

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет» имени Гагарина Ю. А.
Кафедра «Физика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.4.1 «Уравнения математической физики»

направления подготовки

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль 2 «Проектирование, сооружение и эксплуатация нефтегазопроводов и газохранилищ»

Квалификация – бакалавр

форма обучения – очная
курс – 4
семестр – 8
зачетных единиц – 3
часов в неделю – 6
всего часов – 108,
всего аудиторных – 66
в том числе:
лекции – 22
практические занятия – 44
коллоквиумов - 0
самостоятельная работа – 42
зачёт – 8 семестр
курсовая работа – нет
РГР – нет
курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Цели преподавания дисциплины «Уравнения математической физики»:

1) формирование научного мировоззрения, современного физического и математического мышления, которое включает воспитание в студентах определенной математической культуры, уровень которой должен обеспечить способность самостоятельно приобретать нужные знания из области математической физики путем чтения специальной литературы и использования специально предназначенных информационных источников;

2) приобретение знаний и навыков, позволяющих анализировать естественно научные и технические задачи с математической точки зрения, умение сформулировать производственную задачу на языке дифференциальных уравнений в частных производных или интегральных уравнений;

3) приобретение знаний и навыков решения задач математической физики, умения анализировать и интерпретировать полученные результаты с технической точки зрения.

Задачи изучения дисциплины:

1) ознакомление с классификацией дифференциальных уравнений в частных производных, типами граничных условий, умение составить краевые задачи и задачи Коши для типичных физических процессов, таких как теплообмен, массообменные, электромагнитные явления, волновые и колебательные процессы;

2) овладение классическими приемами и методами аналитического решения конкретных задач математической физики из различных областей физики и техники;

3) ознакомление и овладение навыками решения дифференциальных уравнений современными численными методами с использованием компьютера и компьютерных программ MATCAD и MAT LAB

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для успешного усвоения дисциплины Б.1.3.4.1. «Уравнения математической физики» студент должен обладать базовыми знаниями в таких областях высшей математики, как дифференциальное, интегральное исчисление, математическая статистика, теория обыкновенных дифференциальных уравнений, численные методы физики, а так же все разделы физики (механика, молекулярная физика и термодинамика, электромагнетизм, волновые процессы). Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Уравнения математической физики» позволят студенту использовать аппарат методов математической физики при решении любых технических и естественно научных задач, возникающих при изучении специальных дисциплин.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Курс предназначен для формирования у студентов знаний и навыков в экспериментально-исследовательской деятельности:

Способности использовать физико-математический аппарат для решения расчётно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности **ПК-25**;

Способности выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов **ПК-26**.

Студент должен знать:

- основные типы математических моделей и особенности их применения в различных областях физики;

- существующие программные и технические средства математического моделирования;

- численные методы решения задач и особенности их применения в различных научных дисциплинах и вычислительном эксперименте;

- аналитические методы и особенности их применения.

Студент должен уметь:

- выбирать наиболее эффективные пути достижения цели – построения адекватной математической модели исследуемого процесса;
- формулировать физические задачи в виде дифференциальных уравнений в частных производных с условиями однозначности (граничными и начальными условиями);
- решать задачи наиболее оптимальными для данного случая аналитическими или численными методами
- интерпретировать полученный математический результат с технической точки зрения.

Студент должен владеть:

- принципами и методами математического моделирования физических систем;
- аналитическими методами решения дифференциальных уравнений в частных производных;
- численными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных;

**4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам
и видам занятий**

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы				
				всего	лекции / интеракт.	лаб. зан.	практики/ интеракт.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,2	1	Введение в теорию уравнений с частными производными	18	4	-	8	6
1	3-6	2	Вывод основных уравнений и постановка задач математической физики	30	8	-	16	6
2	7-11	3	Методы решения уравнений математической физики	60	10	-	20	30
Всего				108	22/14	-	44/20	42

5. Содержание лекционного курса

Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	
2	1	Введение в теорию уравнений с частными производными (УЧП). Общие сведения об УЧП. Понятие УЧП. Наиболее важные УЧП. Необходимость изучения УЧП. Методы решения УЧП. Основные методы классификации УЧП. Классификация линейных УЧП второго порядка. Необходимость классификации	Основная [2,3] Дополнительная [6,7,8]
2	2	. Приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка методом линейной замены. Понятие характеристик. Приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка методом характеристик	Основная [2,3] Дополнительная [3,5]
2	3	Вывод основных уравнений и постановка задач	Основная

		математической физики (УМФ). Основные типы УМФ. Вывод уравнения колебаний струны, закреплённой на концах.	[1,4,5] Дополнительная [9,10]
2	4	Вывод уравнения теплопроводности. Постановка задач для УМФ. Корректность постановки задач УМФ.	Основная [1,4,5] Дополнительная [9,10]
6	5-7	Методы решения уравнений математической физики. Метод Даламбера решения задачи Коши для неограниченной струны. Преобразование неоднородных граничных условий в однородные для уравнения теплопроводности.	Основная [1,4,5] Дополнительная [9,10]
2	8	Метод Фурье решения задачи о колебаниях ограниченной струны. Общая схема его применения. Задача Штурма – Лиувилля. Собственные функции и собственные значения.	Основная [1,4,5] Дополнительная [9,10]
2	9	Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности методом преобразования Фурье. Интеграл Пуассона. Функция Грина.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
2	10	Уравнение теплопроводности для стационарного случая. Преобразование уравнения Лапласа к полярным координатам. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге методом Фурье. Получение решения в виде ряда и интеграла Пуассона.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
2	11	Сведение дифференциальных уравнений с нелинейными граничными условиями к интегральным уравнениям методом функций Грина и методом интегральных преобразований	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы в данном курсе не предусмотрены учебным планом.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	
1	4	1,2	Классификация уравнений математической физики. Приведение произвольного линейного дифференциального уравнения второго порядка в частных производных к каноническому виду методом линейной замены.	Основная [2,3] Дополнительная [6,7,8]
1	4	3,4	Приведение произвольного линейного дифференциального уравнения второго порядка в частных производных к каноническому виду методом характеристик.	Основная [1,4,5] Дополнит.

				[9,10]
2	8	5-8	Вывод уравнений гиперболического типа. Вывод уравнения колебаний струны в среде с сопротивлением. Методы решения уравнений гиперболического типа	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
2	8	9-12	Вывод уравнений параболического типа (уравнений переноса). Методы решения уравнений параболического типа	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
3	2	13	Применение формулы Даламбера для решения задачи колебаний бесконечной струны.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
3	2	14	Применение метода разделения переменных (метода Фурье) для решения уравнения колебаний струны, закреплённой на концах.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
3	4	15,16	Применение метода Фурье для решения задачи линейной теплопроводности бесконечного стержня для различных начальных условий.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
3	4	17,18	Применение метода Фурье для решения задачи линейной теплопроводности конечного стержня для различных сочетаний начальных и граничных условий.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
3	4	19,20	Применение метода Фурье для решения задачи Дирихле для прямоугольника.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
3	4	21,22	Применение метода Фурье для решения задачи Дирихле для круга в полярных координатах.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы в данном курсе не предусмотрены учебным планом

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	6	Приведение линейного дифференциального уравнения второго порядка в частных производных с постоянными коэффициентами к каноническому виду.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
2	6	Вывод уравнения колебаний мембраны	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
3	10	Решение уравнения колебаний струны, закреплённой на концах, методом разделения переменных	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]

		ных (методом Фурье).	
3	10	Решение уравнения теплопроводности для нестационарного случая методом Фурье для стержня, ограниченного с обоих концов.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]
3	10	Решение задачи Дирихле для стационарного случая (уравнение Лапласа) в прямоугольнике методом Фурье.	Основная [1,4,5] Дополнит. [9,10]

Варианты самостоятельной работы

№ темы	Название
1	Исследование неравномерности стационарного электрического поля в электролите
2	Построение и анализ модели нестационарной диффузии молекулярного кислорода, растворённого в водной среде к катоду в условиях режима предельного диффузионного тока
3	Модель нестационарной конвективной диффузии окислителя к поверхности металла
4	Нестационарная диффузия с учётом адсорбции окислителя по линейному закону
5	Определение электропроводности раствора на основе анализа математической модели стационарного электрического поля
6	Определение коэффициента теплоотдачи на основе анализа модели стационарной теплопроводности
7	Исследование нестационарной теплопроводности металлического стержня при постоянной температуре на его концах
8	Модель стационарной теплопроводности в стержне в условиях конвективного теплообмена
9	Анализ распределения потенциала на границе металл-раствор на основе использования модели двумерного стационарного поля при линейной поляризации на границе
10	Решение одномерного волнового уравнения с граничными условиями первого рода
11	Поперечные колебания струны за счёт действия постоянных сил на её концах
12	Поперечные колебания стержня при упругом закреплении его концов
13	Анализ распределения потенциала на границе металл-раствор при нелинейной зависимости потенциала от плотности в приэлектродном слое
14	Расчёт электрического поля в электрохимической системе щель- плоская поверхность
15	Исследование стационарной теплопроводности бесконечной пластины в условиях конвективного теплообмена

10. Расчетно-графическая работа
Не запланирована

11. Курсовой проект
Курсовой проект учебным планом не предусмотрен

12. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Изучение дисциплины направлено на формирование профессиональных компетенции **ПК-25; ПК-26**

Под профессиональной компетенцией **ПК-25** понимается «Способности использовать физико-математический аппарат для решения расчётно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности».

Карта компетенции **ПК-25**: Способности использовать физико-математический аппарат для решения расчётно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

Наименование дисциплины и код	Части компонентов	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
<p style="text-align: center;">ПК-25</p> <p>Б.1.3.4.1 Уравнения математической физики</p>	<p>Знает: типы математических моделей и особенности их применения в различных областях техники и естественных наук; правила формулирования обратных задач математической физики, в частности задач параметрической идентификации; типы дифференциальных и интегральных уравнений; виды краевых задач; аналитические методы решения линейных задач математической физики; способы решения краевых задач с нелинейностью в уравнении или условии однозначности; три условия корректности математического моделирования и правила проведения вычислительного эксперимента</p>	<p>Лекции, Практические занятия, СРС</p>	<p>Тестирование. Самостоятельные и контрольные работы. Зачёт</p>
	<p>Умеет: выбирать наиболее эффективные пути достижения цели – построения адекватной математической модели исследуемого процесса; формулировать физические задачи в виде дифференциальных уравнений в частных производных с условиями однозначности (граничными и начальными условиями) и в виде интегральных уравнений; решать задачи наиболее оптимальными для данного случая аналитическими или численными методами; комбинировать несколько стандартных методов решения и дорабатывать их с учётом особенностей конкретной задачи; интерпретировать полученный математический результат с технической точки зрения; ставить и решать обратные задачи математической физики, в частности задачи параметрической идентификации и оптимального управления.</p>	<p>Лекции, Практические занятия, СРС</p>	<p>Тестирование. Самостоятельные и контрольные работы. Зачёт</p>

	<p>Владеет: принципами и методами математического моделирования физических систем; методами построения дифференциальных уравнений и условий однозначности, аналитическими методами решения линейных дифференциальных уравнений в частных производных и краевых задач с нелинейностью в уравнении или условии однозначности; численными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных; методами проведения вычислительного эксперимента на основе построения и решения обыкновенного дифференциального уравнения, системы обыкновенных дифференциальных уравнений, краевых задач и задач Коши, интегральных уравнений</p>	<p>Лекции, Практические занятия, СРС</p>	<p>Тестирование. Самостоятельные и контрольные работы. Зачёт</p>
--	---	--	--

Уровни освоения компетенции ПК-25
Наименование компетенции

<p>Индекс ПК-25</p>	<p>Способности использовать физико-математический аппарат для решения расчётно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>
---------------------	--

Б.1.3.4.1 Уравнения математической физики

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки
<p>Пороговый (удовлетворительный)</p>	<p>Знает: основные типовые краевые задачи математической физики; правила построения стандартных краевых задач; основные аналитические методы решения уравнений в частных производных; стандартные численные методы решения краевых задач</p> <p>Умеет: составить стандартное дифференциальное уравнение, решать поставленную задачу классическими аналитическими методами (разделение переменных, интегральные преобразования по времени и координате, метод функций Грина) и стандартными численными методами.</p> <p>Владеет: навыками построения стандартных дифференциальных уравнений и решения таких уравнений стандартными методами</p>
<p>Продвинутый (хорошо)</p>	<p>Знает: способы построения дифференциальных уравнений с конвективным членом, с источниками, с неоднородными условиями однозначности; методы решения таких уравнений, методы решения интегральных уравнений.</p> <p>Умеет: анализировать и описывать технические и естественнонаучные процессы и системы с математической точки зрения; составлять нестандартные краевые задачи и интегральные уравнения; комбинировать два или более стандартных метода математической физики для достиже-</p>

	<p>ния поставленной цели; преобразовывать нестандартные уравнения в стандартные, задачи с неоднородными граничными условиями к однородным условиям.</p> <p>Владеет: навыками построения дифференциальных уравнений с конвективным членом и с источниками, решения таких уравнений; навыками переводить дифференциальное уравнение в интегральное и решать интегральные уравнения; способами решения задач с неоднородными граничными условиями, зависящими от времени, и начальными условиями, зависящими от координаты.</p>
Высокий (отлично)	<p>Знает: способы решения краевых задач с нелинейностью в уравнении или условии однозначности; три условия корректности математического моделирования и правила проведения вычислительного эксперимента</p> <p>Умеет: разрабатывать теоретические модели исследуемых систем; составлять и решать нелинейные дифференциальные и интегральные уравнения с нелинейными граничными условиями, ставить и решать обратные задачи математической физики, в частности задачи параметрической идентификации и оптимального управления</p> <p>Владеет: навыками проведения научного исследования на основе построения нелинейной математической модели и вычислительного эксперимента, навыками ставить и решать задачи определения параметров дифференциальных уравнений и параметров условий однозначности</p>

Под **профессиональной компетенцией ПК-26** понимается «Способности выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов».

Карта компетенции **ПК-26:** Способности выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов

Наименование дисциплины и код	Части компонентов	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
ПК-26 Б.1.3.4.1 Уравнения математической физики	Знает: математические модели процессов переноса энергии, вещества и импульса, математические модели стационарных процессов и волновых процессов, особенности их применения в различных областях техники и естественных наук; правила формулирования обратных задач математической физики, в частности задач параметрической идентификации при определении параметров физико-, химических и технологических процессов; виды краевых задач; аналитические методы решения линейных и нелинейных математических задач в физике, химии и технологии; осо-	Лекции, Практические занятия, СРС	Тестирование. Самостоятельные и контрольные работы. Зачёт

	бенности их применения в различных научных дисциплинах и вычислительном эксперименте;		
	Умеет: выбирать наиболее эффективные пути достижения цели – построения адекватной математической модели исследуемого процесса; формулировать физические и технологические задачи в виде дифференциальных уравнений в частных производных с условиями однозначности (граничными и начальными условиями) и в виде интегральных уравнений; решать задачи наиболее оптимальными для данного случая аналитическими или численными методами; комбинировать несколько стандартных методов решения и дорабатывать их с учётом особенностей конкретной задачи; интерпретировать полученный математический результат с технической точки зрения ставить и решать обратные задачи математической физики, в частности задачи параметрической идентификации и оптимального управления.	Лекции, Практические занятия, СРС	Тестирование. Самостоятельные и контрольные работы. Зачёт
	Владеет: принципами и методами математического моделирования физических систем; методами построения дифференциальных уравнений и условий однозначности, аналитическими методами решения линейных дифференциальных уравнений в частных производных и краевых задач с нелинейностью в уравнении или условии однозначности; численными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных; методами проведения вычислительного эксперимента на основе построения и решения обыкновенного дифференциального уравнения, системы обыкновенных дифференциальных уравнений, краевых задач и задач Коши, интегральных уравнений	Лекции, Практические занятия, СРС	Тестирование. Самостоятельные и контрольные работы. Зачёт

Уровни освоения компетенции ПК-26
Наименование компетенции

Индекс ПК-26	Способности выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов
-----------------	--

Б.1.3.4.1 Уравнения математической физики

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	Знает: основные типовые краевые задачи математической физики; правила построения стандартных краевых задач;

	<p>основные аналитические методы решения уравнений в частных производных; стандартные численные методы решения краевых задач</p> <p>Умеет: составить стандартное дифференциальное уравнение, решать поставленную задачу классическими аналитическими методами (разделение переменных, интегральные преобразования по времени и координате, метод функций Грина) и стандартными численными методами.</p> <p>Владеет: навыками построения стандартных дифференциальных уравнений и решения таких уравнений стандартными методами</p>
Продвинутый (хорошо)	<p>Знает: способы построения дифференциальных уравнений с конвективным членом, с источниками, с неоднородными условиями однозначности; методы решения таких уравнений, методы решения интегральных уравнений.</p> <p>Умеет: анализировать и описывать сложные процессы и системы; составлять нестандартные краевые задачи и интегральные уравнения; комбинировать два или более стандартных метода математической физики для достижения поставленной цели; преобразовывать нестандартные уравнения в стандартные, задачи с неоднородными граничными условиями к однородным условиям.</p> <p>Владеет: навыками построения дифференциальных уравнений с конвективными членами, с источниками, и решения таких уравнений; навыками переводить дифференциальное уравнение в интегральное и решать интегральные уравнения; способами решения задач с неоднородными граничными условиями, зависящими от времени, и начальными условиями, зависящими от координаты.</p>
Высокий (отлично)	<p>Знает: способы решения краевых задач с нелинейностью в уравнении или условии однозначности; три условия корректности математического моделирования и правила проведения вычислительного эксперимента</p> <p>Умеет: разрабатывать теоретические модели исследуемых систем; составлять и решать нелинейные дифференциальные и интегральные уравнения с нелинейными граничными условиями; ставить и решать обратные задачи математической физики, в частности задачи параметрической идентификации и оптимального управления.</p> <p>Владеет: навыками проведения научного исследования на основе построения нелинейной математической модели и вычислительного эксперимента</p>

Успешное освоение компетенций достигается путем выполнения СРС (20%), приобретения навыков и знаний на лекционных занятиях (30%), практических занятиях (30%) и при подготовке и сдаче зачёта (20%).

Вопросы к зачёту

1. Что такое математическая физика? Какие уравнения называют уравнениями математической физики? Какие физические явления они описывают? Какова их связь с дифференциальными уравнениями в частных производных (УЧП)? Что такое УЧП? Что называют решением УЧП? Приведите наиболее важные УЧП. Почему необходимо изучать УЧП?

2. Приведите методы решения УЧП (10 методов). Основные методы классификации УЧП (порядок; число переменных; линейность); примеры. Для чего нужна классификация? Отличие УЧП от обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

3. Дайте определение линейного УЧП второго порядка с двумя независимыми переменными. Дайте понятие однородного и неоднородного УЧП; с постоянными и с переменными коэффициентами. Что называют квадратичной формой, соответствующей линейному УЧП, и матрицей этой квадратичной формы? Как классифицируют линейные УЧП второго порядка в зависимости от собственных значений матрицы квадратичной формы (3 типа)? Какие физические процессы описывает каждый тип уравнений? Как может измениться тип уравнения в случае переменных коэффициентов? Запишите канонический вид для каждого типа уравнений.

4. Что называют дифференциальным уравнением характеристик линейного УЧП второго порядка? Что называют характеристической линией (характеристикой) этого уравнения? Сформулируйте и докажите теорему о нахождении характеристик линейного УЧП второго порядка. Сколько семейств характеристик имеет каждый тип уравнений? Изложите алгоритм приведения линейного УЧП второго порядка к каноническому виду методом характеристик.

5. Запишите основные типы уравнений математической физики (3 типа). Выведите уравнение колебаний струны.

6. Запишите основные типы уравнений математической физики (3 типа). Выведите уравнение теплопроводности.

7. Как ставятся задачи для уравнений математической физики (колебаний струны и теплопроводности): граничные условия; начальные условия; задача Коши для бесконечной струны или пространства. Типы краевых задач математической физики: задача Дирихле; задача Неймана; смешанная краевая задача. Корректность постановки задач математической физики. Приведите пример Адамара некорректно поставленной задачи.

8. Изложите метод Даламбера нахождения решения задачи Коши о колебаниях бесконечной струны. Каков физический смысл общего решения волнового уравнения?

9. Изложите метод Фурье разделения переменных нахождения решения краевой задачи о колебаниях струны, закреплённой на концах: условия применимости метода Фурье; задача Штурма – Лиувилля. Найдите собственные значения и собственные функции задачи Штурма – Лиувилля.

10. Изложите суть метода Фурье разделения переменных. Найдите решение задачи Штурма – Лиувилля на основе найденных собственных значений и собственных функций. Каков физический смысл общего решения?

11. Как производится преобразование неоднородных граничных условий в однородные для уравнения теплопроводности? Как решается новая задача? Какой вид имеет её решение?

12. Найдите решение уравнения распространения тепла в бесконечном стержне методом преобразования Фурье (задача Коши для уравнения теплопроводности). Как называют найденное решение? Сделайте анализ полученного результата.

13. Какой вид имеет уравнение теплопроводности для стационарного случая (уравнение Лапласа)? Преобразуйте уравнение Лапласа для плоского случая к полярным координатам.

14. Найдите решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге методом Фурье: постановка задачи; получение решения в виде ряда.

15. Найдите решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге методом Фурье: постановка задачи; преобразование решения в виде ряда в решение в виде интеграла Пуассона; ядро Пуассона. Какова физическая интерпретация решения поставленной задачи?

Вопросы на экзамен Экзамен учебным планом не предусмотрен

Тестовые задания по дисциплине

В программной оболочке AST СГТУ разработаны тестовые задания по различным разделам теории математического моделирования, численным методам расчёта математических моделей, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнениям математической физики, которые используются для закрепления студентами пройденного материала.

Тесты

1. Уравнение в частных производных $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t)$ описывает...
 - 1) свободные колебания струны
 - 2) вынужденные колебания струны
 - 3) колебания струны в среде с сопротивлением
 - 4) распространение тепла в стержне с источниками
2. Уравнение в частных производных $u_{tt} = a^2 u_{xx}$ описывает...
 - 1) распространение тепла в стержне
 - 2) свободные колебания струны
 - 3) вынужденные колебания струны
 - 4) распределение потенциала в длинной линии
3. Уравнение в частных производных $u_t = a^2 u_{xx} + f(x, t)$ описывает...
 - 1) свободные колебания струны
 - 2) вынужденные колебания струны
 - 3) колебания струны в среде с сопротивлением
 - 4) распространение тепла в стержне с источниками тепла
4. Уравнение в частных производных $u_t = a^2 u_{xx}$ описывает...
 - 1) распространение тепла в стержне
 - 2) колебания бесконечной струны
 - 3) колебания конечной струны
 - 4) свободные колебания струны
5. Выберите все верные варианты
При выводе уравнения малых поперечных колебаний струны используются гипотезы ...
 - 1) колебания струны - малые
 - 2) струна абсолютно жесткая
 - 3) материал струны неупругий
 - 4) силы трения отсутствуют
6. Одномерное волновое уравнение имеет вид
 - 1) $u_{tt} = a^2 \Delta u$
 - 2) $u_{tt} - a^2 u_{xx} = 0$
 - 3) $u_t = a^2 u_{xx}$
 - 4) $u_{xx} = a^2 u_{tt}$

7. *Начальные условия для уравнения колебаний струны*
- 1) $u(0,t) = f(x), u_x(0,t) = F(x)$ 2) $u(x,0) = f(x), u_t(x,0) = F(x)$
 3) $u(0,t) = f(t), u_x(0,t) = F(t)$ 4) $u(x,0) = f(x), u_x(x,0) = F(x)$
8. *Решение задачи колебаний бесконечной струны с начальным отклонением $f(x)$ и нулевой начальной скоростью...*
- 1) $u(x,t) = \frac{f(x+at) + f(x-at)}{2}$ 2) $u(x,t) = \frac{f(t+ax) + f(t-ax)}{2}$
 3) $u(x,t) = \frac{f(t+ax) - f(t-ax)}{2}$ 4) $u(x,t) = \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} f(z) dz$
9. *При решении волнового уравнения по методу Фурье, чтобы удовлетворить граничным условиям*
- 1) раскладывают решение в ряд по собственным функциям
 2) находят коэффициенты ряда, используя ортогональность собственных функций
 3) представляют решение уравнения в форме произведения двух функций
 4) решают задачу Штурма-Лиувилля
10. *Уравнение линейной теплопроводности имеет вид*
- 1) $u_{tt} = a^2 \Delta u$ 2) $u_{tt} - a^2 u_{xx} = 0$ 3) $u_t = a^2 u_{xx}$ 4) $u_x = a^2 u_{tt}$
11. *Начальное условие для уравнения теплопроводности*
- 1) $u(x,0) = f(x), u_x(x,0) = F(x)$ 2) $u(x,0) = f(x)$
 3) $u(0,t) = f(t)$ 4) $u_x(x,0) = f(x)$
12. *Задача теплопроводности в бесконечном стержне решается по методу*
- 1) Даламбера 2) Лапласа 3) Пуассона 4) Фурье
13. *Уравнение теплопроводности для стержня имеет вид:*
- 1) $u_{tt} + a^2 u_{xx} = 0$ 2) $u_{tt} = a^2 u_x$ 3) $u_t = a^2 u_{xx}$ 4) $u_{yy} = a^2 u_{xx}$
14. *Для уравнения эллиптического типа интегралы уравнения . . . имеют вид $\varphi(x, y) \pm i\psi(x, y) = C_{1,2}$, где $\varphi(x, y)$ и $i\psi(x, y)$ – вещественные функции.*
15. *Уравнение $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = F(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y})$ называется . . . уравнением эллиптического типа.*
16. *Уравнение в частных производных $u_{xx} + u_{xy} + u_{yy} + 2u_x + 4u = 0$ относится к уравнениям ... типа*
17. *Уравнение в частных производных $3u_{xx} - 4u_{xy} + u_x + u_y + 5 = 0$ относится к уравнениям ... типа*
18. *Уравнение в частных производных $u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} + 4u = 0$ относится к уравнениям ... типа*
19. *Уравнение в частных производных $a^2 u_{xx} - b^2 u_{yy} = f(x, y, u, u_x, u_y)$ относится к уравнениям ... типа*

20. Уравнение в частных производных $a^2 u_{xx} + b^2 u_{yy} = f(x, y, u, u_x, u_y)$ относится к уравнениям ... типа

21. Найти решение уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ методом Даламбера

$$u(x, 0) = x^2, \quad u_t(x, 0) = 0 \quad \text{при } x=1, \quad t=1.$$

1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 5) 5 6) 6 7) 7 8) 8

22. Собственные функции $X_n(x)$ задачи Штурма – Лиувилля

$$X'' + \lambda^2 X = 0, \quad X(0) = 0, \quad X(L) = 0 \quad \text{равны...}$$

1) $X_n(x) = \cos \frac{n\pi x}{L}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$ 2) $X_n(x) = \sin \frac{n\pi x}{L}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$

3) $X_n(x) = \sin \frac{(2n+1)\pi x}{2L}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$ 4) $X_n(x) = \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2L}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$

1. Найти резольвенту и решить интегральное уравнение

$$u(x) = 1 + x^2 + \int_0^x \frac{1+x^2}{1+y^2} u(y) dy.$$

2. Решить интегральное уравнение

$$u(x) = \lambda \int_0^\pi \cos^2(x-y) u(y) dy + 1 + \cos 4x.$$

3. Найти итерированное ядро $K_2(x, y)$ для уравнения Фредгольма с $K(x, y) = \exp(|x| + y)$ и $a = -1, b = 1$.

4. Найти все характеристические числа и соответствующие собственные функции интегрального уравнения

$$u(x) = \lambda \int_0^\pi [\sin x \sin 4y + \sin 2x \sin 3y + \sin 3x \sin 2y + \sin 4x \sin y] u(y) dy.$$

5. С помощью преобразования Лапласа решить интегральное уравнение

$$u(x) = \cos x + \int_0^x u(y) dy.$$

6. Решить интегральные уравнения методом конечных сумм, либо методом моментов. В методе моментов использовать функции $\varphi_k(x) = x^k, k = 0, 1, 2, \dots, n$.

$$u(x) - 4 \int_0^1 \sin^2(xy^2) u(y) dy = 2x - \pi.$$

14. Образовательные технологии

Предусмотрено использование в учебном процессе отдельных видов активных и интерактивных форм и методов проведения занятий, учитывающих специфику изучения дисциплины математического и естественнонаучного цикла:

- чтение лекций с использованием *мультимедийных технологий*;
- занятия «Активная лекция» (использование стратегии «Бортовой журнал») и «Продвинутая лекция» (дискуссионная форма проведения лекции по частным вопросам современной физики);

- кейстехнология (технология дистанционного обучения), т.е. дистанционное повышение уровня освоения студентами предмета с помощью учебно-методических комплексов, размещенных в ИОС СГТУ;

- портфолио (оценка собственных достижений студентов) – результаты участия в различного уровня олимпиадах по физике и учебно-научных конференциях, результаты выполнения индивидуальных заданий, предусмотренных преподавателем и др.;

- модульно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов в процессе изучения предмета в течение семестра;

- технология тестового контроля знаний и умений (предусматривает проведение входного и выходного контроля при изучении предмета);

- метод развивающейся кооперации - групповое решение практических комплексных задач (т.е. учитывающих знание учебного материала из различных дидактических единиц предмета) с распределением по отдельным студентам решения подзадач.

Тема занятия	Вид занятия	Часы/ Из них в интерактивной форме	Интерактивная форма
Понятие УЧП. Наиболее важные УЧП. Необходимость изучения УЧП. Методы решения УЧП. Основные методы классификации УЧП. Классификация линейных УЧП второго порядка. Необходимость классификации	лекция	2/2	интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
. Приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка методом линейной замены. Понятие характеристик. Приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка методом характеристик	лекция	2/2	интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
Основные типы УМФ. Вывод уравнения колебаний струны, закреплённой на концах.	лекция	2/2	интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
Вывод уравнения теплопроводности. Постановка задач для УМФ. Корректность постановки задач УМФ.	лекция	2/2	интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
Метод Даламбера решения задачи Коши для неограниченной струны. Преобразование неоднородных граничных условий в однородные для уравнения теплопроводности.	лекция	2/2	интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
Метод Фурье решения задачи о колебаниях ограниченной струны. Общая схема его применения. Задача Штурма – Лиувилля. Собственные функции и собственные значения.	лекция	2/2	интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности методом преобразования Фурье. Интеграл Пуассона. Функция Грина.	лекция	2/2	интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии

Классификация уравнений математической физики. Приведение произвольного линейного дифференциального уравнения второго порядка в частных производных к каноническому виду методом линейной замены.	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии
Приведение произвольного линейного дифференциального уравнения второго порядка в частных производных к каноническому виду методом характеристик.	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии
Вывод уравнений гиперболического типа. Вывод уравнения колебаний струны в среде с сопротивлением.	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии
Вывод уравнений параболического типа (уравнений переноса)	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии
Применение формулы Даламбера для решения задачи колебаний бесконечной струны.	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии
Применение метода разделения переменных (метода Фурье) для решения уравнения колебаний струны, закреплённой на концах.	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии
Применение метода Фурье для решения задачи линейной теплопроводности бесконечного стержня для различных начальных условий.	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии
Применение метода Фурье для решения задачи линейной теплопроводности конечного стержня для различных сочетаний начальных и граничных условий.	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии
Применение метода Фурье для решения задачи Дирихле для прямоугольника.	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии
Применение метода Фурье для решения задачи Дирихле для круга в полярных координатах.	практика	2/2	интерактивная презентация с элементами дискуссии

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

15.1. Список основной литературы по дисциплине

- Ибрагимов Н.Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности [Электронный ресурс]/ Ибрагимов Н.Х.— Электронне. текстовые данные—М.:ФИЗМАТЛИТ, 2016.— 332 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24600.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю
- Саталкина Л.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: задачи и методы механики. Учебное пособие/ Саталкина Л.В., Пеньков В.Б.— Электрон. тек-

стовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 97 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22880.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2015.— 271 с.— Режим доступа:— ЭБС «IPRbooks», по паролю <http://www.iprbookshop.ru/7003.html>
4. Щербакова Ю.В. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Щербакова Ю.В., Миханьков М.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2016.— 159 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6352.html> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Дорохова М.А. Методы математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дорохова М.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2016.— 127 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8206.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю

15.2. Список дополнительной литературы по дисциплине

6. Гордин В.А. Математика, компьютер, прогноз погоды и другие сценарии математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гордин В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 736 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12882.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. Салимов Р.Б. Математика для инженеров и технологов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Салимов Р.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 484 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12917.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю
8. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маликов Р.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2014.— 368 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12015.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю <http://www.iprbookshop.ru/12015.html>
9. Ильин А.М. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ильин А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.— 192 с.— Режим доступа <http://www.iprbookshop.ru/12889.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю
10. Колесников А.К. Дисперсионный анализ и его компьютерная реализация [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Колесников А.К., Лебедева И.П.— Электрон. текстовые данные.— Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2014.— 109 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32036.html>. ЭБС «IPRbooks», по паролю
11. Карпов В.В. Математическое моделирование и расчет элементов строительных конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Карпов В.В., Панин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архи-

тектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19335.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю

12. Борухов В.Т. Структурные свойства динамических систем и обратные задачи математической физики [Электронный ресурс]: монография/ Борухов В.Т., Гайшун И.В., Тимошпольский В.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2014.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12320.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю

15.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

13. Бушуев А.Ю. Применение функций чувствительности в задачах математического моделирования систем с распределенными параметрами. Часть 1 [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ Бушуев А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2017.— 48 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31171.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю

15.4. Периодические издания

14. Журнал вычислительной математики и математической физики: РАН.- М.: Наука, 1961, (1990-2018 г) . В фонде НТБ СГТУ
15. Теоретическая и математическая физика: РАН.- М.: Наука, 1961, (1990-2019 г) . В фонде НТБ СГТУ
16. Успехи физических наук : РАН. – М.: ред. журн. "Успехи физических наук",. – № 1-12. ISSN 0042-1294. Электронный ресурс: <http://ufn.ru/>. Режим доступа – свободный на территории РФ. (1990-2019 г) В фонде НТБ СГТУ
17. Журнал технической физики : РАН. - СПб. : Наука,. - № 1-12. - ISSN 0044-4642. Электронный ресурс: <http://journals.ioffe.ru/jtf/#EVersion>. Режим доступа – свободный на территории РФ. (1990-2018 г) В фонде НТБ СГТУ

15.5. Интернет ресурсы :

18. Общероссийский математический портал - <http://mathnet.ru>
19. Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mexmat.ru>
20. Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru>
21. Библиотека по естественным наукам Российской Академии Наук - <http://benran.ru>
22. Естественно-научный образовательный портал - <http://en.edu.ru>
23. Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru>
24. Электронная энциклопедия «Кирилл и Мефодий» - <http://mega.km.ru/>
25. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://school-collection.edu.ru>
26. Энциклопедия физики и техники - www.femto.com.ua

15.6. Источники ИОС

<https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/GIG/Lists/List/AllItems.aspx>

https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/GIG/nfgdb_b2311/default.aspx?PageView=Shared
https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/GIG/nfgdb_b211_1/default.aspx

https://portal.sstu.ru/Fakult/FTF/PM/saup_b2211/default.aspx

https://portal.sstu.ru/Fakult/FTF/PM/saup_b2212/default.aspx

https://portal.sstu.ru/Fakult/FTF/PM/saup_b2222/default.aspx

16. Материально - техническое обеспечение дисциплины.

Нормативы площадей: общая площадь аудитории со стандартным мультимедийным оснащением не менее 105 кв.м для ведения лекционных занятий, не менее 35 кв.м. – для ведения практических занятий.

Для самостоятельных и лабораторных работ студентов используется аудитория Физико-технического факультета с 20 компьютерами и мультимедийным проектором.

Информационное и учебно-методическое обеспечение

Электронно-библиотечная система, электронная библиотека вуза и электронная информационно-образовательная среда; лицензионное программное обеспечение (Windows, MS Word 2010, MS Excel 2010, MS PowerPoint 2010, Adobe Reader, MathCad, MatLab, Turbo Delphi

Предусмотрено сопровождение лекционного курса мультимедийными презентациями, подготовленными в среде Microsoft Office PowerPoint, а также расчёты при помощи компьютерных программ МАТКАД и МАТЛАБ в компьютерном классе