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

Микроволновая, квантовая и оптическая электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2015, 2016 годов

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	22	22	часов
2	Практические занятия	20	20	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	58	58	часов
5	Из них в интерактивной форме	13	13	часов
6	Самостоятельная работа	50	50	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13140

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:

доцент каф. ЭП	_____	Башкиров А. И.
доцент каф. ЭП	_____	Быков В. И.

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. ПрЭ	_____	Михальченко С. Г.

Эксперты:

профессор кафедра ЭП	_____	Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 13140

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель дисциплины состоит в формировании у студентов представлений о фундаментальных основах микроволновой, квантовой и оптической электроники, которая является важным компонентом профессионального блока подготовки бакалавров по направлению «Электроника и наноэлектроника»

1.2. Задачи дисциплины

– изучение и освоение студентами современных подходов и методов, используемых для анализа и описания явлений микроволновой, квантовой и оптической электроники;

– изучение базовых принципов микроволновой, квантовой и оптической электроники;

– изучение явлений, используемых для анализа и расчета электромагнитных полей в микроволновых направляющих и колебательных системах, проектирования микроволновых устройств;

– изучение основных принципов построения и реализации устройств квантовой и оптической электроники, рассмотрение примеров конкретных устройств, технологических подходов к их изготовлению и использованию в технологических приложениях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Микроволновая, квантовая и оптическая электроника» (Б1.Б.15.3) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Материалы электронной техники, Твердотельная электроника, Физика, Физика конденсированного состояния.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– 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;

– ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

– ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** принципы использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле в приборах и устройствах микроволновой, квантовой и оптической электроники; особенности конструкции, параметры, характеристики и методы моделирования приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники; основные линейные и нелинейные явления микроволновой, квантовой и оптической электроники и методы их описания; принципы функционирования микроволновых, квантовых и оптоэлектронных приборов и систем.

– **уметь** анализировать информацию о новых типах микроволновых, квантовых и оптоэлектронных приборов; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; применять методы моделирования и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники; проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты.

– **владеть** методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники; современными программными средствами моделирования и проектирования приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники; методикой расчета основных узлов

Согласована на портале № 13140

приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	58	58
Лекции	22	22
Практические занятия	20	20
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	13	13
Самостоятельная работа (всего)	50	50
Подготовка к контрольным работам	4	4
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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	(без экзамена) Всего часов	компетенции Формируемые
8 семестр						
1 Направленные электромагнитные волны	2	4	0	5	11	ПК-1, ПК-5
2 Микроволновые направляющие системы	2	4	4	10	20	ПК-1, ПК-2, ПК-5
3 Микроволновые колебательные системы	2	0	4	5	11	ПК-1, ПК-2, ПК-5
4 Интегральные параметры регулярной и направляющей системы	1	2	0	3	6	ПК-1, ПК-5

Согласована на портале № 13140

5 Методы анализа микроволновых устройств	1	0	0	1	2	ПК-1
6 Микроволновые устройства	2	0	0	1	3	ПК-1
7 Описание квантовых ансамблей	6	6	0	10	22	ПК-1, ПК-5
8 Общие вопросы построения лазеров	4	2	4	8	18	ПК-1, ПК-2, ПК-5
9 Элементы оптоэлектроники	2	2	4	7	15	ПК-1, ПК-2, ПК-5
Итого за семестр	22	20	16	50	108	
Итого	22	20	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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
8 семестр			
1 Направленные электромагнитные волны	Плоские электромагнитные волны в неограниченных, непоглощающих, поглощающих, анизотропных средах и на границе раздела сред. Общие свойства направленных электромагнитных волн. Типы волн: электрические (Е – волны), магнитные (Н – волны), Т - волны. Волновое уравнение и его решение для произвольной направляющей системы. Фазовая, групповая скорости, дисперсия, явление отсечки электромагнитных волн.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Микроволновые направляющие системы	Основные типы направляющих систем. Решение волнового уравнения для волн типа Н- и Е- в прямоугольном волноводе. Диаграмма критических длин волн. Структура полей и токов. Круглый волновод. Возбуждение электромагнитных волн в направляющих системах.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Микроволновые колебательные	Принцип действия объемных	2	ПК-1

Согласована на портале № 13140

системы	резонаторов. Общие свойства и параметры свободных колебаний в резонаторах. Учет потерь. Добротность резонаторов. Электромагнитное поле в прямоугольном резонаторе. Другие типы полых резонаторов.		
	Итого	2	
4 Интегральные параметры регулярной и направляющей системы	Эквивалентные параметры линии передачи. Коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны, бегущей волны, входное со-противление линии передачи, сопротивление нагрузки. Круговая диаграмма полных сопротивлений. Основные режимы работы линии передачи. КПД и согласование линии передачи с нагрузкой. Физический смысл согласования. Общие принципы согласования нагрузки с линией передачи.	1	ПК-1
	Итого	1	
5 Методы анализа микроволновых устройств	Постановка задачи и основные этапы ее решения. Матричный анализ микроволновых многополюсников. Волновые матрицы рассеяния, сопротивления, проводимости, передачи. Зависимость элементов матрицы рассеяния от положения плоскостей отсчета фаз. Основные свойства многополюсников и их матриц.	1	ПК-1
	Итого	1	
6 Микроволновые устройства	Согласованные нагрузки, аттенюаторы. Микроволновые фильтры, устройства широкополосного согласования. Волноводные тройники. Направленные ответвители. Принципы действия, конструкции, характеристики, методы анализа, проектирование. Ферритовые микроволновые устройства. Фазовращатели, вентили, циркуляторы.	2	ПК-1
	Итого	2	
7 Описание квантовых ансамблей	Принципы усиления света.Описание квантовых ансамблей в состоянии теплового равновесия и в процессе релаксации. Матрица плотности. Балансные уравнения.	6	ПК-1
	Итого	6	
8 Общие вопросы построения лазеров	Элементарная теория резонаторов. Селекция мод. Расходимость пучка	4	ПК-1

Согласована на портале № 13140

	Когерентность, однородное и неоднородное уширение Спектральной линии. Твердотельный лазер. Режимы работы. Газовый лазер. Полупроводниковый лазер.		
	Итого	4	
9 Элементы оптоэлектроники	Полупроводниковые фотоприемники. Планарные оптические волноводы. Классификация оптических волноводов. Эффективная толщина волновода. Полосковые волноводы	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		22	

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
Предшествующие дисциплины									
1 Математика		+	+	+	+		+	+	+
2 Материалы электронной техники						+		+	+
3 Твердотельная электроника						+		+	+
4 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5 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 работы	Самостоятельная работа	

Согласована на портале № 13140

ПК-1	+	+		+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Опрос на занятиях
ПК-2			+	+	Отчет по лабораторной работе
ПК-5		+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

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
8 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			4	4
Работа в команде		4		4
Мозговой штурм	5			5
Итого за семестр:	5	4	4	13
Итого	5	4	4	13

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
8 семестр			
2 Микроволновые направляющие системы	Исследование электромагнитного поля в прямоугольном волноводе	4	ПК-2, ПК-5
	Итого	4	
3 Микроволновые колебательные системы	Исследование объемных резонаторов	4	ПК-2, ПК-5
	Итого	4	
8 Общие вопросы построения лазеров	Исследование основных параметров полупроводникового лазера	4	ПК-2, ПК-5

Согласована на портале № 13140

	Итого	4	
9 Элементы оптоэлектроники	Полупроводниковые детекторы оптического излучения	4	ПК-2, ПК-5
	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)	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
8 семестр			
1 Направленные электромагнитные волны	Плоские электромагнитные волны в неограниченных, непоглощающих, поглощающих средах. Направленные электромагнитные волны.	4	ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
2 Микроволновые направляющие системы	Электромагнитные поля в направляющих системах	4	ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
4 Интегральные параметры регулярной и направляющей системы	Согласование линии передачи с нагрузкой. Применение круговой диаграммы сопротивлений	2	ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
7 Описание квантовых ансамблей	Описание квантовых ансамблей и процессов релаксации. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.	6	ПК-1, ПК-5
	Итого	6	
8 Общие вопросы построения лазеров	Оптические резонаторы. Характеристики лазерного излучения.	2	ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
9 Элементы оптоэлектроники	Планарные оптические волноводы	2	ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 13140

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые	Формы контроля
8 семестр				
1 Направленные электромагнитные волны	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Проверка контрольных работ
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	5		
2 Микроволновые направляющие системы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-5, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
3 Микроволновые колебательные системы	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2, ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
4 Интегральные параметры регулярной и направляющей системы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
5 Методы анализа микроволновых устройств	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	1		
6 Микроволновые устройства	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	1		

Согласована на портале № 13140

7 Описание квантовых ансамблей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Проверка контрольных работ
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
8 Общие вопросы построения лазеров	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-5, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
9 Элементы оптоэлектроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-5, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
Итого за семестр		50		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		86		

10. Курсовая работа (проект)

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
8 семестр				
Контрольная работа	14	14		28
Опрос на занятиях	6	6	6	18
Отчет по лабораторной работе		12	12	24
Итого максимум за период	20	32	18	70

Согласована на портале № 13140

Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	52	70	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)
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. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебное пособие / Л. А. Боков, В. А. Замотринский, А. Е. Мандель ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2013. - 410 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 223 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/712, дата обращения: 10.02.2017.

3. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 320 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/627

4. Введение в квантовую и оптическую электронику: Учебное пособие / Башкиров А. И., Шандаров С. М. - 2012. 98 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1578, дата обращения: 10.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Электродинамика и распространение радиоволн : Учебное пособие для вузов / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1989. - 543[1] с. : ил. - Библиогр.: с. 540-543. - ISBN 5-02-014033-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.)

2. Электродинамика и распространение радиоволн : Учебник для вузов / Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. . - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 558[2] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

Согласована на портале № 13140

3. Малышев В.А. Основы квантовой электроники и лазерной техники: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. - 542 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 38 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование электромагнитного поля в прямоугольном волноводе: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Башкиров А. И. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3981, дата обращения: 10.02.2017.

2. Исследование объемных резонаторов: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Башкиров А. И. - 2014. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3983, дата обращения: 10.02.2017.

3. Микроволновая электроника: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Башкиров А. И. - 2014. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3980, дата обращения: 10.02.2017.

4. Электромагнитные поля и волны: Сборник задач и упражнений / Боков Л. А., Мандель А. Е., Шангина Л. И., Соколова Ж. М. - 2013. 271 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3697, дата обращения: 10.02.2017.

5. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 163 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/715, дата обращения: 10.02.2017.

6. Микроволновая электроника: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Башкиров А. И. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3979, дата обращения: 10.02.2017.

7. Исследование основных параметров полупроводникового лазера: Методические указания к лабораторной работе для студентов направлений 210100.62 – Электроника и наноэлектроника, 222900.62 – Нанотехнологии и микросистемная техника / Башкиров А. И., Щербина В. В. - 2014. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3984, дата обращения: 10.02.2017.

8. Полупроводниковые детекторы оптического излучения: Методические указания к лабораторной работе для студентов направлений 210100.62 – Электроника и наноэлектроника, 222900.62 – Нанотехнологии и микросистемная техника / Башкиров А. И., Щербина В. В. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3985, дата обращения: 10.02.2017.

9. Квантовая и оптическая электроника : Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Шангина Л. И. - 2012. 228 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/714, дата обращения: 10.02.2017.

10. Квантовая и оптическая электроника: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направлений 210100.62 – Электроника и наноэлектроника, 222900.62 – Нанотехнологии и микросистемная техника / Башкиров А. И. - 2014. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3988, дата обращения: 10.02.2017.

11. Квантовая и оптическая электроника: Методические указания к практическим занятиям для студентов направлений 210100.62 – Электроника и наноэлектроника, 222900.62 – Нанотехнологии и микросистемная техника / Башкиров А. И. - 2014. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3987, дата обращения: 10.02.2017.

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.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 13140

– 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. Научно-образовательный портал ТУСУР

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, 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 занятий используется учебная аудитория. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры с широкополосным доступом в Internet с мониторами – 16 шт.; полупроводниковый лазер - 2 шт.; полупроводниковый фотодиод - 2 шт, мультиметр - 4 шт., оптический рельс - 2 шт., рейтерные столики.

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, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры - 10 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 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.

Согласована на портале № 13140

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 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:

Согласована на портале № 13140

– 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 № 13140

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

Микроволновая, квантовая и оптическая электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2015, 2016 годов

Разработчики:
- доцент каф. ЭП Башкиров А. И.
- доцент каф. ЭП Быков В. И.

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13140

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
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	Должен знать принципы использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле в приборах и устройствах микроволновой, квантовой и оптической электроники; особенности конструкции, параметры, характеристики и методы моделирования приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники; основные линейные и нелинейные явления микроволновой, квантовой и оптической электроники и методы их описания; принципы функционирования микроволновых, квантовых и оптоэлектронных приборов и систем. ; Должен уметь анализировать информацию о новых типах микроволновых, квантовых и оптоэлектронных приборов; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; применять методы моделирования и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники; проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты. ; Должен владеть методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники; современными программными средствами моделирования и проектирования приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники; методикой расчета основных узлов приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники ;
ПК-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	
ПК-5	готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах

Согласована на портале № 13140

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 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 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 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы построения, особенности конструкции, параметры, характеристики и методы моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники	применять методы моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники; анализировать информацию о новых типах микроволновых, квантовых и оптоэлектронных приборов	современными программными средствами моделирования приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;

Согласована на портале № 13140

	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Экзамен;

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)	• обладает фактическими и теоретическими знаниями принципов моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• обладает диапазоном практических умений применять методы моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• контролирует работу, проводит оценку современных программных средств моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• знает факты, принципы, процессы, общие понятия методов моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники в пределах изучаемой области;	• обладает диапазоном практических умений применять методы моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• берет ответственность за завершение задач моделирования, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем современными программными средствами моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• обладает базовыми общими знаниями методов моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники;	• обладает основными умениями применять методы моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, требуемыми для выполнения простых	• применяет современные программные средства моделирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники при прямом наблюдении;

Согласована на портале № 13140

		задач;	

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	эффективные методики исследования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле при экспериментальном исследовании параметров и характеристик приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники; особенности конструкции приборов, схем, устройств и установок микроволновой, квантовой и оптической электроники	аргументированно выбирать и реализовывать на практике методики экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники	современными методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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

Согласована на портале № 13140

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• обладает фактическими и теоретическими знаниями принципов использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле для экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники; особенностей конструкции приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• обладает диапазоном практических умений аргументированно выбирать и применять методы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники; анализировать информацию о новых типах микроволновых приборов, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• контролирует работу, проводит оценку методов экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, совершенствует методы работы;
Хорошо (базовый уровень)	• знает факты, принципы, процессы, общие понятия принципов использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле для экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, в пределах изучаемой области;	• обладает диапазоном практических умений применять методы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники; анализировать информацию о новых типах микроволновых, квантовых и оптоэлектронных приборов, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем методик экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• обладает базовыми общими знаниями принципов использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле для	• обладает основными умениями применять методы экспериментального исследования параметров и характеристик	• применяет методы экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств

Согласована на портале № 13140

	экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники; особенностей конструкции приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники;	приборов микроволновой, квантовой и оптической электроники; анализировать информацию о новых типах микроволновых, квантовых и оптоэлектронных приборов, требуемыми для выполнения простых задач;	микроволновой, квантовой и оптической электроники при прямом наблюдении;

2.3 Компетенция ПК-5

ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы построения, особенности конструкции, методы расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники	выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	современными программными средствами расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Согласована на портале № 13140

	• Экзамен;	• Экзамен;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• обладает фактическими и теоретическими знаниями принципов построения, особенностей конструкции, методов расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• обладает диапазоном практических умений применять методы расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• контролирует работу, проводит оценку современных программных средств расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• знает факты, принципы, процессы, общие понятия методов расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники в пределах изучаемой области;	• обладает диапазоном практических умений применять методы расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• берет ответственность за завершение задач расчета и проектирования, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем современными программными средствами расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• обладает базовыми общими знаниями методов расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники;	• обладает основными умениями применять методы расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники, требуемыми для выполнения простых задач;	• применяет современные программные средства расчета и проектирования приборов и устройств микроволновой, квантовой и оптической электроники 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

Согласована на портале № 13140

деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы опросов на занятиях

– Плоские электромагнитные волны в неограниченных, непоглощающих, поглощающих, анизотропных средах и на границе раздела сред. Общие свойства направленных электромагнитных волн. Типы волн: электрические (Е – волны), магнитные (Н – волны), Т - волны. Волновое уравнение и его решение для произвольной направляющей системы. Фазовая, групповая скорости, дисперсия, явление отсечки электромагнитных волн.

– Основные типы направляющих систем. Решение волнового уравнения для волн типа Н- и Е- в прямоугольном волноводе. Диаграмма критических длин волн. Структура полей и токов. Круглый волновод. Возбуждение электромагнитных волн в направляющих системах.

– Принцип действия объемных резонаторов. Общие свойства и параметры свободных колебаний в резонаторах. Учет потерь. Добротность резонаторов. Электромагнитное поле в прямоугольном резонаторе. Другие типы полых резонаторов.

– Эквивалентные параметры линии передачи. Коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны, бегущей волны, входное со-противление линии передачи, сопротивление нагрузки. Круговая диаграмма полных сопротивлений. Основные режимы работы линии передачи. КПД и согласование линии передачи с нагрузкой. Физический смысл согласования. Общие принципы согласования нагрузки с линией передачи.

– Постановка задачи и основные этапы ее решения. Матричный анализ микроволновых многополюсников. Волновые матрицы рассеяния, сопротивления, проводимости, передачи. Зависимость элементов матрицы рассеяния от положения плоскостей отсчета фаз. Основные свойства многополюсников и их матриц.

– Согласованные нагрузки, аттенюаторы. Микроволновые фильтры, устройства широкополосного согласования. Волноводные тройники. Направленные ответвители. Принципы действия, конструкции, характеристики, методы анализа, проектирование. Ферритовые микроволновые устройства. Фазовращатели, вентили, циркуляторы.

– Принципы усиления света. Описание квантовых ансамблей в состоянии теплового равновесия и в процессе релаксации. Матрица плотности. Балансные уравнения.

– Элементарная теория резонаторов. Селекция мод. Расходимость пучка Когерентность, однородное и неоднородное уширение Спектральной линии. Твердотельный лазер. Режимы работы. Газовый лазер. Полупроводниковый лазер.

– Полупроводниковые фотоприемники. Планарные оптические волноводы. Классификация оптических волноводов. Эффективная толщина волновода. Полосковые волноводы

3.2 Темы контрольных работ

– Направленные электромагнитные волны

– Описание квантовых ансамблей и процессов релаксации. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

3.3 Экзаменационные вопросы

– 1 Классификация направляемых волн, дисперсия направляемых волн 2. Критическая длина волны в волноводе для различных типов направляемых волн 3. Условия распространения электромагнитных волн в направляющих системах. Критическая частота, критическая длина волны 4. Электрические волны (Е-волны) в прямоугольном металлическом волноводе 5. Магнитные волны (Н-волны) в прямоугольном металлическом волноводе 6. Распределение полей и токов в прямоугольном волноводе 7. Возбуждение волн в волноводах 8. Типы микроволновых резонаторов. Добротность резонатора 9. Типы волн в микроволновых резонаторах 10. Распределение электромагнитного поля в полых прямоугольных резонаторах 11. Коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны, входное сопротивление линии передачи 12. Диаграмма полных сопротивлений, методика ее построения 13. Устройства узкополосного согласования. Одношлейфные трансформаторы. 14. Согласованные нагрузки, аттенюаторы. 15. Частотно-селективные устройства. Микроволновые фильтры. 16. Направленные ответвители. Принцип действия, конструкция, характеристики 17. Фазовращатели. Принцип действия, конструкция,

Согласована на портале № 13140

характеристики. 18. Циркуляторы. Принцип действия, конструкция, характеристики 19. Представления функции состояния. Вектор состояния. Совектор состояния 20. Операторы в произвольном представлении 21. Определение средних величин. Определение точного решения физической величины 22. Чистый ансамбль. Смешанный ансамбль. Матрица плотности. 23. Уравнения движения для матрицы плотности 24. Термостатированный ансамбль в состоянии термодинамического равновесия 25. Описание релаксации 26. Двухуровневая система атомов во внешнем поле. Основные уравнения. Вероятности индуцированных переходов 27. Двухуровневая система атомов во внешнем поле. Анализ уравнений. Кривая Лоренца. Слабое поле. Сильное поле 28. Элементарная теория открытых оптических резонаторов. Продольные моды. Поперечные моды 29. Волновая теория открытых резонаторов 30. Классификация открытых резонаторов 31. Селекция типов колебаний в оптическом резонаторе 32. Когерентность и монохроматичность лазерного излучения 33. Однородное уширение спектральных линий. Неоднородное уширение спектральных линий 34. Схемы функционирования твердотельных лазеров 35. Атомарный гелий-неоновый лазер. 36. Ионный аргоновый лазер 37. Молекулярный лазер на углекислом газе 38. Волноводное распространение света, ввод излучения в волновод, планарные линзы 39. Интегральные фотоприемники 40. Инжекционные лазеры

3.4 Темы контрольных работ

- 1. Направленные электромагнитные волны
- 2. Микроволновые направляющие системы

3.5 Темы лабораторных работ

- Исследование электромагнитного поля в прямоугольном волноводе
- Исследование объемных резонаторов
- Исследование основных параметров полупроводникового лазера
- Полупроводниковые детекторы оптического излучения

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. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебное пособие / Л. А. Боков, В. А. Замотринский, А. Е. Мандель ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2013. - 410 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 223 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/712, свободный.

3. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 320 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/627

4. Введение в квантовую и оптическую электронику: Учебное пособие / Башкиров А. И., Шандаров С. М. - 2012. 98 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1578, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Электродинамика и распространение радиоволн : Учебное пособие для вузов / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1989. - 543[1] с. : ил. - Библиогр.: с. 540-543. - ISBN 5-02-014033-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.)

2. Электродинамика и распространение радиоволн : Учебник для вузов / Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. . - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 558[2] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

3. Малышев В.А. Основы квантовой электроники и лазерной техники: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. - 542 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 38 экз.)

Согласована на портале № 13140

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование электромагнитного поля в прямоугольном волноводе: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Башкиров А. И. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3981, свободный.
2. Исследование объемных резонаторов: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Башкиров А. И. - 2014. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3983, свободный.
3. Микроволновая электроника: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Башкиров А. И. - 2014. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3980, свободный.
4. Электромагнитные поля и волны: Сборник задач и упражнений / Боков Л. А., Мандель А. Е., Шангина Л. И., Соколова Ж. М. - 2013. 271 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3697, свободный.
5. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 163 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/715, свободный.
6. Микроволновая электроника: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Башкиров А. И. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3979, свободный.
7. Исследование основных параметров полупроводникового лазера: Методические указания к лабораторной работе для студентов направлений 210100.62 – Электроника и наноэлектроника, 222900.62 – Нанотехнологии и микросистемная техника / Башкиров А. И., Щербина В. В. - 2014. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3984, свободный.
8. Полупроводниковые детекторы оптического излучения: Методические указания к лабораторной работе для студентов направлений 210100.62 – Электроника и наноэлектроника, 222900.62 – Нанотехнологии и микросистемная техника / Башкиров А. И., Щербина В. В. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3985, свободный.
9. Квантовая и оптическая электроника : Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Шангина Л. И. - 2012. 228 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/714, свободный.
10. Квантовая и оптическая электроника: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направлений 210100.62 – Электроника и наноэлектроника, 222900.62 – Нанотехнологии и микросистемная техника / Башкиров А. И. - 2014. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3988, свободный.
11. Квантовая и оптическая электроника: Методические указания к практическим занятиям для студентов направлений 210100.62 – Электроника и наноэлектроника, 222900.62 – Нанотехнологии и микросистемная техника / Башкиров А. И. - 2014. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3987, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. Научно-образовательный портал ТУСУР

Согласована на портале № 13140