МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	38	38	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	72	72	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 5 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 32341

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «24» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. СВЧиКР _____ А. С. Перин

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперты:

Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ С. Н. Шарангович

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ А. Ю. Попков

Согласована на портале № 32341

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

подготовка студентов в области элементной базы систем оптической связи.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение физических основ, принципов работы и построения оптоэлектронных и квантовых элементов, устройств и приборов, используемых в оптических системах;

– изучение характеристик и параметров важнейших приборов и устройств, используемых в оптических системах связи.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Физика, Электромагнитные поля и волны, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения, Оптические направляющие среды, Оптические цифровые телекоммуникационные системы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-9 умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;

– ПК-17 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - физические основы оптоэлектронных и квантовых приборов; - основные законы и соотношения волновой теории направляющих оптических структур; - основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной оптики; - устройство, особенности, основные характеристики и параметры изучаемых приборов;

– **уметь** - объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных и квантовых приборов; - применять на практике известные методы экспериментального исследования оптоэлектронных и квантовых приборов ; - выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик оптоэлектронных и квантовых приборов; - проводить компьютерное моделирование и проектирование оптоэлектронных и квантовых приборов, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации их характеристик; - пользоваться справочными данными по оптическим материалам и элементам при проектировании оптоэлектронных и квантовых приборов, сопоставляя особенности характеристик таких материалов и элементов;

– **владеть** - навыками чтения и изображения схем оптоэлектронных и квантовых приборов на основе современной элементной базы; - навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптоэлектронных и квантовых приборов различного назначения; - навыками практической работы с лабораторными образцами оптоэлектронных и квантовых приборов, с оптическими приборами и с контрольно-измерительной аппаратурой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72

Согласована на портале № 32341

Лекции	38	38
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	14	14
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	22	22
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	20
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Введение.	1	0	0	1	2	ПК-17, ПК-9
2 Физические основы и особенности квантовых приборов.	2	4	4	9	19	ПК-17, ПК-9
3 Оптические резонаторы и селекция мод	2	4	4	9	19	ПК-17, ПК-9
4 Типы и режимы работы лазеров	2	4	0	5	11	ПК-17, ПК-9
5 Материалы полупроводниковой микро- и оптоэлектроники. Гетеропереходы.	4	0	0	1	5	ПК-17, ПК-9
6 Полупроводниковые источники излучения.	6	4	0	6	16	ПК-17, ПК-9
7 Методы модуляции и управления оптическим излучением.	6	0	4	6	16	ПК-17, ПК-9
8 Фотодиоды и фотоприемные устройства.	8	0	0	2	10	ПК-17, ПК-9
9 Элементы интегральной оптики. Основы нелинейной оптики. Физические основы голографии.	6	0	4	6	16	ПК-17, ПК-9
10 Основы применения оптоэлектронных и квантовых приборов в инфоком-	1	2	0	27	30	ПК-17, ПК-9

Согласована на портале № 32341

муникационных технологиях и системах связи.						
Итого за семестр	38	18	16	72	144	
Итого	38	18	16	72	144	

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
5 семестр			
1 Введение.	Этапы развития квантовой электроники. Основные приборы и устройства систем оптической связи и информатики. Задачи курса.	1	ПК-17, ПК-9
	Итого	1	
2 Физические основы и особенности квантовых приборов.	Виды квантовых переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Инверсная населенность. Ширина спектральной линии. Взаимодействие бегущих электромагнитных волн с активной средой. Закон Бугера. Условия усиления и генерации колебаний в квантовых системах.	2	ПК-17, ПК-9
	Итого	2	
3 Оптические резонаторы и селекция мод	Оптические резонаторы. Резонатор Фабри-Перо. Моды продольные и поперечные. Спектральные характеристики. Многослойные диэлектрические покрытия и интерференционные фильтры. Перестраиваемые резонаторы. Селекция продольных и поперечных мод.	2	ПК-17, ПК-9
	Итого	2	
4 Типы и режимы работы лазеров	Теоретические основы. Трех- и четырех- уровневые лазеры. Стационарные режимы лазеров. Оптимальная обратная связь. Импульсные режимы. Модуляция добротности и синхронизация мод. Типы лазеров (газовые, твердотельные, жидкостные) и методы их накачки.	2	ПК-17, ПК-9
	Итого	2	
5 Материалы полупроводниковой микро- и оптоэлектроники. Гетеропереходы.	Одно-, двух-, трех- и четырехкомпонентные полупроводники. Диаграмма связи постоянной кристаллической решетки и ширины запрещенной зоны трех- и четырехкомпонентных полупроводников. Гетеропереходы.	4	ПК-17, ПК-9
	Итого	4	
6 Полупроводниковые источники излучения.	Полупроводниковые лазеры и светоизлучающие диоды (СИД) на двойных гетеропереходах: принцип работы, устройства, характеристики, парамет-	6	ПК-17, ПК-9

Согласована на портале № 32341

	ры. Лазеры с распределенной обратной связью и распределенными брэгговскими зеркалами. Лазеры на квантово-размерных эффектах и сверхрешетках. Оптические усилители: полупроводниковые и волоконные. Шумовые характеристики лазеров.		
	Итого	6	
7 Методы модуляции и управления оптическим излучением.	Непосредственная модуляция полупроводникового лазера по цепи питания. Внешние модуляторы: электрооптические и акустооптические - параметры и характеристики. Осуществление разных видов модуляции. Дефлекторы.	6	ПК-17, ПК-9
	Итого	6	
8 Фотодиоды и фотоприемные устройства.	Характеристики фотодиодов (ФД). Основные типы ФД: pin- и лавинные. Гетероструктурные ФД. Фотоприемные устройства. Шумовые характеристики фотоприемных устройств.	8	ПК-17, ПК-9
	Итого	8	
9 Элементы интегральной оптики. Основы нелинейной оптики. Физические основы голографии.	Диэлектрические оптические волноводы. Волноводно-оптические элементы и схемы. Материалы интегральной оптики.Нелинейная поляризация. Генерация гармоник. Самофокусировка. Многофотонные эффекты. Оптические солитоны.Запись и считывание голограмм. Основные соотношения. Опорный и предметный пучки. Перспективы использования голографии.	6	ПК-17, ПК-9
	Итого	6	
10 Основы применения оптоэлектронных и квантовых приборов в инфокоммуникационных технологиях и системах связи.	Место оптоэлектронных и квантовых приборов в инфокоммуникационных технологиях и системах связи. Требуемые характеристики полупроводниковых излучателей и фотоприемников для применения в современных системах связи.	1	ПК-17, ПК-9
	Итого	1	
Итого за семестр		38	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

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

Согласована на портале № 32341

4 Электроника					+	+		+		
Последующие дисциплины										
1 Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения		+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Оптические направляющие среды			+		+				+	+
3 Оптические цифровые телекоммуникационные системы			+				+	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-9	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Выступление (доклад) на занятии, Тест
ПК-17	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Физические основы и особенности квантовых приборов.	Исследование пространственной когерентности излучения He-Ne лазера в одномодовом режиме	4	ПК-17, ПК-9
	Итого	4	
3 Оптические резонаторы и селекция мод	Исследование основных параметров газового лазера	4	ПК-17, ПК-9
	Итого	4	
7 Методы модуляции и управления оптическим излучением.	Устройство ввода информации в оптическую систему	4	ПК-17, ПК-9
	Итого	4	

Согласована на портале № 32341

9 Элементы интегральной оптики. Основы нелинейной оптики. Физические основы голографии.	Исследование эффективности ввода света в планарный оптический волновод	4	ПК-17, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Физические основы и особенности квантовых приборов.	Квантовые переходы. Энергетические уровни, ширина спектральной линии. Усиление и генерация в квантовых системах.	4	ПК-17, ПК-9
	Итого	4	
3 Оптические резонаторы и селекция мод	Оптические резонаторы. Условия самовозбуждения оптических квантовых генераторов.	4	ПК-17, ПК-9
	Итого	4	
4 Типы и режимы работы лазеров	Характеристики излучения ОКГ. Монохроматичность, когерентность, направленность лазерного излучения.	4	ПК-17, ПК-9
	Итого	4	
6 Полупроводниковые источники излучения.	Твердотельные лазеры. Газовые оптические квантовые генераторы. Полупроводниковые лазеры.	4	ПК-17, ПК-9
	Итого	4	
10 Основы применения оптоэлектронных и квантовых приборов в инфокоммуникационных технологиях и системах связи.	Оптические управляющие устройства. Электрооптические модуляторы. Акустооптические модуляторы. Фотоприемники.	2	ПК-17, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				

Согласована на портале № 32341

1 Введение.	Проработка лекционного материала	1	ПК-17, ПК-9	Тест, Экзамен
	Итого	1		
2 Физические основы и особенности квантовых приборов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-17, ПК-9	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
3 Оптические резонаторы и селекция мод	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-17, ПК-9	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
4 Типы и режимы работы лазеров	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-17, ПК-9	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
5 Материалы полупроводниковой микро- и оптоэлектроники. Гетеропереходы.	Проработка лекционного материала	1	ПК-17, ПК-9	Тест, Экзамен
	Итого	1		
6 Полупроводниковые источники излучения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-17, ПК-9	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
7 Методы модуляции и управления оптическим излучением.	Проработка лекционного материала	2	ПК-17, ПК-9	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
8 Фотодиоды и фотоприемные устройства.	Проработка лекционного материала	2	ПК-17, ПК-9	Тест, Экзамен
	Итого	2		
9 Элементы	Проработка лекционного	2	ПК-17,	Отчет по лабораторной

Согласована на портале № 32341

интегральной оптики. Основы нелинейной оптики. Физические основы голографии.	материала		ПК-9	работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
10 Основы применения оптоэлектронных и квантовых приборов в инфокоммуникационных технологиях и системах связи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-17, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	22		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	27		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	10	10	5	25
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Тест	10	10	10	30
Итого максимум за период	25	25	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	25	50	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

Согласована на портале № 32341

< 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. 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: 18.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750 (дата обращения: 18.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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: 18.06.2018).

2. Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы и практических занятий / Шандаров В. М., Кущ Г. Г. - 2012. 61 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2272 (дата обращения: 18.06.2018).

3. Исследование эффективности ввода света в планарный оптический волновод: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") / Шандаров В. М., Кущ Г. Г. - 2013. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3703 (дата обращения: 18.06.2018).

4. Устройство ввода информации в оптическую систему: Методические указания к лабораторной работе / Кущ Г. Г. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/114 (дата обращения: 18.06.2018).

5. Исследование основных параметров газового лазера: Методические указания к лабораторной работе / Кущ Г. Г. - 2011. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/115 (дата обращения: 18.06.2018).

6. Исследование пространственной когерентности излучения He –Ne лазера в одномодовом режиме: Методические указания к лабораторной работе / Кущ Г. Г. - 2011. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/116 (дата обращения: 18.06.2018).

Согласована на портале № 32341

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать профессиональные и информационные базы данных, список и адреса которых доступны по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория «Электронных, квантовых и СВЧ приборов»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 329а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Генератор Г5-54 (1 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Осциллограф С1-112А (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-4 (2 шт);
- Источник питания УИП-1 (2 шт);
- Оптическая скамья ОСК-3 (3 шт.);
- Лазер ЛГН-105 (1 шт.);
- Осциллограф С1-65 (1 шт.);
- Генератор сигналов Г4-102 (1 шт.);
- Милливаттметр В3-36 (1 шт.);
- Измерительная волноводная линия ИВЛ-140 (2 шт.);
- Усилитель У2-4 (1 шт.);
- Осциллограф С1-5 (1 шт.);
- Генератор Г4-109 (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

Согласована на портале № 32341

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория «Электронных, квантовых и СВЧ приборов»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 329а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Генератор Г5-54 (1 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Осциллограф С1-112А (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-4 (2 шт);
- Источник питания УИП-1 (2 шт);
- Оптическая скамья ОСК-3 (3 шт.);
- Лазер ЛГН-105 (1 шт.);
- Осциллограф С1-65 (1 шт.);
- Генератор сигналов Г4-102 (1 шт.);
- Милливаттметр В3-36 (1 шт.);
- Измерительная волноводная линия ИВЛ-140 (2 шт.);
- Усилитель У2-4 (1 шт.);
- Осциллограф С1-5 (1 шт.);
- Генератор Г4-109 (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

Согласована на портале № 32341

техникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

1. Какие виды квантовых переходов дают возможность генерирования когерентного излучения при взаимодействии электромагнитного поля с квантовыми системами?

1. Спонтанные переходы
2. Индуцированные переходы
3. Безызлучательные переходы
4. Виртуальные переходы

2. Продольные моды в резонаторе Фабри-Перо формируются, если при распространении плоской световой волна на его длине укладывается:

1. Нечетное число полуволн
2. Четное число полуволн
3. Целое число полуволн
4. Нецелое число полуволн

3. В режиме свободной генерации лазерное излучение представляет собой:

1. Непрерывное излучение
2. Периодическую последовательность импульсов одинаковой амплитуды
3. Одиночный импульс с высокой энергией
4. Квазирегулярную последовательность импульсов с разной амплитудой

4. Какой характер имеет лазерное излучение в режиме синхронизации мод?

1. Это непрерывное излучение
2. Это периодическая последовательность коротких импульсов с высокой мгновенной мощностью
3. Это одиночный импульс с высокой энергией
4. Это мощное некогерентное излучение

5. Что из себя представляет активная среда в газовых лазерах?

1. Это одноатомный газ
2. Это газ, смесь газов или смесь газов с парами металлов
3. Это двухатомный газ
4. Правильного ответа нет

6. Какой должна быть энергия фотона для его поглощения в полупроводниковом материале?

1. Она должна быть больше ширины запрещенной зоны полупроводника
2. Она должна быть меньше ширины запрещенной зоны полупроводника
3. Она должна быть меньше половины ширины запрещенной зоны полупроводника
4. Правильного ответа нет

Согласована на портале № 32341

7. Что представляет из себя полупроводниковый гетеропереход?
1. Это контакт двух полупроводников с разной шириной запрещенных зон
2. Это область полупроводника с изменением типа проводимости
3. Это контакт двух полупроводников с одинаковой шириной запрещенных зон
4. Правильного ответа нет

8. Возможно ли достижение состояния с инверсией населенностей в p-n гомопереходе?
1. Да
2. Нет
3. Возможно только при равенстве нулю абсолютной температуры среды
4. Оно существует в таком переходе всегда

9. Нужен ли оптический резонатор для работы светодиода?
1. Да
2. Не обязателен
3. Нужен, в виде внешнего резонатора Фабри-Перо
4. Правильного ответа нет

10. Какое устройство называют оптическим усилителем?
1. Оптическое устройство для усиления электрических сигналов
2. Радиоэлектронный прибор для усиления оптических сигналов
3. Оптический элемент или устройство для усиления светового поля
4. Правильного ответа нет

11. В чем суть электрооптического эффекта?
1. Это усиление электрических сигналов при воздействии света на среду
2. Это изменение оптического поглощения в среде при воздействии электрического поля
3. Это изменение показателя преломления среды при воздействии электрического поля
4. Правильного ответа нет

12. При каком смещении работает полупроводниковый фотодиод на основе p-n перехода?
1. При прямом
2. При обратном
3. При прямом смещении, близком к напряжению пробоя
4. Правильного ответа нет

13. Параметры каких элементов могут меняться при воздействии света?
1. Проводников
2. Полупроводников
3. Полупроводниковых и диэлектрических
4. Правильного ответа нет

14. Зависят ли шумовые характеристики фотодиода от температуры?
1. Нет
2. Да
3. Это основной принцип работы фотодиода
4. Правильного ответа нет

15. При какой напряженности электрического поля в световой волне проявляется оптическая нелинейность материала?
1. Если она больше напряженности внутриатомного поля
2. Если она сравнима с напряженностью внутриатомного поля
3. Если она больше напряженности электрического поля, соответствующей электрическому

Согласована на портале № 32341

пробою среды

4. Правильного ответа нет

16. Какова основная цель при реализации эффектов параметрического усиления?

1. Генерирование длинноволнового излучения при коротковолновой накачке

2. Генерирование коротковолнового излучения при длинноволновой накачке

3. Генерация второй гармоники излучения накачки

4. Правильного ответа нет

17. Может ли наблюдаться эффект самофокусировки светового пучка в оптически изотропной среде?

1. Да

2. Нет, только в кристаллических средах

3. Он наблюдается только в электрооптических кристаллах

4. Правильного ответа нет

18. Возможно ли поглощение света в среде, если энергия фотона меньше ширины запрещенной зоны?

1. Да

2. Нет

3. Да, если энергия фотона чуть больше половины ширины запрещенной зоны, а интенсивность света очень высока

4. Правильного ответа нет

19. Изменяется ли частота света при Рэлеевском рассеянии?

1. Да

2. Нет

3. Она изменяется при любом рассеянии

4. Правильного ответа нет

20. В чем заключается основное отличие голографии от фотографии?

1. Голографический принцип позволяет сохранить информацию о частоте излучения

2. Голографический принцип позволяет сохранить информацию о фазе светового поля

3. Голографический принцип позволяет сохранить информацию об интенсивности светового поля

4. Правильного ответа нет

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Постоянная Планка, связь между частотой и энергией, импульсом и волновым вектором фотона.

2. Правило частот Бора.

3. Волна де Бройля, физический смысл волновой функции.

4. Уравнение Шредингера.

5. Типичная структура системы энергетических уровней молекулы.

6. Виды квантовых переходов (спонтанные и индуцированные переходы).

7. Различия в характеристиках спонтанного и индуцированного излучения.

8. Коэффициенты Эйнштейна для спонтанных и индуцированных переходов. Соотношение между коэффициентами Эйнштейна.

9. Механизмы уширения спектральных линий для активных сред в разном агрегатном состоянии. Естественная ширина спектральной линии. Однородное и неоднородное уширение.

10. Условия усиления колебаний в квантовых системах.

11. Понятие отрицательной температуры (инверсии населеннойстей).

12. Кинетические уравнения для двухуровневой квантовой системы.

13. Взаимодействие плоской световой волны с активной средой.

14. Способы достижения инверсии населеннойстей в квантовых системах.

Согласована на портале № 32341

15. Открытый оптический резонатор. Продольные и поперечные моды в резонаторе Фабри-Перо. Соотношения для собственных частот продольных мод и межмодового расстояния.

16. Добротность открытого оптического резонатора.

17. Перестраиваемые оптические резонаторы. Селекция продольных и поперечных мод.

18. Многослойные диэлектрические покрытия и интерференционные фильтры.

19. Условия самовозбуждения лазера.

20. Трех- и четырехуровневые лазеры. Стационарные режимы работы лазеров. Оптимальная обратная связь. Импульсные режимы. Синхронизация мод. Модуляция добротности.

21. Типы газовых лазеров. Основные отличия атомарных, ионных и молекулярных лазеров.

22. Твердотельные лазеры. Особенности накачки.

23. Особенности волоконно-оптических лазеров.

24. Материалы полупроводниковой оптоэлектроники. Условия поглощения и излучения света в полупроводнике. Твердые растворы замещения.

25. Инжекционный полупроводниковый лазер. Принцип работы.

26. Гетеропереходы, основные преимущества перед гомопереходами.

27. Полупроводниковый гетеролазер.

28. Полупроводниковые лазеры на сверхрешетках.

29. Светоизлучающие диоды. Особенности конструкции и основные отличия полупроводниковых светодиодов и лазеров.

30. Оптические усилители. Полупроводниковые и волоконные усилители.

31. Акустооптические модуляторы и дефлекторы света.

32. Электрооптические элементы управления оптическим излучением.

33. Фотодиоды на основе p-n перехода, p-i-n диоды, ЛФД.

34. Шумовые характеристики лазеров.

35. Шумовые характеристики фотоприемников.

36. Нелинейная поляризация среды.

37. Генерация оптических гармоник.

38. Эффект параметрического усиления света.

39. Пространственное самовоздействие световых пучков.

40. Многофотонные нелинейно-оптические эффекты.

41. Рассеяние света. Рассеяние Рэлея, комбинационное рассеяние, вынужденное рассеяние света.

42. Эффект временных и пространственных оптических солитонов.

43. Физические основы голографии.

44. Элементы интегральной оптики.

45. Оптические устройства информатики.

14.1.3. Темы докладов

Оптические усилители. Полупроводниковые и волоконные усилители.

Акустооптические модуляторы и дефлекторы света.

Электрооптические элементы управления оптическим излучением.

Генерация оптических гармоник.

Эффект параметрического усиления света.

Пространственное самовоздействие световых пучков.

Многофотонные нелинейно-оптические эффекты.

Рассеяние света. Рассеяние Рэлея, комбинационное рассеяние, вынужденное рассеяние света.

Эффект временных и пространственных оптических солитонов.

Физические основы голографии.

Элементы интегральной оптики.

Оптические устройства информатики.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование пространственной когерентности излучения He-Ne лазера в одномодовом режиме

Исследование основных параметров газового лазера

Согласована на портале № 32341

Устройство ввода информации в оптическую систему
Исследование эффективности ввода света в планарный оптический волновод

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 32341

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

Согласована на портале № 32341