МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математической физики

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **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 занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	58	58	часов
5	Из них в интерактивной форме	50	50	часов
6	Самостоятельная работа	50	50	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12403

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

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

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

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

Эксперты:

председатель методической комиссии кафедры ЭП, профессор каф. ЭП	_____	Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 12403

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.15.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Компьютерное моделирование и проектирования приборов квантовой электроники, 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 студент 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 занятия	16	16
Из них в интерактивной форме	50	50
Самостоятельная работа (всего)	50	50
Подготовка к контрольным работам	4	4

Согласована на портале № 12403

Оформление отчетов по лабораторным работам	15	15
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 час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
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 Численные и приближенные методы решения УЧП.	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1
5 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния.	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1
6 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования.	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1
7 Математическое моделирование электрических процессов.	2	6	4	12	24	ОПК-2, ПК-1
8 Нелинейные волновые уравнения.	4	0	4	6	14	ОПК-2, ПК-1
9 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1
10 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	2	4	0	8	14	ОПК-2, ПК-1

Согласована на портале № 12403

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	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
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 Численные и приближенные методы решения УЧП.	Сравнение аналитических решений с численными решениями. Понятия	2	ОПК-2, ПК-1

Согласована на портале № 12403

	аналитического и численного 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	
5 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	
6 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.	2	ОПК-2, ПК-1

Согласована на портале № 12403

	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.		
	Итого	2	
7 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 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.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
8 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	
9 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	
10 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	2	ОПК-2, ПК-1

Согласована на портале № 12403

	неоднородного уравнения методом разложения по собственным функциям. Алгоритм решения и его реализация. Физическая интерпретация решения.		
	Итого	2	
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 представ-лены 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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Физика	+		+		+			+	+	+
Последующие дисциплины										
1 Компьютерное моделирование и проектирования приборов квантовой электроники	+	+	+		+	+	+	+	+	+
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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат

Согласована на портале № 12403

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

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
3 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			20	20
Решение ситуационных задач	18			18
Работа в команде		12		12
Итого за семестр:	18	12	20	50
Итого	18	12	20	50

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
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	
7 Математическое моделирование электрических процессов.	Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
8 Нелинейные волновые уравнения.	Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 12403

Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
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	
	Итого	6	
7 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	
10 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	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 12403

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	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
	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
	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 линейных УЧП второго порядка.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
4 Численные и приближенные методы решения УЧП.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
5 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
6 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки
	Итого	1		

Согласована на портале № 12403

преобразования.				
7 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
	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		
	Итого	12		
8 Нелинейные волновые уравнения.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	6		
9 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
10 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Реферат
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	8		
Итого за семестр		50		
Итого		50		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции

Согласована на портале № 12403

9.2. Темы контрольных работ

1. Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности
2. Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа
3. Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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				
Конспект самоподготовки	4	5	5	14
Контрольная работа	9	10	10	29
Опрос на занятиях	4	5	20	29
Отчет по лабораторной работе	8	10		18
Реферат			10	10
Итого максимум за период	25	30	45	100
Нарастающим итогом	25	55	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.

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)

Согласована на портале № 12403

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: Учебное пособие предназначено для студентов факультета дистанционного обучения ТУСУРа / Гриняев Ю. В., Ушаков В. М., Миньков Л. Л., Тимченко С. В. - 2012. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3379, дата обращения: 31.01.2017.

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: Учебное пособие / Магазинников Л. И. - 2012. 206 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2258, дата обращения: 31.01.2017.
3. Курс математической физики : Учебник для вузов / С. Г. Михлин. - 2-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2002. - 376 с. : портр. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 569-575. - ISBN 5-8114-0468-9 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

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: Методические указания к практическим занятиям / Гейко П. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2351, дата обращения: 31.01.2017.
3. Решение уравнений в частных производных гиперболического типа: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2346, дата обращения: 31.01.2017.
4. Моделирование параболических уравнений в частных производных по схеме Кранка–Николсона: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2347, дата обращения: 31.01.2017.
5. Решение дифференциальных уравнений эллиптического типа: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2348, дата обращения: 31.01.2017.
6. Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности: Методические указания к лабораторной работе / Магазинников А. Л. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2350, дата обращения: 31.01.2017.
7. Методы математической физики: Методические указания к практическим занятиям / Гейко П. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2351, дата обращения: 31.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Согласована на портале № 12403

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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. 1. Образовательный портал университета, библиотека университета
2. 2. http://ru.wikipedia.org - Свободная энциклопедия «Википедия».
3. 3. Поисковые системы Google, Yandex, Rambler и др.
4. 4. Интернет-обозреватель Mozilla Firefox (или Internet Explorer, или др.)
5. 5. Microsoft Office, Adobe Acrobat Reader для чтения электронных пособий

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.;

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL 1.6ГГц. - 18 шт. Используется свободно распространяемое программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Ubuntu Linux 10.04, SUSE Linux 11; OpenOffice 3.5. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной

Согласована на портале № 12403

системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 инвалидов по дисциплине предусматривает

Согласована на портале № 12403

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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12403

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Методы математической физики

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **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

Разработчики:

- профессор каф. ЭП Слядников Е. Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12403

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	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; Должен уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, уметь моделировать реальные физические процессы как краевые задачи для уравнений в частных производных; Должен 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 ;
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	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в

Согласована на портале № 12403

			решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-2

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; знать простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; уметь строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем; использует физико-математический аппарат для решения возникающих проблем; владеть методами построения математических моделей приборов, схем, устройств с использованием средств компьютерного моделирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Зачет;

Согласована на портале № 12403

	самоподготовки; • Реферат; • Зачет;	самоподготовки; • Реферат; • Зачет;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, знает соответствующий физико-математический аппарат; знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;	• выявлять естественнонаучную сущность проблем; привлекает для их решения соответствующий физико-математический аппарат; умеет строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;	• применяет физические законы для выявления естественнонаучной сущности проблем; владеет методами построения математических моделей приборов, схем, устройств с использованием средств компьютерного моделирования;
Хорошо (базовый уровень)	• естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;	• выявлять естественнонаучную сущность проблем; привлекает соответствующий физико-математический аппарат, строит математические модели объектов;	• использует физические законы для выявления естественнонаучной сущности проблем; строит математические модели отдельных приборов с применением компьютерного моделирования.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники, знает общие понятия в пределах изучаемой области;	• строить простейшие физические и математические модели приборов;	• работает при прямом наблюдении; владеет общими понятия в пределах изучаемой области;

2.2 Компетенция ПК-1

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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Согласована на портале № 12403

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	область применения моделей простейших физических и математических модель приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; знает область применения стандартных программных средства компьютерного моделирования	строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; умеет использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	методами построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники; стандартными программными средствами компьютерного моделирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• области применения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники	• строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного	• методами построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники Владеет стандартными программными

Согласована на портале № 12403

	различного функционального назначения; область применения программных средств компьютерного моделирования;	функционального назначения; умеет выбирать программные средства компьютерного моделирования;	средствами компьютерного моделирования;
Хорошо (базовый уровень)	• области применения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники; программные средства компьютерного моделирования;	• строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;	• строит математические модели отдельных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники с использованием стандартных программных средств;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• области применения компьютерного моделирования и общие подходы к решению задач;	• обрабатывать информацию из Интернета;	• работает при прямом наблюдении.;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Акустическая интерпретация. Граничные условия для акустических волн 2. Дифракция плоской акустической волны на шаре. 3. Объемный потенциал, его свойства 4. Виды интегральных преобразований. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент. 5. Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции

3.2 Темы рефератов

– Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции

3.3 Темы опросов на занятиях

– Вывод уравнений. Постановка краевых задач. Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (однородные граничные условия). 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

3.4 Темы контрольных работ

– Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности

– Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа

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

Согласована на портале № 12403

3.5 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

3.6 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.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. 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: Учебное пособие предназначено для студентов факультета дистанционного обучения ТУСУРа / Гриняев Ю. В., Ушаков В. М., Миньков Л. Л., Тимченко С. В. - 2012. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3379, свободный.

4.2. 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: Учебное пособие / Магазинников Л. И. - 2012. 206 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2258, свободный.

3. Курс математической физики : Учебник для вузов / С. Г. Михлин. - 2-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2002. - 376 с. : портр. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 569-575. - ISBN 5-8114-0468-9 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

4.3. 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: Методические указания к практическим занятиям /

Согласована на портале № 12403

Гейко П. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2351, свободный.

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

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

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

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

7. Методы математической физики: Методические указания к практическим занятиям / Гейко П. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2351, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. Образовательный портал университета, библиотека университета
2. 2. http://ru.wikipedia.org - Свободная энциклопедия «Википедия».
3. 3. Поисковые системы Google, Yandex, Rambler и др.
4. 4. Интернет-обозреватель Mozilla Firefox (или Internet Explorer, или др.)
5. 5. Microsoft Office, Adobe Acrobat Reader для чтения электронных пособий

Согласована на портале № 12403