

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Райхерт Татьяна Николаевна
Должность: Директор
Дата подписания: 21.11.2023 15:31:19
Уникальный программный ключ:
c914df807d771447164c08ee17f8e2f93dde816b

Министерство просвещения Российской Федерации
Нижегородский государственный социально-педагогический институт (филиал)
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Факультет естествознания, математики и информатики
Кафедра естественных наук и физико-математического образования

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



Уровень высшего образования
Направление подготовки

Бакалавриат
44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)
Физика и информатика
Очная

Профили
Форма обучения

Рабочая программа дисциплины «Методы математической физики». Нижний Тагил: Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2020. – 14 с.

Настоящая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Автор: доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры естественных наук и физико-математического образования С.Е. Попов

Рецензент: кандидат педагогических наук, доцент И.И. Баженова

Программа одобрена на заседании кафедры ЕНФМ. Протокол от 10.04.2020 г. № 7.

Заведующий кафедрой О.В. Полявина

Программа рекомендована к печати методической комиссией факультета естествознания, математики и информатики. Протокол от 17.04.2020 г. № 7.

Председатель методической комиссии В.А. Гордеева

Программа утверждена решением Ученого совета факультета естествознания, математики и информатики. Протокол от 30.04.2020 г. № 8.

Декан ФЕМИ Т.В. Жуйкова

Главный специалист ОИР О.В. Левинских

© Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2020.
© Попов Семен Евгеньевич, 2020.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Результаты освоения дисциплины.....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	5
4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы.....	5
4.2. Содержание и тематическое планирование дисциплины.....	5
4.3. Содержание разделов (тем) дисциплины.....	8
5. Образовательные технологии.....	11
6. Учебно-методические материалы.....	11
6.1. Методические указания по организации и проведению практических занятий самостоятельной работы студента.....	11
6.2. Задания и методические указания по организации самостоятельной работы студента.....	12
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	14
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	14

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: ознакомить студентов с математическими методами, применяемыми для построения и исследования математических моделей, описывающих широкие классы физических явлений; расширить и углубить знания о математическом аппарате современной теоретической физики.

Задачи:

1. Развить умения применять математические методы при построении и исследовании математических моделей физических явлений;
2. Сформировать систему понятий об основных уравнениях математической физики.
3. Выработать умения и навыки математического моделирования при решении конкретных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Методы математической физики – важнейшая дисциплина, играющая особую, связующую роль в обеспечении глубокой физико-математической подготовки студентов физических специальностей педагогических вузов. Эта дисциплина, как теория математических моделей физических явлений, с одной стороны, тесно связана с физикой на этапе построения моделей, с другой стороны, продолжает базовые математические курсы, рассматривая теорию дифференциальных уравнений в частных производных, а также другие разделы высшей математики на этапе математического исследования моделей. Дисциплина обеспечивает полноту и системность знаний, используемых в математическом аппарате курса теоретической физики.

Дисциплина «Методы математической физики» входит в профессиональный цикл (вариативная часть) основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 44.03.05 Педагогическое образование, является дисциплиной по выбору и составной частью модуля «Предметное обучение профилю».

Для освоения дисциплины «Методы математической физики» используются знания и умения, сформированные в процессе изучения всех разделов курса общей физики, а также в ходе изучения дисциплин «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Математический анализ» и других разделов математики. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Основы теоретической физики», «Астрономия», «Теория и методика обучения физике».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие следующих **компетенций:**

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

ПК-6 Способен формировать у обучающихся умения моделировать объекты и процессы окружающей реальности и пользоваться заданной математической или информационной моделью

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

31. Систему понятий, основных положений, теорем и методов по разделам курса математической физики в соответствии с образовательной программой.

32. Основы и особенности математического аппарата различных разделов курса.

33. Методы решения стандартных задач.

Уметь:

У1. Применять полученные знания в качестве теоретического и технологического средства при организации индивидуальной познавательной деятельности.

У2. Решать стандартные задачи по разделам курса.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 13 зач. ед. (468 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	Очная
	8, 9 и А семестры
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	324
Контактная работа, в том числе:	114
Лекции	44
Практические занятия	70
Самостоятельная работа, в том числе:	210
Изучение теоретического курса	129
Самоподготовка к текущему контролю знаний	81
Подготовка к экзаменам (6,7, 8 и 9 сем.)	8, 9 и А семестры

4.2. Содержание и тематическое планирование дисциплины

Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Всего, часов	Вид контактной работы, час			Самостоятельная работа, час	Формы текущего контроля успеваемости
			Лекции	Практ. занятия	Из них в интерактивной форме		
Раздел 1. Уравнения математической физики.	6						
Тема 1. Основные уравнения математической физики.	6	9	2	3	2	4	Опрос, доклад на семинаре
Тема 2. Классификация уравнений второго порядка.	6	6	1	2	2	3	Опрос, доклад на семинаре
Тема 3. Уравнения первого порядка.	6	6	1	2	2	3	Опрос, доклад на семинаре
Раздел 2. Уравнения гиперболического типа.	6						
Тема 4. Уравнение колебаний струны.	6	6	1	2	2	3	Опрос, доклад на семинаре
Тема 5. Телеграфное уравнение.	6	6	1	2	2	3	Опрос, доклад на семинаре
Тема 6. Волновое уравнение.	6	8	1	3	2	4	Опрос, доклад на семинаре
Тема 7. Метод Фурье для анализа уравнений гиперболического типа.	6	8	2	2	2	4	Опрос, доклад на семинаре

ского типа.							минаре
Тема 8. Функции Бесселя.	6	6	1	2	2	3	Опрос, доклад на семинаре
Тема 9. Полиномы Лежандра.	6	8	2	2	2	4	Опрос, доклад на семинаре
Экзамен	6	27				27	
Итого по Разделам 1 и 2		90	12	20	18	58	
Раздел 3. Уравнения эллиптического типа.	7						
Тема 10. Интегральные формулы в теории дифференциальных уравнений.	7	15	3	6	2	6	Опрос, доклад на семинаре
Тема 11. Уравнения Лапласа и Пуассона.	7	15	3	6	2	6	Опрос, доклад на семинаре
Тема 12. Теория потенциала.	7	15	3	6	2	6	Опрос, доклад на семинаре
Тема 13. Функции Грина.	7	16	3	6	2	7	Опрос, доклад на семинаре
Тема 14. Гравитационные волны на поверхности жидкости.	7	10	2	4	2	4	Опрос, доклад на семинаре
Тема 15. Уравнение Гельмгольца.	7	10	2	4	2	4	Опрос, доклад на семинаре
Экзамен	7	27				27	
Итого по Разделу 3		108	16	32	12	60	
Раздел 4. Уравнения параболического типа.	8						
Тема 16. Задача Коши.	8	14	1	6	2	7	Опрос, доклад на семинаре
Тема 17. Уравнение теплопроводности.	8	22	4	7	2	11	Опрос, доклад на семинаре
Тема 18. Метод Фурье для анализа уравнений параболического типа.	8	17	3	5	2	9	Опрос, доклад на семинаре
Раздел 5. Метод конечных разностей.	8						
Тема 19. Сетки и сеточные функции.	8	23	4	7	2	12	Опрос, доклад на семинаре
Тема 20. Разностные схемы для основных уравнений математической физики.	8	23	4	7	2	12	Опрос, доклад на семинаре
Экзамен	8	27				27	
Итого по Разделам 4 и 5		126	16	32	10	78	

Раздел 6. Уравнения смешанного типа.	9						
Тема 21. Уравнения электромагнитного поля.	9	19	2	4	2	13	Опрос, доклад на семинаре
Тема 22. Направляемые электромагнитные волны.	9	11	1	2	2	8	Опрос, доклад на семинаре
Тема 23. Разложение по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля.	9	19	2	4	2	13	Опрос, доклад на семинаре
Тема 24. Применение интегральных преобразований.	9	19	2	4	2	13	Опрос, доклад на семинаре
Тема 25. Излучение электромагнитных колебаний.	9	19	2	4	2	13	Опрос, доклад на семинаре
Тема 26. Движение вязкой жидкости.	9	11	1	2	2	8	Опрос, доклад на семинаре
Тема 27. Задачи для уравнения Шредингера.	9	19	2	4	2	13	Опрос, доклад на семинаре
Экзамен	9	27				27	
Итого по Разделу 6		144	12	24	14	108	
Всего		468	56	108	54	304	

Практические занятия

№ темы	Наименование практических занятий	Кол-во ауд. часов
	Раздел 1. Уравнения математической физики.	
1	1. Уравнение колебаний струны. Уравнения гидродинамики.	2
1	2. Уравнение теплопроводности.	1
2	3. Типы уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду.	2
3	4. Квазилинейные дифференциальные уравнения.	1
3	5. Нелинейные дифференциальные уравнения.	1
	Раздел 2. Уравнения гиперболического типа.	
4	6. Применение метода характеристик. Решение Даламбера.	1
4	7. Задача Коши. Метод Римана.	1
5	8. Дифференциальные уравнения свободных электрических колебаний.	2
6	9. Формула Пуассона. Теорема единственности.	2
6	10. Неоднородное волновое уравнение.	1
7	11. Метод Фурье для уравнения свободных колебаний струны.	1
7	12. Общая схема метода Фурье. Вынужденные колебания.	1
8	13. Функции Бесселя. Разложение в ряд по функциям Бесселя.	2
9	14. Дифференциальное уравнение Лежандра. Полиномы Лежандра.	2
	Раздел 3. Уравнения эллиптического типа.	
10	15. Интегральные формулы в теории дифференциальных уравнений.	2
10	16. Формулы Остроградского-Гаусса и Грина.	2
10	17. Представление дифференциальных выражений в ортогональных си-	2

	стемах координат.	
11	18. Примеры задач, приводящих к уравнению Лапласа.	2
11	19. Фундаментальные решения Уравнения Лапласа.	2
11	20. Формула Пуассона. Решение задачи Дирихле. Функция Грина.	2
12	21. Теория потенциала. Ньютоновский потенциал.	2
12	22. Мультиполи. Разложение потенциала по мультиполям.	2
12	23. Энергия гравитационного поля. Задача Гаусса.	2
13	24. Сферические функции. Разложение по сферическим функциям.	2
13	25. Функция Грина для задач Дирихле и Неймана для шара.	2
13	26. Сферические функции в решении задач математической физики.	2
14	27. Гравитационные волны на поверхности жидкости.	2
14	28. Двумерные волны в бассейне ограниченной глубины.	2
15	29. Уравнение Гельмгольца. Собственные числа и собственные функции.	2
15	30. Сферически симметричные решения уравнения Гельмгольца.	1
15	31. Излучение и рассеяние звука.	1
	Раздел 4. Уравнения параболического типа.	
16	32. Первая граничная задача. Теорема о максимуме и минимуме.	3
16	33. Задача Коши.	3
17	34. Линейная задача о распространении тепла. Уравнение диффузии.	3
17	35. Температурные волны.	2
17	36. Краевые задачи для квазилинейного уравнения теплопроводности.	2
18	37. Применение метода Фурье к решению граничных задач.	3
18	38. Неоднородное уравнение теплопроводности.	2
	Раздел 5. Метод конечных разностей.	
19	39. Введение. Сетки и сеточные функции.	2
19	40. Аппроксимация простейших дифференциальных операторов.	3
19	41. Разностная задача. Устойчивость и сходимость.	2
20	42. Разностные схемы для уравнения теплопроводности.	2
20	43. Решение систем разностных уравнений. Метод прогонки.	3
20	44. Решения задачи Дирихле. Аппроксимация оператора Лапласа.	2
	Раздел 6. Уравнения смешанного типа.	
21	45. Векторное поле. Уравнения Максвелла.	2
21	46. Потенциалы электромагнитного поля.	2
22	47. Направляемые электромагнитные волны.	2
23	48. Задача Штурма-Лиувилля. Функции Грина.	2
23	49. Вычисление спектральной функции.	2
24	50. Интегральные преобразования в конечных пределах.	2
24	51. Общий случай интегральных преобразований.	2
25	52. Вертикальный излучатель в однородной среде. Магнитная антенна.	2
25	53. Поле произвольной системы излучателей.	2
26	54. Уравнения движения вязкой жидкости.	2
27	55. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор.	2
27	56. Ротатор. Движение электрона в кулоновском поле.	2

4.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

Раздел 1. Введение. Уравнения математической физики.

Тема 1. Основные уравнения математической физики.

Уравнение колебаний струны. Уравнение колебаний мембраны. Уравнения гидродинамики. Уравнение распространения тепла. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.

Тема 2. Классификация уравнений второго порядка.

Типы уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду уравнений с постоянными коэффициентами. Приведение к каноническому виду уравнений с двумя независимыми переменными.

Тема 3. Уравнения первого порядка.

Квазилинейные дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными. Нелинейные дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными. Обобщение на n независимых переменных.

Раздел 2. Уравнения гиперболического типа.

Тема 4. Уравнение колебаний струны.

Применение метода характеристик для изучения малых колебаний струны. Решение Даламбера. Понятие об обобщенных решениях.

Продольные колебания стержня.

Задача Коши. Метод Римана.

Тема 5. Телеграфное уравнение.

Дифференциальные уравнения свободных электрических колебаний. Телеграфное уравнение. Интегрирование по методу Римана. Электрические колебания в бесконечном проводе. Граничные условия для провода конечной длины.

Тема 6. Волновое уравнение.

Формула Пуассона. Цилиндрические волны. Зависимость решения от начальных условий. Теорема единственности. Неоднородное волновое уравнение. Точечный источник.

Тема 7. Метод Фурье для анализа уравнений гиперболического типа.

Метод Фурье для уравнения свободных колебаний струны. Колебания защепленной струны. Продольные колебания стержня. Общая схема метода Фурье.

Вынужденные колебания струн и стержней.

Тема 8. Функции Бесселя.

Уравнение Бесселя. Частные случаи функций Бесселя. Ортогональность функций Бесселя и их корни. Разложение в ряд по функциям Бесселя. Интегральные представления функций Бесселя. Функции Ханкеля.

Малые колебания подвешенной нити. Малые радиальные колебания газа.

Тема 9. Полиномы Лежандра.

Дифференциальное уравнение Лежандра. Ортогональность полиномов Лежандра. Свойства полиномов Лежандра. Производящая функция. Рекуррентные соотношения между полиномами и их производными. Малые колебания вращающейся струны.

Раздел 3. Уравнения эллиптического типа.

Тема 10. Интегральные формулы в теории дифференциальных уравнений.

Определения и обозначения. Формулы Остроградского-Гаусса и Грина. Представление некоторых дифференциальных выражений в ортогональных системах координат.

Тема 11. Уравнения Лапласа и Пуассона.

Примеры задач, приводящих к уравнению Лапласа. Граничные задачи. Гармонические функции. Единственность решения. Фундаментальные решения уравнения Лапласа. Основная формула теории гармонических функций.

Формула Пуассона. Решение задачи Дирихле для шара. Функция Грина. Гармонические функции на плоскости.

Тема 12. Теория потенциала.

Ньютоновский потенциал. Потенциалы разных порядков. Мультиполи. Разложение потенциала по мультиполям. Сферические функции. Потенциалы простого и двойного слоя.

Уровенные распределения. Энергия гравитационного поля. Задача Гаусса. Поле тяжести. Теорема Стокса. Логарифмический потенциал.

Тема 13. Функции Грина.

Сферические функции, их ортогональность. Разложение по сферическим функциям. Применение сферических функций для решения граничных задач.

Функция Грина для задач Дирихле и Неймана для шара.

Приложение теории сферических функций к решению задач математической физики

Тема 14. Гравитационные волны на поверхности жидкости.

Постановка проблемы. Двумерные волны в бассейне ограниченной глубины.

Тема 15. Уравнение Гельмгольца.

Сферически симметричные решения уравнения Гельмгольца в ограниченной области. Собственные числа и собственные функции граничной задачи общего вида. Разложение по собственным функциям.

Сферически симметричные решения уравнения Гельмгольца в бесконечной области. Интегральные формулы. Разложения в ряды по частным решениям.

Излучение и рассеяние звука.

Раздел 4. Уравнения параболического типа.

Тема 16. Задача Коши.

Первая граничная задача. Теорема о максимуме и минимуме. Задача Коши.

Тема 17. Уравнение теплопроводности.

Распространение тепла в неограниченном стержне. Распространение тепла в полуграниченном стержне.

Тема 18. Метод Фурье для анализа уравнений параболического типа.

Применение метода Фурье к решению граничных задач. Неоднородное уравнение теплопроводности. Распространение тепла в бесконечном цилиндре. Распространение тепла в прямоугольной пластине.

Раздел 5. Метод конечных разностей.

Тема 19. Сетки и сеточные функции.

Аппроксимация простейших дифференциальных операторов. Разностная задача. Устойчивость и сходимость.

Тема 20. Разностные схемы для основных уравнений математической физики.

Разностные схемы для уравнения теплопроводности. Сходимость и точность. Решение систем разностных уравнений. Метод прогонки. Разностные методы решения квазилинейных уравнений.

Метод конечных разностей для решения задачи Дирихле. Разностная аппроксимация оператора Лапласа. Сходимость решения разностной задачи Дирихле. Разностные методы решения задач с несколькими пространственными переменными.

Раздел 6. Уравнения смешанного типа.

Тема 21. Уравнения электромагнитного поля.

Векторное поле. Уравнения Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля. Условия на бесконечности и граничные условия. Представление электромагнитного поля с помощью двух скалярных функций. Теорема единственности.

Тема 22. Направляемые электромагнитные волны.

Поперечно-электрические, поперечно-магнитные и поперечно-электромагнитные волны. Волны между идеально проводящими плоскостями. ТМ-волны в волноводе круглого сечения. ТЕ-волны в волноводе круглого сечения. Волны в коаксиальном кабеле. Волны в диэлектрическом стержне.

Тема 23. Разложение по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля.

Задача Штурма-Лиувилля. Функции Грина. Экстремальные свойства собственных функций. Разложение на конечном интервале. Сингулярная задача Штурма-Лиувилля. Вычисление спектральной функции. Разложение по бесселевым функциям.

Тема 24. Применение интегральных преобразований.

Условия, обеспечивающие возможность интегрального преобразования. Интегральные преобразования в конечных пределах. Общий случай интегральных преобразований. Часто применяемые преобразования с бесконечными пределами.

Примеры применения конечных интегральных преобразований.

Тема 25. Излучение электромагнитных колебаний.

Вертикальный излучатель в однородной среде. Магнитная антенна. Поле произвольной системы излучателей. Горизонтальный излучатель.

Тема 26. Движение вязкой жидкости.

Уравнения движения вязкой жидкости.

Тема 27. Задачи для уравнения Шредингера.

Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор. Ротатор. Движение электрона в кулоновском поле.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проблемное, практико-ориентированное обучение. Математическое моделирование физических явлений, практикум по решению задач.

На лекциях и практических занятиях планируется широкое использование информационных технологий, цифровых образовательных ресурсов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

6.1. Методические указания по организации и проведению практических занятий

В число основных требований квалификационной характеристики учителя физики входят умения решать физические задачи по школьной программе любой трудности. Научиться решать физические задачи непросто. Можно хорошо знать теорию и не уметь решать даже простейшие задачи. В этом суть одной из проблем обучения физике в школе и вузе. И это не случайно. Опыт показывает, что для успешного умения решать физические задачи знание теории необходимо, но недостаточно. Необходимо владеть еще так называемыми обобщенными знаниями и умениями, которые приобретают студенты в практической деятельности по решению задач, в основном, к концу изучения курса физики.

Основу обобщенных знаний составляют фундаментальные понятия физики, имеющие методологический характер. К их числу относятся физическая система и ее состояние; физическое явление, как процесс изменения состояния системы; физический закон, как необходимая и устойчивая связь между параметрами системы. Для каждого физического закона существуют границы применимости и метод (алгоритм) применения. В состав обобщенных знаний входят также: понятие учебной физической задачи, ее структура и этапы решения.

Важнейшим элементом в системе обобщенных знаний является умение идеализировать и моделировать реальную ситуацию, без чего невозможно применение законов и математического аппарата в физике как науке в целом, так и в решении учебных физических задач, в частности.

В обучении студентов умению решать физические задачи основополагающая роль принадлежит практическим занятиям. Именно здесь должны быть сформированы основы методики решения физических задач с учетом сказанного выше. И от того, насколько квалифицированно это будет сделано, во многом будет зависеть успешность овладения студентами различных разделов курсов общей и теоретической физики, а также результативность работы выпускников в качестве учителей физики.

Задачи для аудиторных занятий берутся из разных источников, либо их составляет сам преподаватель; задачи для внеаудиторного решения даются по задачникам Агошкова В.И., Владимирова В.С., Смирнова М.М., Тихонова А.Н., Самарского А.А. или задачников, указанных в списке литературы.

Контроль и учет самостоятельной работы студентов по решению задач осуществляется на практических занятиях и по результатам выполнения домашних тематических контрольных работ.

На практических занятиях (см. таблицу в пункте 4.2.) обсуждаются вопросы, соответствующие заявленной тематике, и решаются практикоориентированные тематические задачи.

6.2. Задания и методические указания по организации самостоятельной работы студента

Структура самостоятельной учебной работы:

- изучение теоретического материала по лекциям и учебной литературе, подготовка ответов на вопросы для самопроверки его усвоения по основным темам программы;
- решение задач в домашних условиях.

Содержание текущей аттестации:

- знание теоретического материала по основным разделам и темам дисциплины;
- умения решать задачи различными методами.

Формы контроля текущей аттестации:

- контроль качества усвоения теоретического материала осуществляется в форме тематического опроса по заданиям для самопроверки;
- контроль умений решать задачи проводится по результатам выполнения домашних заданий к практическим занятиям и домашним контрольным работ.

Вопросы самоконтроля по разделам:

Раздел 1. Введение. Уравнения математической физики.

1. Какие уравнения называют основными уравнениями математической физики?
2. Сформулируйте задачу и выведите уравнение колебаний струны.
3. Сформулируйте задачу и выведите уравнение движения идеальной жидкости.
4. Сформулируйте задачу и выведите уравнение распространения тепла.
5. Сформулируйте задачи, приводящие к уравнению Лапласа.
6. Запишите общий вид дифференциального уравнения второго порядка.
7. Какие выделяют типы уравнений второго порядка?
8. Как приводится уравнение к каноническому виду?
9. Какие уравнения называют квазилинейными дифференциальными уравнениями?
10. Какие уравнения являются нелинейными дифференциальными уравнениями?

Раздел 2. Уравнения гиперболического типа.

1. Как применяют метод характеристик для изучения малых колебаний струны.
2. Приведите решение Даламбера.
3. Сформулируйте задачу Коши.
4. Получите дифференциальное уравнение свободных электрических колебаний.
5. Приведите телеграфное уравнение.
6. Запишите и поясните волновое уравнение.
7. Запишите и поясните формулу Пуассона.
8. Запишите и поясните неоднородное волновое уравнение.
9. В чем заключается метод Фурье?
10. Что называют собственными числами и собственными функциями?
11. Особенности решения для уравнения свободных колебаний струны.
12. Запишите уравнение Бесселя.
13. Какие функции называют функциями Бесселя?
14. Докажите ортогональность функций Бесселя.
15. Как разложить произвольную функцию в ряд по функциям Бесселя?
16. Приведите особенности малых колебаний подвешенной нити.
17. Запишите и поясните дифференциальное уравнение Лежандра.
18. Какие функции называют полиномами Лежандра?
19. Приведите отличительные свойства полиномов Лежандра.
20. Что называют производящей функцией?

Раздел 3. Уравнения эллиптического типа.

1. Запишите и поясните формулу Остроградского-Гаусса.

2. Поясните формулу Грина.
3. Приведите примеры задач, приводящих к уравнению Лапласа.
4. Какие функции называют гармоническими?
5. Запишите и поясните фундаментальные решения уравнения Лапласа.
6. Запишите и поясните формулу Пуассона.
7. Какие функции называют функциями Грина?
8. Запишите и поясните формулу ньютоновского потенциала.
9. Что называют мультиполями?
10. Как производится разложение потенциала по мультиполям?
11. Запишите и поясните выражение для энергии гравитационного поля.
12. Сформулируйте задачу Гаусса.
13. Как строится система линейно-независимых сферических функций?
14. Как производится разложение по сферическим функциям?
15. Как применяют сферические функции для решения граничных задач?
16. Сформулируйте задачу о гравитационных волнах на поверхности жидкости.
17. Как описывают двумерные волны в бассейне ограниченной глубины?
18. Приведите сферически симметричные решения уравнения Гельмгольца.
19. Что называют собственными числами и собственными функциями?
20. Сформулируйте основные зависимости для звуковых полей.

Раздел 4. Уравнения параболического типа.

1. Какие физические задачи приводят к уравнениям параболического типа?
2. Запишите уравнение теплопроводности.
3. Сформулируйте первую граничную задачу.
4. Докажите теорему о максимуме и минимуме.
5. Сформулируйте задачу Коши для однородного уравнения теплопроводности.
6. Сформулируйте задачу о распространении тепла в неограниченном стержне.
7. В чем заключается применение метода Фурье к решению граничных задач?
8. Получите решение задачи о распространении тепла в ограниченном стержне.
9. Запишите неоднородное уравнение теплопроводности.
10. Приведите решение о распространении тепла в цилиндре конечных размеров.

Раздел 5. Метод конечных разностей.

1. В чем заключается применение метода конечных разностей?
2. Что называют сетками и сеточными функциями?
3. Поясните аппроксимацию простейших дифференциальных операторов.
4. Как формулируется разностная задача?
5. Поясните понятия устойчивость и сходимости в методе конечных разностей.
6. Какие разностные схемы используют для решения уравнения теплопроводности?
7. В чем заключается сходимость и точность решения?
8. Какие разностные схемы используют для решения систем разностных уравнений?
9. В чем заключается метод прогонки?
10. Какие разностные методы применяют для решения квазилинейных уравнений?
11. Покажите применение метода конечных разностей для решения задачи Дирихле.
12. Приведите разностную аппроксимацию оператора Лапласа.
13. Как оценить сходимость решения разностной задачи Дирихле?
14. Какие разностные методы используют для решения задач с несколькими пространственными переменными?

Раздел 6. Уравнения смешанного типа.

1. Какое поле называют скалярным, а какое векторным?
2. Приведите уравнения векторных линий поля.
3. Введите и поясните символ Кронекера.
4. Приведите определения и обозначения понятий: градиент, дивергенция, ротор.
5. Запишите и поясните уравнения Лоренца-Максвелла и уравнения Максвелла.
6. Что называют потенциалами электромагнитного поля?

7. В каком случае электромагнитное поле можно представить с помощью двух скалярных функций?
8. Докажите теорему единственности для электромагнитного поля.
9. Какие волны называют направляемые электромагнитные волны?
10. Какие волны называют поперечно-электрические, поперечно-магнитные и поперечно-электромагнитные волны?
11. Приведите их обозначения.
12. Сформулируйте задачу Штурма-Лиувилля.
13. Когда собственные функции ортогональны?
14. Сформулируйте экстремальные свойства собственных функций.
15. Что называют спектральной функцией, как ее вычисляют?
16. Какую функцию называют интегральным преобразованием?
17. Сформулируйте условия, обеспечивающие возможность интегрального преобразования.
18. Что называют ядром интегрального преобразования?
19. Приведите часто применяемые преобразования с бесконечными пределами.
20. Приведите примеры применения конечных интегральных преобразований.
21. Сформулируйте задачу об излучении электромагнитных колебаний.
22. Что называют магнитной антенной?
23. Запишите уравнения движения вязкой жидкости.
24. Запишите уравнение неразрывности и сформулируйте граничные условия.
25. Запишите и поясните уравнение Шредингера.
26. Сформулируйте задачу о гармоническом осцилляторе.
27. Покажите применение уравнение Шредингера для описания движения электрона в кулоновском поле.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература:

1. Абдрахманов В.Г., Булгакова Г.Т. Уравнения математической физики. Теория и практика. М.: Издательство ФЛИНТА, 2014. – 338 с.
2. Бутко Я.А. Элементы функционального анализа и методы математической физики: учебное пособие в 2 частях. Часть 1 [Электронный ресурс]. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 65 с.
3. Емельянов В.М., Рыбакина Е.А. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач. СПб.: Лань, 2016. – 216 с.

Дополнительная литература:

4. Ильин А.М. Уравнения математической физики. М.: Физматлит, 2009. – 192 с.
5. Соболева Е.С., Фатеева Г.М. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики. М.: Физматлит, 2012. – 96 с.
6. Треногин В.А., Недосекина И.С. Уравнения в частных производных. М.: Физматлит, 2013. – 228 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://fizzika.narod.ru>

<http://www.school.mipt.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория – 209А.
2. Мультимедиапроектор.
3. Кодограммы, учебные фильмы и таблицы, презентации к лекциям и семинарам.