



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по инновационной деятельности

_____ Савельев К.В.

25.03.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
2.1.3 Дифференциальные уравнения и математическая физика
(Индекс и наименование дисциплины)

Научная специальность	1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика
Форма обучения	очная
Год начала подготовки	2022
Выпускающая кафедра	Прикладная математика и информатика
Кафедра-разработчик	Прикладная математика и информатика
Объем дисциплины, ч. / з.е.	180/5
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Зачет, Кандидатский экзамен

Самара 2022 г.

2.1.3 «Дифференциальные уравнения и математическая физика»

Разработчик рабочей программы:

Профессор, д.ф.-м.н., профессор
(должность, ученая степень, ученое звание)

Радченко В.П.
(ФИО)

РГД рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Прикладная математика и информатика»

Заведующий кафедрой

Д.ф.-м.н, профессор
(ученая степень, ученое звание)

Радченко В.П.
(ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи дисциплины	4
2.	Требования к результатам освоения дисциплины.. . . .	4.
3.	Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4.
4.	Структура и содержание дисциплины	4.
	4.1. Структура дисциплины.	4
	4.2. Содержание дисциплины	5
5.	Образовательные технологии	15
6.	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	15
	6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля	15
	6.2. Состав фонда оценочных средств промежуточной аттестации.	15
7.	Учебно-методическое и информационно-методическое обеспечение.	18
8.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».	18
9.	Материально-техническое обеспечение.	19

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование системных знаний в областях дифференциальных уравнений и математической физики; владение современными методами исследования, необходимыми для применения в практической и научной деятельности, для изучения смежных дисциплин; совершенствование математического образования.

Задачи дисциплины: углубление теоретических знаний и практических навыков в области теории обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений с частными производными и уравнений математической физики.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться знания, умения и навыки, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности, в том числе для подготовки и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Таблица 1

Результат освоения дисциплины		
Код результата освоения	Планируемый результат освоения	Результаты обучения (<i>знать, уметь, владеть</i>)
ОРЗ	Сдан кандидатский экзамен по дисциплине «Дифференциальные уравнения и математическая физика»	<p><i>Знать:</i> Классические и неклассические постановки начально-краевых и спектральных задач для линейных дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений.</p> <p><i>Уметь:</i> Применять постановки и методы решения дифференциальные уравнения с операторами дробного интегродифференцирования.</p> <p><i>Владеть:</i> Методами качественной теории дифференциальной уравнений и систем дифференциальных уравнений и способы анализа решений.</p>

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Дифференциальные уравнения и математическая физика» является обязательной дисциплиной образовательного компонента учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика.

Освоение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, сформированные в процессе обучения по образовательным программам магистратуры или специалитета.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются в ходе выполнения диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины «Дифференциальные уравнения и математическая физика» составляет 5 зачетных единиц (ЗЕТ), 180 академических часов.

Распределение учебного времени, отведенного на дисциплину

Таблица 2

Вид учебной работы	Семестр, час.								Всего, зет / час.	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:					36	18				1,5/54
Лекции (ЛЗ)					36	18				1,5 / 54
Практические занятия (ПЗ)					-	-				
Самостоятельная работа (всего), в том числе:					36	90				3,5/126
подготовка к лекционным занятиям					20	30				
Подготовка к зачету					12	20				
промежуточная аттестация					4	40				
Форма промежуточной аттестации					зачет	зачет, кандидатский экзамен				
Итого:					72	108				5/180

Распределение учебного времени по разделам дисциплины

Таблица 3

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы			
		ЛЗ	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Обыкновенные дифференциальные уравнения	28	-	14	42
2	Уравнения с частными производными	26	-	64	90
3	Контактная внеаудиторная работа	-	-	4	4
4	Зачет	-	-	8	8
5	Экзамен	-	-	36	36
Итого		54	-	126	180

4.2. Содержание дисциплины

Содержание лекционных занятий

Таблица 4

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции	Количество часов
5 семестр				
1	1	Тема 1.1. Общие сведения о обыкновенных дифференциальных уравнениях.	Методы интегрирования. Сведение общей системы дифференциальных уравнений к нормальной. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных	4

			уравнений. Комплексные дифференциальные уравнения. Гладкость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам, входящих в правые части системы уравнений. Продолжение решений. Дифференцируемость решения по начальным данным и параметрам.	
2	1	Тема 1.2. Общая теория линейных уравнений и систем уравнений.	Методы решения однородных и неоднородных систем уравнений с постоянными коэффициентами. Фундаментальная матрица Коши, формула Лиувилля-Остроградского. Метод вариации постоянных. Метод малого параметра. Метод исключения. Метод комплексных амплитуд.	4
3	1	Тема 1.3. Автономные системы уравнений и их фазовые пространства.	Фазовая плоскость линейной однородной системы с постоянными коэффициентами. Положения равновесия. Продольные циклы.	4
4	1	Тема 1.4. Устойчивость по Ляпунову.	Теорема об устойчивости положения равновесия по первому приближению. Устойчивость периодических решений. Положения равновесия автономной системы второго порядка.	4
5	1	Тема 1.5. Устойчивость медленных интегральных многообразий: основные понятия.	Интегральные многообразия со сменой устойчивости.	4
6	1	Тема 1.6. Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений.	Тема 1.6. Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений. Функция Грина. Представление решения краевой задачи. Задача Штурма-Лиувилля для уравнений второго порядка. Свойства собственных функций.	4
7	1	Тема 1.7. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений с комплексными аргументами.	Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теоремы существования и единственности.	4
8	2	Тема 2.1. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши.	2.1.1. Квазилинейные дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными. 2.1.2. Нелинейные дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными. 2.1.3. Нелинейные дифференциальные уравнения с независимыми переменными.	2

9	2	Тема 2.2. Классификация уравнений с частными производными.	2.2.1. Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка. 2.2.2. Дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными. 2.2.3. Классификация уравнений 2-го порядка со многими независимыми переменными. 2.2.4. Канонические формы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристики.	2
10	2	Тема 2.3. Уравнения гиперболического типа.	2.3.1. Задача Коши и начально-краевые задачи для волнового уравнения и методы их решения. Свойства решений. 2.3.1.1. Метод распространяющихся волн. Формула Даламбера. Физическая интерпретация. Неоднородное уравнение. Устойчивость решений. Полуограниченная прямая и метод продолжений. Задачи для ограниченного отрезка. Дисперсия волн. Интегральное уравнение колебаний. Распространение разрывов вдоль характеристик. 2.3.1.2. Метод разделения переменных. Уравнение свободных колебаний струны. Интерпретация решения. Представление произвольных колебаний в виде суперпозиции стоячих волн. Неоднородные уравнения. Общая первая краевая задача. краевые задачи со стационарными неоднородностями. Задачи без начальных условий. Сосредоточенная сила. Общая схема метода разделения переменных. 2.3.2. Задача с данными на характеристиках.	2
11	2	Тема 2.4. Задача Коши и начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности и методы их решения. Принцип максимума.	2.4.1. Постановка краевых задач. Принцип максимального значения. Теорема единственности. Теорема единственности для бесконечной прямой. 2.4.2. Метод разделения переменных. Однородная краевая задача. Функция источника. Краевые задачи с разрывными начальными условиями. Неоднородное уравнение теплопроводности. Общая первая краевая задача. 2.4.3. Задачи на бесконечной прямой. Распространение тепла на бесконечной прямой. Функция источника для неограниченной области. Краевые задачи для полуограниченной прямой. 2.4.4. Задачи без начальных условий.	2
Итого за семестр:				36
6 семестр				
12	2	Тема 2.5. Задачи	2.5.1. Решение краевых задач для	4

		Дирихле и Неймана для уравнения Пуассона и методы их решения. Свойства решений.	простейших областей методом разделения переменных. 2.5.1.1. Первая краевая задача круга. 2.5.1.2. Интеграл Пуассона. 2.5.1.3. Случай разрывных граничных значений.	
13	2	Функция источника.	2.5.2.1. Функция источника для уравнения и ее основные свойства. 2.5.2.2. Метод электростатических изображений и функция источника для сферы. 2.5.2.3. Функция источника для круга. 2.5.2.4. Функция источника для полупространства.	4
14	2	Теория потенциала.	2.5.3.1. Объемный потенциал. 2.5.3.2. Плоская задача. Логарифмический потенциал. 2.5.3.3. Несобственные интегралы. 2.5.3.4. Первые производные объемного потенциала. 2.5.3.5. Вторые производные объемного потенциала. 2.5.3.6. Поверхностные потенциалы. 2.5.3.7. Поверхности и кривые Ляпунова. 2.5.3.8. Разрыв потенциала двойного слоя. 2.5.3.9. Свойства потенциала простого слоя. 2.5.3.10. Применение поверхностных потенциалов к решению краевых задач. 2.5.3.11. Интегральные уравнения, соответствующие краевым задачам.	4
15	2	Тема 2.6. Основные сведения об обобщенных функциях. Их свойства.	Основные сведения об обобщенных функциях. Их свойства.	2
16	2	Тема 2.7. Обобщенные решения краевых задач для эллиптических уравнений второго порядка.	Задачи на собственные функции и собственные значения.	2
17	2	Тема 2.8. Основные сведения о нелинейных уравнениях в частных производных.	2.8.1. Нелинейные гиперболические уравнения. Основные свойства. 2.8.2. Монотонные нелинейные эллиптические уравнения. Основные свойства. 2.8.3. Монотонные нелинейные параболические уравнения. Основные свойства.	2
Итого за семестр:				18
Итого:				54

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Содержание самостоятельной работы

Таблица 5

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы	Количество часов
5 семестр			
1	Самостоятельное изучение темы «Построение и анализ решений дифференциальных уравнений специального вида».	1.1.1. Построение и анализ частных решений неоднородных уравнений и систем уравнений с постоянными коэффициентами методом вариации произвольных постоянных и с правой частью специального вида. 1.1.2. Приложения ОДУ в механике, физике, электротехнике, биологии и других науках. 1.1.3. Уравнения Эйлера, Чебышева. 1.1.4. Матричное уравнение Риккати. 1.1.5. Линейные ДУ с гомоморфными коэффициентами. 1.1.6. Уравнение Бесселя. 1.1.7. Свойства ортогональности с весом функций Бесселя. 1.1.8. Осциллируемость решений уравнений второго порядка. 1.1.9. основные сведения о качественной теории нелинейных ОДУ.	4
1	Самостоятельное изучение темы «Устойчивость медленных интегральных многообразий: основные понятия и примеры».	1.2.1. Устойчивые и неустойчивые медленные интегральные многообразия сингулярно возмущенных систем. 1.2.1.1. Траектории-утки. 1.2.1.2. Примеры систем с траекториями-утками. 1.2.2. Устойчивые и неустойчивые медленные интегральные многообразия быстро-медленных систем.	4
1	Самостоятельное изучение темы «Траектории-утки многомерных систем».	1.3.1. Системы со скалярной быстрой переменной. 1.3.1.1. Существование траекторий-уток многомерных систем. 1.3.1.2. Асимптотические представления. 1.3.2. Системы с векторной быстрой переменной. 1.3.2.1. Существование и свойства траекторий-уток. 1.3.2.2. Модель одномодового лазера. 1.3.2.3. Модель Лоренца-Хакена.	4
1	Самостоятельное изучение темы «Интегральные многообразия со сменой устойчивости».	1.4.1. Системы без сингулярных возмущений. 1.4.1.1. Вспомогательные неравенства. 1.4.1.2. Существование функции. 1.4.1.3. Существование интегральной поверхности. 1.4.2. Интегральные многообразия со сменой устойчивости систем со скалярной переменной. 1.4.2.1. Вспомогательные неравенства. 1.4.2.2. Существование медленного многообразия. 1.4.2.3. Модель полупроводникового лазера. 1.4.3. Дифференциальные свойства интегральных поверхностей со сменой устойчивости.	2

		1.4.4. Случай векторной быстрой переменной. 1.4.4.1. Вспомогательные неравенства. 1.4.4.2. Существование медленного многообразия.	
2	Самостоятельное изучение темы «Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа».	2.1.1. Уравнения малых поперечных колебаний струны. 2.1.2. Уравнения продольных колебаний стержней и струн. 2.1.3. Энергия колебаний струны. 2.1.4. Вывод уравнения электрических колебаний в проводах. 2.1.5. Поперечные колебания мембраны. 2.1.6. Уравнения гидродинамики и акустики. 2.1.7. Граничные и начальные условия. 2.1.8. Редукция общей задачи. 2.1.9. Постановка краевых задач для случая многих переменных. 2.1.10. Теорема единственности.	2
2	Самостоятельное изучение темы «Распространение волн в пространстве».	2.2.1. Задача с начальными условиями. 2.2.1.1. Уравнение колебаний в пространстве. 2.2.1.2. Метод усреднения. 2.2.1.3. Формула Пуассона. 2.2.1.4. Метод спуска. 2.2.1.5. Физическая интерпретация. 2.2.1.6. Метод отражения. 2.2.2. Интегральная формула. 2.2.2.1. Вывод интегральной формулы. 2.2.2.2. Следствия из интегральной формулы. 2.2.3. Колебания ограниченных объемов. 2.2.3.1. Общая схема метода разделения переменных. Стоячие волны. 2.2.3.2. Колебания прямоугольной мембраны. 2.2.3.3. Колебания круглой мембраны.	2
2	Самостоятельное изучение темы «Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа».	2.3.1. Линейная задача о распространении тепла. 2.3.2. Уравнение диффузии. 2.3.3. Распространение тепла в пространстве. 2.3.4. Постановка краевых задач. 2.3.5. Принцип максимального значения. 2.3.6. Теорема единственности. 2.3.7. Теорема единственности для бесконечной прямой.	2
2	Самостоятельное изучение темы «Распространение тепла в пространстве».	2.4.1. Распространение тепла в неограниченном пространстве. 2.4.1.1. Функция температурного влияния. 2.4.1.2. Распространение тепла в неограниченном пространстве. 2.4.2. Распространение тепла в ограниченных телах. 2.4.2.1. Схема метода разделения переменных. 2.4.2.2. Остывание круглого цилиндра. 2.4.2.3. Определение критических размеров. 2.4.3. Краевые задачи для областей с подвижными границами. 2.4.3.1. Формула Грина для уравнения теплопроводности и функция источника. 2.4.3.2. Решение краевой задачи.	2

		<p>2.4.3.3. Функция источника для отрезка.</p> <p>2.4.4. Тепловые потенциалы.</p> <p>2.4.4.1. Свойства тепловых потенциалов простого и двойного слоя.</p> <p>2.4.4.2. Решение краевых задач.</p> <p>2.4.4.3. Условия локализации граничных режимов с обострением.</p>	
2	Самостоятельное изучение темы «Приближенные методы решения краевых задач уравнений математической физики».	<p>2.5.1. Метод Рунге.</p> <p>2.5.2. Метод Тунца.</p> <p>2.5.3. Метод Л.В. Канторовича (приведение к обыкновенным дифференциальным уравнениям).</p> <p>2.5.4. Методы взвешенных невязок.</p> <p>2.5.5. Метод коллокаций.</p> <p>2.5.6. Метод Б.Г. Галеркина.</p>	2
2	Самостоятельное изучение темы «Точные аналитические методы решения задач теплообмена на основе улучшенной сходимости рядов Фурье-Ханкеля».	<p>2.6.1. Метод интегральных преобразований в аналитической теории теплопроводности твердых тел.</p> <p>2.6.2. Расчеты температурных полей в твердых телах на основе улучшенной сходимости рядов Фурье-Ханкеля.</p> <p>2.6.3. Аналитические методы решения краевых задач теплопроводности с разнородными граничными условиями на линиях.</p> <p>2.6.4. Метод парных интегральных уравнений и парных сумматорных рядов.</p> <p>2.6.5. Аналитические методы решения смешанных граничных задач теории теплопроводности.</p> <p>2.6.6. Сведение смешанной задачи теплопроводности к задаче линейного сопряжения граничных значений.</p> <p>2.6.7. Метод Винера-Хопфа при решении смешанных краевых задач нестационарной и стационарной теплопроводности.</p> <p>2.6.8. Аналитические методы решения краевых задач нестационарной теплопроводности в областях с движущимися границами.</p>	2
2	Самостоятельное изучение темы «Совместное использование точных и приближенных аналитических методов в задачах теплопроводности для тел классической формы».	<p>2.7.1. Решение нестационарных задач теплопроводности путем совместного использования методов Фурье и Рунге.</p> <p>2.7.2. Совместное использование интегрального преобразования Лапласа и метода Галеркина.</p> <p>2.7.3. Совместное использование методов Канторовича и Галеркина.</p> <p>2.7.4. Неограниченная пластина. Граничные условия 1-го рода.</p> <p>2.7.5. Несимметричные граничные условия 3-го рода.</p> <p>2.7.6. Температура стенки – линейная функция времени.</p> <p>2.7.7. Коэффициент теплопроводности – экспоненциальная функция координаты.</p> <p>2.7.8. Приближенные решения нелинейных задач теплопроводности.</p> <p>2.7.9. Неограниченная пластина с внутренними</p>	4

		источниками теплоты. 2.7.10. Приближенное решение краевой задачи взаимосвязанного теплопереноса. 2.7.11. Задачи теплопроводности с источниками теплоты (граничное условие 1-го рода). 2.7.12. Расчет коэффициентов теплоотдачи и температуры на внутренней поверхности барабана парового котла.	
1-2	Контактная самостоятельная работа		2
1-2	Подготовка к зачету		4
Итого за семестр:			36
6 семестр			
2	Самостоятельное изучение темы «Задачи, приводящие к уравнению Лапласа».	2.8.1. Стационарное тепловое поле. Постановка краевых задач. 2.8.2. Потенциальное течение жидкости. Потенциал стационарного и электростатического поля. 2.8.3. Уравнение Лапласа в криволинейной системе координат. 2.8.4. Некоторые частные решения уравнения Лапласа. 2.8.5. Гармонические функции и аналитические функции комплексного переменного. 2.8.6. Преобразование обратных радиус-векторов.	12
2	Самостоятельное изучение темы «Общие свойства гармонических функций».	2.9.1. Формулы Грина. Интегральное представление решения. 2.9.2. Некоторые основные свойства гармонических функций. 2.9.3. Единственность и устойчивость решения первой внутренней краевой задачи. 2.9.4. Задачи с разрывными граничными условиями. 2.9.5. Изолированные особые точки. 2.9.6. Регулярность гармонической функции трех переменных в бесконечности. 2.9.7. Внешние краевые задачи. Единственность решения двух- и трехмерных задач. 2.9.8. Вторая краевая задача. Теорема единственности.	12
2	Самостоятельное изучение темы «Прикладные задачи на основе уравнений эллиптического типа».	2.10.1. Основные задачи, приводящие к уравнению $\Delta v + cv = 0$. 2.10.1.1. Установившиеся колебания. 2.10.1.2. Диффузия газа при наличии распада и при цепных реакциях. 2.10.1.3. Диффузия в движущейся среде. 2.10.1.4. Постановка внутренних краевых задач для уравнения $\Delta v + cv = 0$. 2.10.2. Функции влияния точечных источников. 2.10.2.1. Функции влияния точечных источников. 2.10.2.2. Интегральное представление решения. 2.10.2.3. Потенциалы. 2.10.3. Задачи для неограниченной области. Принцип излучения.	12

		<p>2.10.3.1. Уравнение $\Delta v + cv = -f$ в неограниченном пространстве.</p> <p>2.10.3.2. Принцип предельного поглощения.</p> <p>2.10.3.3. Принцип предельной амплитуды.</p> <p>2.10.3.4. Условия излучения.</p> <p>2.10.4. Задачи математической теории дифракции.</p> <p>2.10.4.1. Постановка задачи.</p> <p>2.10.4.2. Единственность решения задачи дифракции.</p> <p>2.10.4.3. Дифракция на сфере.</p>	В
2	Самостоятельное изучение темы «Общие сведения о специальных функциях».	<p>2.11.1. Цилиндрические функции.</p> <p>2.11.1.1. Степенные ряды. Рекуррентные формулы. функции полуцелого порядка. Асимптотический порядок цилиндрических функций.</p> <p>2.11.1.2. Краевые задачи для уравнения Бесселя.</p> <p>2.11.1.3. Различные типы цилиндрических функций: Функции Ханкеля. Функции Ханкеля и Неймана. Функции мнимого аргумента. Функция.</p> <p>2.11.1.4. Представление цилиндрических функций в виде контурных интегралов: Контурные интегралы. Функции Ханкеля. Некоторые свойства гамма-функции. интегральное представление функции Бесселя. Интегральное представление. Асимптотические формулы для цилиндрических функций.</p> <p>2.11.1.5. Интеграл Фурье-Бесселя и некоторые интегралы, содержащие функции Бесселя: Интеграл Фурье-Бесселя. Некоторые интегралы, содержащие функции Бесселя</p> <p>2.11.2. Сферические функции.</p> <p>2.11.2.1. Полиномы Лежандра: Производящая функция и полиномы Лежандра. Рекуррентные формулы. Уравнение Лежандра. Ортогональность полиномов Лежандра. Ограниченность полиномов Лежандра.</p> <p>2.11.2.2. Присоединенные функции Лежандра: Присоединенные функции. Норма присоединенных функций. Полнота системы присоединенных функций.</p> <p>2.11.2.3. Гармонические полиномы и сферические функции: Гармонические полиномы. Сферические функции. ортогональность системы сферических функций. Замкнутость системы сферических функций. Разложение по сферическим функциям.</p> <p>2.11.2.4. Некоторые примеры применения сферических функций: Задача Дирихле для сферы. Проводящая сфера в поле точечного заряда. Поляризация шара в однородном поле. Собственные колебания сферы. Внешняя краевая задача для сферы.</p>	12
1-2	Контактная самостоятельная работа		2
1-2	Подготовка к зачету		4

1-2	Подготовка к экзамену		36
Итого за семестр:			90
Итого:			126

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология процесса обучения по дисциплине «Дифференциальные уравнения и математическая физика» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- а) аудиторские занятия (лекционные занятия);
- б) самостоятельная работа аспирантов;
- в) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;
- г) зачет, кандидатский экзамен.

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторские занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Перечень оценочных средств текущего контроля

Текущий контроль успеваемости аспирантов по дисциплине ведется в ходе аудиторных занятий по результатам выполнения заданий и собеседования на консультациях с преподавателем.

6.2. Состав фонда оценочных средств промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине осуществляется в форме зачета и кандидатского экзамена в периоды промежуточной аттестации по результатам семестра.

Оценочные средства включают в себя вопросы к зачету, кандидатскому экзамену.

5 семестр

Вопросы к зачету:

1. Общие сведения о обыкновенных дифференциальных уравнениях.
2. Методы интегрирования.
3. Сведение общей системы дифференциальных уравнений к нормальной.
4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
5. Комплексные дифференциальные уравнения.
6. Гладкость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам, входящих в правые части системы уравнений.
7. Продолжение решений.
8. Дифференцируемость решения по начальным данным и параметрам.
9. Общая теория линейных уравнений и систем уравнений.
10. Методы решения однородных и неоднородных систем уравнений с постоянными коэффициентами.

11. Фундаментальная матрица Коши, формула Лиувилля-Остроградского.
12. Метод вариации постоянных.
13. Метод малого параметра.
14. Метод исключения.
15. Метод комплексных амплитуд.
16. Автономные системы уравнений и их фазовые пространства.
17. Фазовая плоскость линейной однородной системы с постоянными коэффициентами.
18. Положения равновесия.
19. Продольные циклы.
20. Устойчивость по Ляпунову.
21. Теорема об устойчивости положения равновесия по первому приближению.
22. Устойчивость периодических решений.
23. Положения равновесия автономной системы второго порядка.
24. Устойчивость медленных интегральных многообразий: основные понятия.
25. Интегральные многообразия со сменой устойчивости.
26. Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений.
27. Функция Грина.
28. Представление решения краевой задачи.
29. Задача Штурма-Лиувилля для уравнений второго порядка.
30. Свойства собственных функций.
31. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений с комплексными аргументами.
32. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью.
33. Теоремы существования и единственности.
34. Квазилинейные дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными.
35. Нелинейные дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными.

6 семестр

Вопросы к зачету:

1. Нелинейные дифференциальные уравнения с независимыми переменными.
 2. Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка.
 3. Дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными.
 4. Классификация уравнений 2-го порядка со многими независимыми переменными.
 5. Канонические формы линейных уравнений с постоянными коэффициентами.
- Характеристики.
6. Метод распространяющихся волн.
 7. Формула Даламбера.
 8. Физическая интерпретация.
 9. Неоднородное уравнение.
 10. Устойчивость решений.
 11. Полуограниченная прямая и метод продолжений.
 12. Задачи для ограниченного отрезка.
 13. Дисперсия волн.
 14. Интегральное уравнение колебаний.
 15. Распространение разрывов вдоль характеристик.
 16. Метод разделения переменных.
 17. Уравнение свободных колебаний струны.
 18. Интерпретация решения.
 19. Представление произвольных колебаний в виде суперпозиции стоячих волн.
 20. Неоднородные уравнения.
 21. Общая первая краевая задача.
 22. Краевые задачи со стационарными неоднородностями.
 23. Задачи без начальных условий.
 24. Сосредоточенная сила.
 25. Общая схема метода разделения переменных.

26. Задача с данными на характеристиках. Постановка краевых задач.
27. Принцип максимального значения.
28. Теорема единственности.
29. Теорема единственности для бесконечной прямой.
30. Метод разделения переменных.
31. Однородная краевая задача.
32. Функция источника.
33. Краевые задачи с разрывными начальными условиями.
34. Неоднородное уравнение теплопроводности.
35. Общая первая краевая задача.
36. Задачи на бесконечной прямой.
37. Распространение тепла на бесконечной прямой.
38. Функция источника для неограниченной области.
39. Краевые задачи для полуограниченной прямой
40. Задачи без начальных условий.

Вопросы к кандидатскому экзамену:

1. Первая краевая задача круга.
2. Интеграл Пуассона.
3. Случай разрывных граничных значений.
4. Функция источника для уравнения $\Delta u = f$ и ее основные свойства.
5. Метод электростатических изображений и функция источника для сферы.
6. Функция источника для круга
7. Функция источника для полупространства.
8. Объемный потенциал.
9. Плоская задача. Логарифмический потенциал.
10. Несобственные интегралы.
11. Первые производные объемного потенциала.
12. Вторые производные объемного потенциала.
13. Поверхностные потенциалы.
14. Поверхности и кривые Ляпунова.
15. Разрыв потенциала двойного слоя.
16. Свойства потенциала простого слоя.
17. Применение поверхностных потенциалов к решению краевых задач
18. Интегральные уравнения, соответствующие краевым задачам.
19. Основные сведения об обобщенных функциях. Их свойства.
20. Обобщенные решения краевых задач для эллиптических уравнений второго порядка.
21. Задачи на собственные функции и собственные значения.
22. Нелинейные гиперболические уравнения. Основные свойства.
23. Монотонные нелинейные эллиптические уравнения. Основные свойства.
24. Монотонные нелинейные параболические уравнения. Основные свойства.
25. Типовые модели распределенных объектов в задачах оптимального управления.
26. Принцип максимума Понтрягина в задачах оптимального управления распределенными системами.
27. Постановка задачи оптимального управления бесконечномерными моделями объектов с распределенными параметрами.
28. Принцип максимума Понтрягина в бесконечномерном фазовом пространстве.
29. Оптимальное по быстродействию управление нестационарным процессом теплопроводности.
30. Постановка задачи оптимального управления распределенным объектом, описываемым уравнениями в частных производных.
31. Формулировка принципа максимума и его обоснование.
32. Задачи оптимального управления типовыми объектами первого порядка.
33. Задачи оптимального управления типовыми объектами второго порядка.
34. Принцип максимума для распределенных систем, описываемых интегральными

соотношениями: постановка задачи.

35. Вывод принципа максимума.

36. Интегральные уравнения Бутковского.

37. Минимизация квадратичных ошибок приближения к заданному температурному состоянию при оптимальном управлении нагревом массивных тел.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Перечень учебно-методического обеспечения

Таблица 6

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ
1.	Понтрягин А.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1974. 331 с.	НТБ СамГТУ
2.	Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Изд-во МГУ; Изд-во «Наука», 2004. 798 с.	НТБ СамГТУ
3.	Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1985. 231 с.	НТБ СамГТУ
4.	Сабитов К.Б. Уравнения математической физики. М.: Физматлит, 2013. 352 с.	НТБ СамГТУ
5.	Кудинов В.А., Кудинов И.В. Методы решения параболических и гиперболических уравнений теплопроводности. М.: Книжный дом «Либроком», 2015. 280 с.	НТБ СамГТУ
6.	Кудинов В.А., Кудинов И.В. Методы решения параболических и гиперболических уравнений переноса тепла, массы, импульса. М.: Ленанд, 2017. 336 с.	НТБ СамГТУ
7.	Понтрягин А.С. и др. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1983. 392 с.	НТБ СамГТУ
8.	Рапопорт Э.Я. Оптимальное управление системами с распределенными параметрами. М.: Высш. школа, 2009. 677 с.	НТБ СамГТУ
9.	Самарин Ю.П., Павлова Г.А. Дифференциальные уравнения: Учебн. пособие. Самара: Самарский гос. техн. ун-т, 2004. 217 с.	НТБ СамГТУ
10.	Кошляков Н.С. и др. Уравнения в частных производных математической физики: Учебн. пособие. М.: Высшая школа, 1970. 712 с.	НТБ СамГТУ
11.	Кудинов И.В. и др. Аналитические решения задач теплопроводности и термоупругости с переменными физическими свойствами среды: Учебн. пособие. Самара: Самарский гос. техн. ун-т, 2016. 168 с.	НТБ СамГТУ
12.	Смирнов М.М. Уравнения смешанного типа. М.: Наука, 1970.	НТБ СамГТУ
13.	Рапопорт Э.Я., Плешивцева Ю.Э. Оптимальное управление температурными режимами. М.: Наука, 2012. 309 с.	НТБ СамГТУ
14.	Щепакина Е.А., Щетинина Е.В. Интегральные многообразия со сменой устойчивости: Учебн. пособие. Самара: Изд-во «Универсгрупп», 2009. 228 с.	НТБ СамГТУ

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

Доступ аспирантов к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

Доступ к информационным интернет ресурсам открытого типа осуществляется с любого компьютера, имеющего выход в Интернет.

Таблица 7

№ п/п	Адрес сайта	Тип дополнительного информационного ресурса
1.	https://diss.rsl.ru/?ysclid=lwqcxiycoy507635417 Электронная библиотека диссертаций РГБ (доступ с компьютеров, установленных в научно-библиографическом отделе НТБ СамГТУ)	Российские базы данных ограниченного доступа
2.	http://www.viniti.ru/ ВИНИТИ (доступ с компьютеров университета)	Российские базы данных ограниченного доступа
3.	https://rospatent.gov.ru/ru РОСПАТЕНТ (доступ с компьютеров университета)	Российские базы данных ограниченного доступа
4.	https://elibrary.ru/defaultx.asp? eLIBRARY.RU (доступ с компьютеров университета)	Российские базы данных ограниченного доступа
5.	https://www.sciencedirect.com/ ScienceDirect (Elsevier) (доступ с компьютеров университета)	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
6.	https://www.scopus.com/standard/marketing.uri Scopus (доступ с компьютеров университета)	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
7.	http://e.lanbook.com/ ЭБС издательства «Лань» (доступ с компьютеров университета)	Российские базы данных ограниченного доступа
8.	https://elib.samgtu.ru/?ysclid=lwqd9w2w4z327670825 Электронная библиотека трудов сотрудников СамГТУ (доступ с любого компьютера)	Российские базы данных ограниченного доступа

Перечень программного обеспечения

Таблица 8

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1.	Astra Linux Common Edition (Орёл)	ООО «РусБИТех-Астра»	Свободно распространяемое
2.	LibreOffice	входит в состав Astra Linux Common Edition (Орёл)	Свободно распространяемое

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия: аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации). Аудитория №501/8, оснащенная доской и мультимедийным оборудованием. Учебно-наглядные пособия: комплект электронных презентаций/слайдов.

Самостоятельная работа: помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ: читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 34, 35, Главный корпус библиотеки).