МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математической физики

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	58	58	часов
5	Самостоятельная работа	50	50	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 38138

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от « 20 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭП	_____	Е. Е. Слядников
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Эксперты:

председатель методической комиссии кафедры ЭП, профессор каф. ЭП	_____	Л. Н. Орликов
Доцент кафедры электронных приборов (ЭП)	_____	А. И. Аксенов

Согласована на портале № 38138

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов представлений об основах математического аппарата изучения физических полей – одного из центральных объектов современной физики и техники, находящего широкое применение при изучении математических моделей в научных и прикладных задачах.

1.2. Задачи дисциплины

– в результате изучения данной дисциплины студенты должны получит навыки математического моделирования реальных (в первую очередь физических) процессов на основе краевых задач для уравнений в частных производных.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы математической физики» (Б1.В.ДВ.14.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика.

Последующими дисциплинами являются: Физика, Физика конденсированного состояния.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные преставления об уравнениях с частными производными, законы сохранения как основу модельного описания физической сущности процесса; знать математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники

– **уметь** выявлять естественнонаучную сущность проблем, уметь моделировать реальные физические процессы как краевые задачи для уравнений в частных производных

– **владеть** методами решения уравнений в частных производных для теоретических и практических задач на основе построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	58	58
Лекции	24	24
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	50	50
Подготовка к контрольным работам	4	4
Оформление отчетов по лабораторным работам	15	15

Согласована на портале № 38138

Проработка лекционного материала	10	10
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3	3
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Ле к., ч	ра к. за	б. ра б.,	м. ра б.,	в (б ез	уе м ые ко м
3 семестр						
1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)	4	2	0	3	9	ОПК-2, ПК-1
2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.	2	6	4	12	24	ОПК-2, ПК-1
3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка.	2	0	4	5	11	ОПК-2, ПК-1
4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1
5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	2	4	0	8	14	ОПК-2, ПК-1
6 Численные и приближенные методы решения УЧП.	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1
7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния.	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1
8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования.	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1
9 Математическое моделирование электрических процессов.	2	6	4	12	24	ОПК-2, ПК-1
10 Нелинейные волновые уравнения.	4	0	4	6	14	ОПК-2, ПК-1
Итого за семестр	24	18	16	50	108	
Итого	24	18	16	50	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	ое мк ос	м ые ко

Согласована на портале № 38138

3 семестр			
1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)	Определение УЧП. Порядок уравнения. Особенности решения УЧП. Понятие о полной и неполной системе уравнений в частных производных. Линейные и квазилинейные уравнения. Понятие о краевых задачах математической физики. Основные уравнения математической физики.	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.	Законы сохранения как основа модельного описания физического процесса. Вывод одномерной математической модели теплопроводности на основе закона сохранения энергии и закона Фурье. Понятие об аксиоматическом методе моделирования. Необходимость граничных условий (ГУ) и начальных условий (НУ). Уравнение теплопроводности при учете различных дополнительных факторов.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка.	Гиперболические, параболические и эллиптические уравнения и соответствие их типам физических задач. Приведение к каноническому виду уравнений гиперболического типа. Метод характеристик. Приведение к каноническому виду уравнений параболического типа. Приведение эллиптических уравнений к канонической форме. Классификация и канонические формы линейных уравнений 2-го порядка для n независимых переменных.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).	Линейные однородные ГУ. Алгоритм разделения переменных. Учет граничных и начальных условий. Свойство ортогональности для системы функций. Анализ решения УЧП методом разделения переменных. Преобразование задачи с неоднородными ГУ в задачу с однородными ГУ. Задача теплопроводности с производной в ГУ.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	Самосопряженное уравнение Штурма-Лиувилля. Свойства задачи Штурма-Лиувилля. Типы краевых условий. Некоторые важные задачи Штурма-Лиувилля, к которым сводится решение физических задач. Решение неоднородного уравнения методом разложения по собственным функциям. Алгоритм решения и его реализация. Физическая интерпретация решения.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
6 Численные и приближенные методы	Сравнение аналитических решений с численными решениями. Понятия аналитического и численного	2	ОПК-2, ПК-1

Согласована на портале № 38138

решения УЧП.	решений. Преимущества численных решений. Преимущества численных решений. Задача и пример параметрической идентификации. Метод конечных разностей. Конечно-разностные аппроксимации. Правая, левая и центральная разностные производные. Решение задачи Дирихле методом конечных разностей. Алгоритм численного решения задачи Дирихле. Матричная форма записи решения задачи Дирихле. Замена производных, входящих в ГУ, разностными аппроксимациями при решении задачи Неймана.		
	Итого	2	
7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния.	Вывод уравнений акустики. Волновое уравнение. Формула Кирхгофа. Принцип Гюйгенса. Акустическая интерпретация, Граничные условия для акустических волн. Уравнение Гельмгольца. Постановка задач дифракции акустических волн. Решение уравнения Гельмгольца в сферических координатах. Дифракция плоской акустической волны на шаре. Уравнения теории упругости. Уравнения упругих колебаний.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования.	Ядро преобразования. Интегральное преобразование – путь к уменьшению числа независимых переменных в УЧП. Схема алгоритма решения задачи методом интегральных преобразований. Прямое и обратное преобразование. Виды интегральных преобразований. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент. Примеры спектров периодических и непериодических функций. Преобразование Фурье и его применение для решения УЧП. Фурье-образ функции и его свойства (исходная функция-результат обратного преобразования, линейность, замена дифференцирования умножением, свертка). Решение задачи Коши (на примере уравнения теплопроводности) методом преобразования Фурье. Алгоритм решения и его реализация. Анализ решения, функция Грина (функция источника). Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции. Условия применимости преобразования Фурье и преобразования Лапласа для УЧП.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
9 Математическое моделирование электрических процессов.	Уравнения Максвелла. Уравнения электростатики. Объемный потенциал, его свойства. Электростатическая интерпретация объемного потенциала. Физическая интерпретация основных граничных условий в электростатике. Сведение внутренней и внешней задач Дирихле, внутренней и внешней задач Неймана к интегральным	2	ОПК-2, ПК-1

Согласована на портале № 38138

	уравнениям. Исследование основных краевых задач для уравнения Лапласа с помощью интегральных уравнений. Обобщенные функции и их свойства. Сингулярные обобщенные функции, дельта-функция Дирака. Фундаментальные решения для уравнений математической физики. Метод функции Грина. Построение функций Грина.		
	Итого	2	
10 Нелинейные волновые уравнения.	Уравнение Кортевега-де Фриза. Солитоны.Волновые уравнения для электромагнитного поля. Плоские решения уравнений Максвелла. Краевые задачи дифракции для электромагнитных волн.	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1 Физика	+		+	+	+		+			+
2 Физика конденсированного состояния		+	+			+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

Согласована на портале № 38138

ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Используемые контрольные мероприятия
3 семестр			
2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.	Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка.	Численный метод решения гиперболического уравнения на основе явной разностной схемы	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
9 Математическое моделирование электрических процессов.	Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
10 Нелинейные волновые уравнения.	Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)	Используемые контрольные мероприятия
3 семестр			
1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)	Вывод уравнений. Постановка краевых задач.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.	Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (однородные граничные условия).	2	ОПК-2, ПК-1
	Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (неоднородные граничные условия)	2	
	Уравнение теплопроводности на бесконечной прямой, в неограниченном пространстве, на полубесконечной прямой	2	

Согласована на портале № 38138

	Итого	6	
5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	Задача Штурма-Лиувилля (отрезок, прямоугольник, параллелепипед)	2	ОПК-2, ПК-1
	Вычисление квадрата нормы. Задача Штурма-Лиувилля (круг, сектор, кольцо).	2	
	Итого	4	
9 Математическое моделирование электрических процессов.	Уравнение Лапласа в прямоугольнике и параллелепипеде	2	ОПК-2, ПК-1
	Уравнение Лапласа в круге, вне круга, в кольце, в секторе	2	
	Уравнение Лапласа в цилиндре и его частях	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость,	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
3 Классификация и приведение к каноническому виду	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе,
	Оформление отчетов по	4		

Согласована на портале № 38138

линейных УЧП второго порядка.	лабораторным работам			Тест
	Итого	5		
4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	8		
6 Численные и приближенные методы решения УЧП.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
9 Математическое моделирование электрических процессов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		

Согласована на портале № 38138

	Итого	12		
10 Нелинейные волновые уравнения.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	6		
Итого за семестр		50		
Итого		50		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Зачет			14	14
Конспект самоподготовки	4	5	5	14
Контрольная работа	5	5	5	15
Опрос на занятиях	4	5	5	14
Отчет по лабораторной работе	8	5	5	18
Тест	8	8	9	25
Итого максимум за период	29	28	43	100
Нарастающим итогом	29	57	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Согласована на портале № 38138

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Конспект лекций по высшей математике : в 2 ч. / Д. Т. Письменный. - М. : Айрис-Пресс, 2007 - . - ISBN 978-5-8112-1687-1. Ч. 2 : Тридцать пять лекций. - 5-е изд. - М. : Айрис-Пресс, 2007. - 251, [5] с. : ил., табл. - ISBN 978-5-8112-2315-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)

2. Методы математической физики [Электронный ресурс]: Учебное пособие предназначено для студентов факультета дистанционного обучения ТУСУРа / Гриняев Ю. В., Ушаков В. М., Миньков Л. Л., Тимченко С. В. - 2012. 148 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3379 (дата обращения: 08.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Математические методы физики. Избранные вопросы : Учебник для вузов / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : НГТУ, 2003. - 242 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Высшая математика III. Функции комплексного переменного. Ряды. Интегральные преобразования [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Магазинников Л. И. - 2012. 206 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2258 (дата обращения: 08.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы математической физики : Руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210106 "Промышленная электроника" / Ю. В. Гриняев, Л. Л. Миньков ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 116 с. : (наличие в библиотеке ТУСУР - 94 экз.)

2. Методы математической физики [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям / Гейко П. П. - 2012. 31 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2351 (дата обращения: 08.07.2018).

3. Решение уравнений в частных производных гиперболического типа [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 15 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2346 (дата обращения: 08.07.2018).

4. Моделирование параболических уравнений в частных производных по схеме Кранка–Николсона [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 14 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2347 (дата обращения: 08.07.2018).

5. Решение дифференциальных уравнений эллиптического типа [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 12 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2348 (дата обращения: 08.07.2018).

6. Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Магазинников А. Л. - 2012. 21 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2350 (дата обращения: 08.07.2018).

Согласована на портале № 38138

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 304 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;

Согласована на портале № 38138

- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Какие физические процессы описывает параболическое уравнение?
   а) колебания

Согласована на портале № 38138

б) движущиеся волны
в) стационарные процессы
г) диффузию

2. Какие физические процессы описывает гиперболическое уравнение?
а) колебания
б) волны
в) стационарные процессы
г) диффузию

3. Какие физические процессы описывает эллиптическое уравнение?
а) колебания
б) движущиеся волны
в) стационарные процессы
г) диффузию

4. Что описывают граничные условия?
а) взаимосвязь физических переменных
б) физическую переменную в начальный момент времени
в) физическую переменную на границе
г) производную физической переменной в начальный момент времени

5. Что описывают начальные условия?
а) взаимосвязь физических переменных
б) физическую переменную в начальный момент времени
в) физическую переменную на границе
г) производную физической переменной в начальный момент времени

6. Что описывает уравнение?
а) взаимосвязь физических переменных
б) физическую переменную в начальный момент времени
в) физическую переменную на границе
г) производную физической переменной в начальный момент времени

7. Функция $f_\xi(x,t) = \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4a^2 t}}$ при всех значениях ξ является решением уравнения теплопроводности $U_t = a^2 U_{xx}$ в области $\{(x,t): x \in (-\infty,\infty), t \in (0,\infty)\}$.

Данная функция называется ……решением уравнения теплопроводности
а) элементарным
б) стационарным
в) неоднородным
г) фундаментальным

8. Решение задачи $y'' + \frac{1}{4}y = 0$, $y(0) = y(4p) = 0$ имеет вид

а) $y = \sin\frac{1}{2}x$; б) $y = \sin\frac{\pi}{2}x$; в) $y = \cos\frac{1}{2}x$; г) $y = \sin\frac{1}{4}x$

9. Функция U является решением уравнения $U_{xx} + U_{yy} = \cos x \times \cos y$. Тогда решением соответствующего однородного уравнения будет функция

а) $U - \frac{1}{2}\cos x \times \cos y$; б) $U + x^2 + y^2$; в) $U + \frac{1}{2}\cos x \times \cos y$; г) $U + 2xy$

10. Решение задачи $y'' + p^2 y = 0$, $y(0) = y'(\frac{1}{2}) = 0$ имеет вид
а) $y = \sin x$; б) $y = \cos x$; в) $y = \cos px$; г) $y = \sin px$

Согласована на портале № 38138

11. Укажите тип дифференциального уравнения

$$3\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 5\sin 4x = 0$$

.

Варианты ответа:
1) эллиптический;
2) гиперболический;
4) круговой;
3) параболический;

12. Укажите собственные функции краевой задачи

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 9\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

; *u(0;y)=u(l;y)=0.*

Варианты ответа:

а) $\sin\frac{n\pi x}{3}$; б) $\sin\frac{n\pi x}{l}$; в) $\sin 3nx$; г) $\cos\frac{n\pi x}{l}$

13. Укажите собственные числа краевой задачи

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 25\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

; *u(0;y)=u(7;y)=0.*

Варианты ответа:

а) $\frac{n\pi}{5}$ *;б)* $\frac{n\pi}{25}$ *; в)* $\frac{n\pi}{7}$ *; г)* $\frac{n\pi}{49}$

14. Функция y = $\cos\frac{2}{3}$x является собственной функцией задачи Штурма-Лиувилля y'' + ly = 0, y'(0) = y'(3p) = 0 с собственным значением

а) l = - $\frac{4}{9}$; б) l = - $\frac{2}{3}$; в) l = $\frac{4}{9}$; г) l = $\frac{2}{3}$.

15. Какому начальному условию удовлетворяет функция

$$u(x;t) = 6x^2 + 4tx - 8t\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^2+4}\sin\frac{2nx}{5}e^{-8n^2}$$

Варианты ответа:

а) $u(x;0) = 0$; б) $u(x;0) = 6x^2$; в) $u(x;0) = 8t$; г) $u(x;0) = 4$;

16. Какое из уравнений является уравнением теплопроводности стержня с источниками тепла внутри

Варианты ответа:

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$ б) $\frac{\partial u}{\partial t} + 5\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3t};$

в) $\frac{\partial u}{\partial t} - 30\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 4xe^{-3t};$ г) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3t}\sin 5x;$

17. Укажите, какое из данных уравнений является уравнением Пуассона

Варианты ответа:

Согласована на портале № 38138

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$ б) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3t}\sin 5x;$

в) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 2;$ г) $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4);$

18. Какая из краевых задач является задачей о теплопроводности стержня конечной длины без источников тепла внутри и с нулевой температурой на концах

Варианты ответа:

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$; *u(0;t)= u(7;t)=0; u(x;0)=x.*

б) $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4);$ *u(0;t)=t; u(7;t)=0; u(x;0)=0.*

в) $\frac{\partial u}{\partial t} - 9\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$ *u(0;t) = u(4;t)=0; u(x;0)=x(4-x).*

г) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 16\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$; *u(0;t)= u(5;t)=3; u(x;0)=0.*

19. Какая из краевых задач является задачей о вынужденных колебаниях конечной струны, закрепленной только на левом конце

Варианты ответа:

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$; *u(0;t)= u(7;t)=0; u(x;0)=x.*

б) $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4);$ *u(0;t)=t; u(7;t)=0; u(x;0)=0.*

в) $\frac{\partial u}{\partial t} - 9\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$ *u(0;t) = u(4;t)=0; u(x;0)=x(4-x).*

г) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 4\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$; *u(0;t)= u(5;t)=3; u(x;0)=0.*

20. Решением какого уравнения является функция

$$u(x;t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}\sin\frac{2nx}{5}\cos\frac{8n\pi t}{5}$$

Варианты ответа:

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 16\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$ б) $\pi\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 16\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5x\sin 4t;$

в) $\frac{1}{16}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \pi^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$ г) $\frac{\partial u}{\partial t} - 16\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5;$

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Вывод уравнений. Постановка краевых задач.

Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (однородные граничные условия).

Согласована на портале № 38138

Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (неоднородные граничные условия)

Уравнение теплопроводности на бесконечной прямой, в неограниченном пространстве, на полубесконечной прямой

Задача Штурма-Лиувилля (отрезок, прямоугольник, параллелепипед)

Вычисление квадрата нормы. Задача Штурма-Лиувилля (круг, сектор, кольцо).

Уравнение Лапласа в прямоугольнике и параллелепипеде

Уравнение Лапласа в круге, вне круга, в кольце, в секторе

Уравнение Лапласа в цилиндре и его частях

14.1.3. Зачёт

1. Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)
2. Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.
3. Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка.
4. Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).
5. Собственные значения и собственные функции.
6. Задача Штурма- Лиувилля
7. Метод интегральных преобразований.
8. Понятие интегрального преобразования.
9. Численные и приближенные методы решения УЧП.
10. Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния.
11. Математическое моделирование электрических процессов.
12. Нелинейные волновые уравнения.
13. Линейные однородные ГУ.
14. Самосопряженное уравнение Штурма-Лиувилля.
15. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент.
16. Интегральное преобразование – путь к уменьшению числа независимых переменных в УЧП.
17. Сравнение аналитических решений с численными решениями. Понятия аналитического и численного решений.
18. Вывод уравнений акустики.
19. Принцип Гюйгенса.
20. Дифракция плоской акустической волны на шаре.

14.1.4. Вопросы на самоподготовку

Акустическая интерпретация. Граничные условия для акустических волн.

Дифракция плоской акустической волны на шаре.

Объемный потенциал, его свойства.

Виды интегральных преобразований. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент.

Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции.

14.1.5. Темы контрольных работ

Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.

Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)

Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности

14.1.6. Темы лабораторных работ

Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)

Численный метод решения гиперболического уравнения на основе явной разностной схемы

Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа

Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями

Согласована на портале № 38138

здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 38138