БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям
_________ О. Г. Прохоренко
(подпись)
(И.О.Фамилия)
«05» июля 2023 г.

Регистрационный № УД – 12144/уч.

Уравнения математической физики
(название учебной дисциплины)

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)
направление специальности:
1-31 03 03-01 Прикладная математика (научно-производственная деятельность)

2023 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 03-2021, типового учебного плана G 31-1-026/пр-тип от 30.06.2021, учебных планов: №G 31-1-030/уч. от 30.06.2021, №G 31-1-022/уч. ин от 23.07.2021, № G 31-1-212/уч. от 22.03.2022.

СОСТАВИТЕЛИ:

И. С. Козловская, доцент кафедры компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Чичурин А. В. –профессор кафедры математического анализа, дифференциальных уравнений и их приложений Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина,доктор физико-математических наук

В. И. Корзюк - академик НАН Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор кафедры компьютерной математики механико-математического факультета.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой компьютерных технологий и систем БГУ
(протокол № 14 от 23.05.2023 г.)

Научно-методическим советом БГУ[1]
(протокол № 9от 29.06.2023 г.)

Заведующий кафедрой
компьютерных технологий
и систем В. В. Казаченок

[1] Учебные программы обучения по факультативным дисциплинам могут быть рекомендованы к утверждению Советом факультета или учебно-методической комиссией факультета, или общеуниверситетской кафедрой.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Круг вопросов, относящихся к математической физике, чрезвычайно широк. Возникающие при этом математические задачи содержат много общих элементов и составляют предмет математической физики. Метод исследования, характеризующий эту отрасль науки, является математическим по своему существу, и хотя постановка задач математической физики, будучи тесно связанной с изучением физических проблем, имеет специфические черты, следует отметить, что учебная дисциплина «Уравнения математической физики» является важной составляющей общего математического образования. Многие задачи математической физики приводят к дифференциальным уравнениям с частными производными. Наиболее часто встречаются дифференциальные уравнения 2-го порядка. Программа учебной дисциплины ограничена изложением аналитических методов решения задач для линейных дифференциальных уравнений второго порядка на примере классических уравнений теплопроводности, колебаний струны, Лапласа и других уравнений.

Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель учебной дисциплины «Уравнения математической физики» – получение студентами навыков математического моделирования физических процессов с использованием уравнений с частными производными.

Образовательная цель: формирование составной части банка знаний, получаемых будущими специалистами в процессе учебы и необходимых им в дальнейшем для успешной работы.

Развивающая цель: формирование у студентов основ математического мышления, изучение алгоритмов исследования разрешимости прикладных задач.

Задачи учебной дисциплины:

1. Освоение методов решения и исследования краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными;
2. Математическое моделирование естественнонаучных процессов.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Уравнения математической физики относится к дисциплинам государственного компонента и входит **в модуль** «Математическое моделирование».

Содержание учебного материала учебной программы тесно связано с содержанием ряда учебных дисциплин, изучаемых на младших курсах, в том числе «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Основы высшей алгебры», «Дифференциальные уравнения».

Связи с другими учебными дисциплинами: учебная дисциплина «Уравнения математической физики» тесно связана с учебными дисциплинами «Математическое моделирование в естествознании», «Численные методы математической физики», «Функциональный анализ и интегральные уравнения».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Уравнения математической физики» должно обеспечить формирование следующих универсальных, базовых профессиональных и специализированных компетенций:

универсальные компетенции:

УК-1 Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

УК-2 Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий;

УК-5 Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности;

базовые профессиональные компетенции:

БПК-1 Решать математические задачи и строить логические цепочки утверждений;

БПК-6 Разрабатывать метод математического моделирования для решения задач в различных предметных областях, применять основные уравнения теоретической механики, математической физики для моделирования физических процессов, реализовывать на современных языках программирования построенные алгоритмы;

БПК-7 Составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить и обосновывать выбор оптимального метода решения, интерпретировать смысл полученного математического результата;

специализированные компетенции:

СК-3 Решать задачи дифференциального и интегрального исчисления, использовать методы дифференциального исчисления при построении и исследовании математических моделей естественнонаучных процессов.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- классификацию и методы приведения к каноническому виду уравнений второго порядка с двумя и многими независимыми переменными;
- методы решения и обоснования корректности задачи Коши для уравнения колебания струны и уравнения теплопроводности;
- постановку и методы решения смешанных задач для уравнений гиперболического и параболического типа;

- постановку и методы решения краевых задач для уравнений эллиптического типа;

уметь:

- приводить к каноническому виду уравнения второго порядка;
- решать задачу Коши для волнового уравнения и уравнения теплопроводности;
- решать смешанные задачи для уравнений колебания струны и теплопроводности;
- решать краевые задачи для уравнения Лапласа и Пуассона.

владеть:

- методами математического моделирования;
- основными методами исследования Задачи Коши для дифференциальных уравнений с частными производными;
- основными методами исследования граничных задач для дифференциальных уравнений с частными производными;
- навыками самообразования и способами использования аппарата дифференциальных уравнений с частными производными для проведения математических и междисциплинарных исследований.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах. Всего на изучение учебной дисциплины «Уравнения математической физики» отведено:

– для очной формы получения высшего образования– 198 часов, в том числе 102 аудиторных часов, из них:

- в 5 семестр – всего 90 часов, в том числе 34 аудиторных часа, из них: лекции – 34 часа.

- в 6 семестре – 108 часов, в том числе – 68 аудиторных часа, из них: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа - 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет (5 семестр), экзамен (6 семестр).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение. Предварительные сведения.

Тема 1.1 Введение в учебную дисциплину. Основные разделы физики и соответствующие уравнения математической физики. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.

Раздел 2. Дифференциальные уравнения с частными производными.

Тема 2.1 Понятие об уравнениях с частными производными. Линейные и квазилинейные дифференциальные уравнения с частными производными.

Тема 2.2 Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка. Формула общего решения дифференциального уравнения с частными производными первого порядка. Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка в случае двух независимых переменных. Теорема о сохранении типа уравнений при невырожденной замене независимых переменных для уравнений второго порядка в случае двух переменных. Классификация дифференциальных уравнений второго порядка в случае многих независимых переменных. Характеристики для дифференциальных уравнений второго порядка.

Тема 2.3 Приведение к каноническому виду гиперболических уравнений второго порядка в случае двух независимых переменных. Приведение к каноническому виду параболических уравнений второго порядка в случае двух независимых переменных. Приведение к каноническому виду эллиптических уравнений второго порядка в случае двух независимых переменных. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений второго порядка в случае многих независимых переменных. Характеристики дифференциальных уравнений. Связь характеристических направлений с характеристиками. Классификация дифференциальных уравнений с помощью характеристического многочлена. Связь классификации дифференциальных уравнений через дискриминант и характеристический полином.

Раздел 3. Основные уравнения математической физики

Тема 3.1 О постановке задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Корректная постановка задач. Примеры некорректно поставленных задач. Пример Адамара некорректной постановки задачи.

Тема 3.2 Уравнение поперечных колебаний струны. Уравнение теплопроводности. Задачи для уравнения поперечных колебаний струны. Задачи для уравнения теплопроводности.

Тема 3.3 Вывод уравнения поперечных колебаний мембраны. Задачи для волнового уравнения в многомерном случае. Уравнение Пуассона и задачи для него. Задачи для уравнения теплопроводности в многомерном случае.

Тема 3.4 Задачи сопряжения. Уравнение неразрывности. Уравнения движения. Уравнение энергии. Уравнения газовой динамики и гидродинамики и задачи для них.

Тема 3.5 Уравнения Максвелла. Уравнение Гельмгольца. Другие уравнения математической физики.

Раздел 4. Задачи Коши и Гурса

Тема 4.1 Постановка задачи Коши. Простейшая и обобщенная задача Коши.

Тема 4.2 Аналитические функции. Теорема Ковалевской.

Тема 4.3 Формула Даламбера. Смешанная задача в четверти плоскости для волнового уравнения.

Тема 4.4 Формула Пуассона для волнового уравнения. Вывод формулы Даламбера из формулы Пуассона. Формула Кирхгофа.

Тема 4.5 Метод Дюамеля и формулы решения задачи Коши для неоднородного волнового уравнения.

Тема 4.6 Принцип Гюйгенса. Принцип минимума и максимума для уравнения теплопроводности.

Тема 4.7 Преобразование Фурье. Единственность решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Формула Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Обоснование формулы Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.

Тема 4.8 Метод Римана. Метод Римана для задачи Коши.

Тема 4.9 Постановка задачи Гурса для гиперболического уравнения. Метод последовательных приближений.

Раздел 5. Смешанные задачи для уравнений гиперболического и параболического типов.

Тема 5.1 Смешанные задачи для волнового уравнения.

Тема 5.2 Смешанные задачи для уравнения теплопроводности.

Тема 5.3 Задача Штурма-Лиувилля.

Тема 5.4 Общая схема метода разделения переменных.

Тема 5.5 Метод Фурье для смешанных задач для гиперболических уравнений.

Тема 5.6 Метод Фурье для смешанных задач параболических уравнений.

Тема 5.7 Обоснование метода Фурье для классического решения смешанных задач уравнения теплопроводности.

Раздел 6. Классические методы в теории эллиптических задач

Тема 6.1 Метод Фурье.

Тема 6.2 Задача Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике.

Тема 6.3 Задача Неймана для уравнения Пуассона в прямоугольнике.

Тема 6.4 Задача со смешанными условиями для уравнения. Граничные задачи для уравнения Пуассона с условиями третьего рода.

Тема 6.5 Задача Дирихле для уравнения Пуассона в параллелепипеде.

Тема 6.6 Уравнение теории специальных функций. Цилиндрические функции. Полиномы Лежандра. Присоединенные функции Лежандра. Полиномы Якоби, Чебышева, Лагерра, Эрмита.

Тема 6.7 Метод Фурье для канонических областей. Граничные задачи для уравнения Пуассона в круговом цилиндре. Сферические функции. Шаровые функции. Задача Штурма-Лиувилля в шаре для оператора Лапласа.

Тема 6.8 Метод Грина. Формулы Грина. Гармонические функции. Единственность решений задач Дирихле для уравнения Пуассона. Метод Грина для задачи Дирихле. Метод Грина для задачи Неймана. Построение функции Грина для задачи Дирихле. Интеграл Пуассона для круга и шара. О единственности решений внутренней задачи Неймана. О единственности решений внешней задачи Неймана.

Тема 6.9 Метод потенциалов. Потенциалы простого и двойного слоя. Сведение задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа к интегральным уравнениям. О разрешимости задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа (метод потенциалов). Метод потенциалов для задач уравнения Гельмгольца.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	**Введение. Предварительные сведения**	**2**						
1.1	Введение. Основные разделы физики и соответствующие уравнения математической физики. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.	2						тест
2	**Дифференциальные уравнения с частными производными.**	**6**			**4**			
2.1	Понятие об уравнениях с частными производными. Линейные и квазилинейные дифференциальные уравнения с частными производными.	2						тест
2.2	Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка. Формула общего решения дифференциального уравнения с частными производными первого порядка. Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка в случае двух независимых переменных. Теорема о сохранении типа уравнений при невырожденной замене независимых переменных для уравнений второго порядка в случае двух переменных. Классификация дифференциальных уравнений второго порядка в случае многих независимых переменных. Характеристики для дифференциальных уравнений второго порядка.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
2.3	Приведение к каноническому виду гиперболических уравнений второго порядка в случае двух независимых переменных. Приведение к каноническому виду параболических уравнений второго порядка в случае двух независимых	2			2			опрос и проверка отчета

	переменных. Приведение к каноническому виду эллиптических уравнений второго порядка в случае двух независимых переменных. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений второго порядка в случае многих независимых переменных. Характеристики дифференциальных уравнений. Связь характеристических направлений с характеристиками. Классификация дифференциальных уравнений с помощью характеристического многочлена. Связь классификации дифференциальных уравнений через дискриминант и характеристический полином							по лабораторной работе
3	**Основные уравнения математической физики**	**10**			**6**			
3.1	О постановке задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Корректная постановка задач. Примеры некорректно поставленных задач. Пример Адамара некорректной постановки задачи.	2						коллоквиум
3.2	Уравнение поперечных колебаний струны. Уравнение теплопроводности. Задачи для уравнения поперечных колебаний струны. Задачи для уравнения теплопроводности.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
3.3	Вывод уравнения поперечных колебаний мембраны. Задачи для волнового уравнения в многомерном случае. Уравнение Пуассона и задачи для него. Задачи для уравнения теплопроводности в многомерном случае.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
3.4	Задачи сопряжения. Уравнение неразрывности. Уравнения движения. Уравнение энергии. Уравнения газовой динамики и гидродинамики и задачи для них.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
3.5	Уравнения Максвелла. Уравнение Гельмгольца. Другие уравнения математической физики.	2						тест
4	**Задачи Коши и Гурса**	**18**			**8**		**2**	
4.1	Постановка задачи Коши. Простейшая и обобщенная задача Коши.	2						тест
4.2	Аналитические функции. Теорема Ковалевской.	2						коллоквиум

4.3	Формула Даламбера. Смешанная задача в четверти плоскости для волнового уравнения.	2					2	проверка отчета по самостоятельной работе
4.4	Формула Пуассона для волнового уравнения. Вывод формулы Даламбера из формулы Пуассона. Формула Кирхгофа.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
4.5	Метод Дюамеля и формулы решения задачи Коши для неоднородного волнового уравнения.	2						тест
4.6	Принцип Гюйгенса. Принцип минимума и максимума для уравнения теплопроводности.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
4.7	Преобразование Фурье. Единственность решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Формула Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Обоснование формулы Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Обоснование формулы Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
4.8	Метод Римана. Метод Римана для задачи Коши.	2			2			Контрольная работа
4.9	Постановка задачи Гурса для гиперболического уравнения. Метод последовательных приближений.	2						тест
5	**Смешанные задачи для уравнений гиперболического и параболического типов.**	**14**			**4**		**2**	
5.1	Смешанные задачи для волнового уравнения.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
5.2	Смешанные задачи для уравнения теплопроводности.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе

5.3	Задача Штурма-Лиувилля.	2						тест
5.4	Общая схема метода разделения переменных.	2						коллоквиум
5.5	Метод Фурье для смешанных задач для гиперболических уравнений.	2					2	проверка отчета по самостоятельной работе
5.6	Метод Фурье для смешанных задач параболических уравнений.	2						тест
5.7	Обоснование метода Фурье для классического решения смешанных задач уравнения теплопроводности	2						тест
6	**Классические методы в теории эллиптических задач**	**18**			**8**			
6.1	Метод Фурье	2						тест
6.2	Задача Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
6.3	Задача Неймана для уравнения Пуассона в прямоугольнике.	2						коллоквиум
6.4	Задача со смешанными условиями для уравнения. Граничные задачи для уравнения Пуассона с условиями третьего рода.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
6.5	Задача Дирихле для уравнения Пуассона в параллелепипеде.	2						тест
6.6	Уравнение теории специальных функций. Цилиндрические функции. Полиномы Лежандра. Присоединенные функции Лежандра. Полиномы Якоби, Чебышева, Лагерра, Эрмита.	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
6.7	Метод Фурье для канонических областей. Граничные задачи для уравнения Пуассона в круговом цилиндре. Сферические функции. Шаровые функции. Задача Штурма-Лиувилля в шаре для оператора Лапласа.	2						тест
6.8	Метод Грина. Формулы Грина. Гармонические функции. Единственность решений задач Дирихле для уравнения Пуассона. Метод Грина для задачи Дирихле. Метод Грина для задачи Неймана. Построение функции Грина для задачи Дирихле. Интеграл Пуассона для круга и шара. О единственности решений	2						тест

	внутренней задачи Неймана. О единственности решений внешней задачи Неймана.							
6.9	Метод потенциалов. Потенциалы простого и двойного слоя. Сведение задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа к интегральным уравнениям. О разрешимости задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа (метод потенциалов). Метод потенциалов для задач уравнения Гельмгольца.	2			2			Контрольная работа
	Итого	**68**			**30**		**4**	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Корзюк, В. И. Уравнения математической физики : учебное пособие для студентов высших учебных заведений по математическим специальностям / В. И. Корзюк. - Изд. 2-е, испр. и доп. – Москва : URSS : ЛЕНАНД, 2021. - 479 с.

2. Козловская, И. С. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 1-31 03 04 «Информатика», 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)», направление специальности:1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность (математические методы и программные системы)» / И. С. Козловская ; БГУ, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. компьютерных технологий и систем. - Минск : БГУ, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) - URL: https://elib.bsu.by/handle/123456789/257012.

3. 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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156410.

4. Палин, В. В. Методы математической физики. Лекционный курс : учебное пособие для вузов, для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественнонаучным направлениям / В. В. Палин, Е. В. Радкевич ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 222 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Ерофеенко В.Т., Козловская И.С. Уравнения с частными производными и математические модели в экономике: Курс лекций. Изд. стереотипное. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2018. — 248 с.

2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 2017. – 736 с.

3. Мінюк С.А., Глушцоў А.I., Наркун З.М., Немец У.С. Урауненні і метады матэматычнай фізікі . – Гродна: Грод. дзярж. ун-т, 2002. – 435 с.

4. Русак В.Н. Математическая физика. – Минск: Изд-во Дизайн ПРО, 2008. – 208 с.

5. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики/ В.С. Владимиров. – 2-е изд., стер. – М.: МАИК "Наука", 2000.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Текущий контроль осуществляется путем оценки знаний и активности студентов на лабораторных занятиях, контрольных мероприятий в форме выполнений лабораторных работ, прохождения тестов, контрольных работ и коллоквиумов.

Выполнение заданий является обязательным для всех студентов.

Основным средством диагностики усвоения знаний и овладения необходимыми компетенциями по учебной дисциплине «Уравнения математической физики» является проверка отчетов по лабораторным и самостоятельным работам, контрольные работы, тесты и коллоквиумы.

Оценка за активное участие на лабораторных занятиях включает:

- ответ (полнота ответа) – 30 %
- выполнение лабораторной работы – 70 %

Коллоквиумы используются для обобщения и систематизации учебного материала. В коллоквиум включаются теоретический вопрос и решение практической задачи. При оценивании коллоквиума внимание обращается на:

- содержание и последовательность изложения теоретического вопроса -30%
- соответствие и полноту раскрытия вопроса - 30 %
- грамотный научный подход к решению практической задачи - 40%.

Оценка самостоятельной работы зависит от полноты выполнения задания для самостоятельной работы.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Уравнения математической физики» учебным планом предусмотрен **зачет и экзамен.**

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в итоговую отметку:

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- ответы на лабораторных занятиях– 20%
- результаты коллоквиума и контрольной работы – 30 %
- результаты выполнения лабораторных и самостоятельных работ – 30 %
- результаты тестирования – 20 %

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости и отметки на экзамене с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей успеваемости составляет 40%, экзаменационной отметки – 60 %.

Обучающийся допускается к текущей аттестации по учебной дисциплине при условии получения положительной (4 и выше) отметки текущей успеваемости по дисциплине.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 4.3 Формула Даламбера. Смешанная задача в четверти плоскости для волнового уравнения. (2 ч.)

Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменным с помощью Wolfram Mathematica;

Нахождение общего решения дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменным с помощью Wolfram Mathematica;

Решение задачи Коши методом характеристик с помощью Wolfram Mathematica.

Форма контроля – отчет по самостоятельной работе.

Тема 5.5 Метод Фурье для смешанных задач для гиперболических уравнений. (2 ч.)

Решение методом Фурье первой смешанной задачи для однородного волнового уравнения с помощью Wolfram Mathematica;

Решение методом Фурье второй смешанной задачи для однородного волнового уравнения с помощью Wolfram Mathematica;

Решение методом Фурье третьей смешанной задачи для однородного волнового уравнения с помощью Wolfram Mathematica;

Решение методом Фурье смешанных задач для неоднородного волнового уравнения с помощью Wolfram Mathematica.

Форма контроля – отчет по самостоятельной работе.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется ***практико-ориентированный подход,*** который предполагает***:***

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Уравнения математической физики» следует использовать современные информационные технологии, разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, презентации лекций, методические указания к лабораторным занятиям, электронные версии домашних заданий, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательного стандарта высшего образования и учебно-программной документации, в том числе вопросы для подготовки к экзамену, задания, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Понятие об уравнениях с частными производными.
2. Линейные и квазилинейные дифференциальные уравнения с частными производными.
3. Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка. Формула общего решения дифференциального уравнения с частными производными первого порядка.
4. Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка в случае двух независимых переменных.
5. Классификация дифференциальных уравнений второго порядка в случае многих независимых переменных. Характеристики для дифференциальных уравнений второго порядка.

6. Приведение к каноническому виду гиперболических уравнений второго порядка в случае двух независимых переменных.
7. Приведение к каноническому виду параболических уравнений второго порядка в случае двух независимых переменных.
8. Приведение к каноническому виду эллиптических уравнений второго порядка в случае двух независимых переменных.
9. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений второго порядка в случае многих независимых переменных.
10. О постановке задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Корректная постановка задач. Примеры некорректно поставленных задач. Пример Адамара некорректной постановки задачи.
11. Постановка задачи Коши. Простейшая и обобщенная задача Коши.
12. Формула Пуассона для волнового уравнения. Вывод формулы Даламбера из формулы Пуассона. Формула Кирхгофа.
13. Метод Дюамеля и формулы решения задачи Коши для неоднородного волнового уравнения.
14. Принцип минимума и максимума для уравнения теплопроводности.
15. Формула Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Обоснование формулы Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.
16. Метод Римана. Метод Римана для задачи Коши.
17. Постановка задачи Гурса для гиперболического уравнения. Метод последовательных приближений.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Общие понятия о дифференциальных уравнениях с частными производными
2. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными
3. Линейные дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка
4. Квазилинейные неоднородные дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка
5. Системы дифференциальных уравнений с частными производными
6. Замена независимых переменных в дифференциальных уравнениях с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными
7. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными
8. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка с n независимыми переменными

9. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка с n независимыми переменными
10. Исключение младших производных в дифференциальных уравнениях с частными производными второго порядка с постоянными коэффициентами
11. Корректная постановка задачи Коши
12. Общее решение дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными
13. Метод характеристик решения задачи Коши для волнового уравнения
14. Корректность задачи Коши для волнового уравнения
15. Пример некорректно поставленной задачи по Адамару
16. Метод Дюамеля
17. Решение задачи Коши для волнового уравнения
18. Физическая и геометрическая интерпретации формулы Даламбера
19. Решение задачи Коши на полуограниченной прямой. Метод продолжений
20. Метод Римана
21. Уравнение колебания в пространстве
22. Метод усреднения
23. Метод спуска
24. Метод последовательных приближений для решения задачи Гурса
25. Постановка задачи Коши для уравнения теплопроводности
26. Метод интегральных преобразований для решения задачи Коши для уравнения теплопроводности
27. Принцип максимума и минимума для уравнения теплопроводности
28. Корректность задачи Коши для уравнения теплопроводности
29. Смешанные задачи для уравнений гиперболического типа
30. Постановка смешанных задач для уравнений параболического типа
31. Задача Штурма-Лиувилля
32. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля
33. Общая схема метода разделения переменных
34. Решение методом разделения переменных первой смешанной задачи для волнового уравнения
35. Сведение смешанной задачи с неоднородными граничными условиями к задаче с однородными граничными условиями
36. Решение смешанных задач методом разделения переменных для неоднородного уравнения
37. Решение методом разделения переменных первой смешанной задачи для уравнения теплопроводности
38. Корректность смешанной задачи для уравнения теплопроводности (существование)
39. Корректность смешанной задачи для уравнения теплопроводности (единственность, непрерывная зависимость от начальных данных)

40. Решение первой смешанной задачи для однородного уравнения теплопроводности в пластине
41. Задача о распространении тепла в однородном шаре
42. Решение смешанной задачи для волнового уравнения в четверти плоскости
43. Формула Грина
44. Интегральная формула Грина
45. Свойства гармонических функций
46. Принцип максимума и минимума для гармонических функций
47. Постановка краевых задач для уравнения Лапласа и Пуассона (внутренняя и внешняя задачи Дирихле)
48. Постановка краевых задач для уравнения Лапласа и Пуассона (внутренняя и внешняя задачи Неймана)
49. Решение методом разделения переменных задачи Дирихле для круга
50. Решение краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона с помощью функции Грина
51. Построение функции Грина для полупространств
52. Построение функции Грина для шаровой области
53. Метод потенциалов
54. Сведение краевых задач для уравнения Лапласа к интегральным уравнениям
55. Вывод уравнения колебания струны
56. Вывод уравнения теплопроводности
57. Вывод уравнения колебания мембраны
58. Уравнения гидродинамики
59. Уравнения электродинамики

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1.			
2.			

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на _____/_____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

________________________________ ( )

Заведующий кафедрой

_______________________ ________________ В. В. Казаченок

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_______________________ ________________ ____________________