пособие / А. Павленко, О. Пихтилькова. - Оренбург: ОГУ, 2013. - 100 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259308>
3. Кудряшов С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики»: учебное пособие / С. Н.

Кудряшов. - Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2011. - 308 с. - ISBN 9785927508792. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=556282>

2) Программное обеспечение

Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
FidesysBundle 1.4.43 x64	Акт приема передачи по договору №02/12-13 от 16.12.2013
Google Chrome	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
MiKTeX 2.9	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
OpenOffice	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64 bit)	бесплатно
R for Windows 3.3.2	бесплатно
STATGRAPHICS Centurion XVI.П	Акт приема-передачи № Tr024185 от 08.07.2010
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;

ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Виртуальная образовательная среда ТвГУ (<http://moodle.tversu.ru>)

Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам семестра составляет 60 баллов (30 баллов - 1-й модуль и 30 баллов - 2-й модуль).

Обучающемуся, набравшему 40–54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в рейтинговой ведомости учета успеваемости и зачетной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему 55–57 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему 58–60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично». В каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается.

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдает экзамен.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

В каждом семестре проводятся 3 контрольных мероприятия: (1-й модуль) решение индивидуальных заданий (РГР), контрольная, (2-й модуль) решение индивидуальных заданий (РГР), контрольная, (3) экзамен.

Распределение баллов: 30/30/40.

Типовая задача РГР (1 семестр)

Дать предметную интерпретацию задачи. Задачу с неоднородными граничными условиями привести к задаче с однородными граничными условиями. Методом разделения переменных решить задачу

$$u_t = a^2 u_{xx} + G, \quad 0 < x < l,$$

$$u(0,t) = 0, \quad u_x|_{x=l} = Ae^t,$$

$$u(x,0) = A \sin(\pi x/l).$$

Типовые задания для практических занятий, домашней работы и рейтингового контроля

Тема 1. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений 2-го порядка с двумя независимыми переменными (2.2 [1, 5, 15, 13]-В). Классификация и приведение к каноническому виду уравнений 2-го порядка с постоянными коэффициентами и n независимыми переменными (2.1[1, 2]В).

Тема 2. Математические формулировки краевых задач для уравнений гиперболического и параболического типа ($n=2$: волновое уравнение - задача для струны, задача теплопроводности) (1.1, 1.3, 1.9, 20.7, 20.10 -В, 115-Б; 1.34, 20.40, 20.42В, 122-Б).

Тема 3. Метод разделения переменных. Общая схема метода разделения переменных (481, 482, 514, 515 - Б). Приведение задачи с неоднородными граничными условиями к задаче с однородными граничными условиями (480, 482, 518, 519 - Б - привести задачу с неоднородными г.у. к задаче с однородными г.у.). Задача Штурма-Лиувилля. Постановка, решение. Свойства собственных чисел и собственных функций: теоремы о знаке собственных чисел, об ортогональности, весе, др. (463, 467, 466, 469, 506, 507 - Б - поставить и решить з. Ш-Л, исследовать знак и доказать ортогональность с использованием метода доказательства теоремы для общего случая). Решение задач в частном случае вида неоднородности и граничных условий (485, 489, 510 - Б). Принцип суперпозиции.

Тема 4. Специальные функции. Функции Бесселя - основные свойства, применение в решении задач по общей схеме метода разделения переменных (20.21, 20.29, 20.32 -В). Решение задач в частных случаях неоднородности и граничных условий (20.21, 20.29, 20.32 -В). Принцип суперпозиции.

Тема 5. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности. Формула Пуассона. Вывод с использованием преобразования Фурье. Применение для решения задач, запись решения с использованием интеграла ошибок (13.5 [1-5]В). Функция источника. Решение задачи Коши для уравнения движения струны. Формула Даламбера. Вывод с использованием преобразования Фурье. Графическое построение решений. Задача Гурса. Метод характеристик (14.36, 14.34, 14.33 - В).

Тема 6. Постановка задач колебания мембраны, теплопроводности тела. Постановки задач в сферической и цилиндрической системах координат. (Дать математическую постановку задач: 500-501, 573-577- Б).

Тема 7. Потенциал простого слоя. Потенциал двойного слоя. Свойства. Применение в решениях задач. Интегральные уравнения.

Тема 8. Уравнения в частных производных первого порядка. Первые интегралы, методы их нахождения. (1146, 1148, 1152-1154 Ф) Общее

решение (1169, 1170, 1171, 1174Ф), постановка и решение задач Коши для линейного однородного уравнения, квазилинейного неоднородного уравнения (1189, 1191, 1194, 1196Ф).

Формами текущего контроля самостоятельной работы и освоения дисциплины являются устные опросы по лекционному материалу, материалу практик, рейтинговая оценка письменные решения расчетно-графических работ.

Оценочные средства текущего контроля для самоподготовки 5 семестр

1. Расчетно-графическая работа.

Тема: приведение к каноническому виду уравнений 2-го порядка с постоянными коэффициентами и 3 независимыми переменными.

Примеры задач: 2.1[1, 2]В).

2. Расчетно-графическая работа.

Дана задача

$$u_t = a^2 u_{xx} + G, \quad 0 < x < l,$$

$$u(0, t) = 0, \quad u_x|_{x=l} = Ae^t,$$

$$u(x, 0) = A \sin(\pi x/l).$$

1) Дать физическую интерпретацию условий

2) Перейти от неоднородных граничных условий к однородным

3) Решить задачу методом разделения переменных

3.1) Сформулировать и решить задачу Штурма-Лиувилля

- знак собственных чисел исследовать с использованием метода доказательства теоремы о знаке собственных чисел;

- с использованием метода теоремы ортогональность собственных функций.

3.2) Неоднородность в уравнении и функции начальных условий разложить в обобщенный ряд Фурье. Интегралы при разложении в обобщенный ряд Фурье можно не вычислять

3.3) Получить и решить задачу для $T_k(t)$.

3. Контрольная работа

Тематика, типовой вариант:

1. Приведение к каноническому виду уравнений 2-го порядка с двумя независимыми переменными. Примеры задач: 2.2 [1, 5, 15, 13]-В.

2. Математические постановки задач для уравнений гиперболического и параболического типа, физическая интерпретация. Примеры задач: 1.1, 1.3, 1.9, 20.7, 20.10 -В, 115-Б; 1.34, 20.40, 20.42В, 122-Б.

6 семестр

1. Расчетно-графическая работа.

Тема: Специальные функции. Функции Бесселя. Применение в решении задач по общей схеме метода разделения переменных.

Типовые задания: 20.21, 20.29, 20.32 –В.

2. Контрольная работа.

Тематика задач, типовой вариант:

1. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности. Формула Пуассона. Ее применение Формула Пуассона для решения задачи Коши уравнения теплопроводности. Примеры задач: 13.5 [1-5]В.
2. Решение задачи Коши для уравнения движения струны. Формула Даламбера. Графическое построение решений.

Задачники:

А.В.Бицадзе, Д.Ф.Калиниченко Сб. задач по УМФ. 1977 (в ссылках - Б)

В.С.Владимиров Сборник задач по УМФ. 1982. (в ссылках - В)

Примерный список вопросов и задач экзамена для самостоятельной подготовки: сформулирован в программе дисциплины в разделе II учебного плана II. Содержание дисциплины. В 3 семестре экзамен включает темы 1-4 курса, в 4 семестре – темы 5-8.

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы.

Учебная аудитория № 1л 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35	Набор учебной мебели, меловая доска.
Учебная аудитория № 206 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35	Набор учебной мебели, экран, проектор.
Учебная аудитория № 7 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35	Набор учебной мебели, меловая доска.
Учебная аудитория № 318 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35	Набор учебной мебели, экран, проектор.

Для самостоятельной работы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс №2 факультета ПМИК № 249 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.
---	--

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	11. 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в список ПО	От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета
2.	V. 1) Рекомендуемая литература	Обновление ссылок на литературу	От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета