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

Физические основы квантовой и оптической электроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	66	66	часов
5	Самостоятельная работа	42	42	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 36854

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 03.09.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

старший преподаватель каф. ЭП	_____	А. С. Акрестина
заведующий кафедрой, профессор каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

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

Эксперты:

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

Согласована на портале № 36854

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов представлений о фундаментальных основах квантовой и оптической электроники

1.2. Задачи дисциплины

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

– изучение базовых принципов квантовой и оптической электроники

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физические основы квантовой и оптической электроники» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Волоконная оптика, Материалы интегральной оптики, Оптическая физика, Основы оптоинформатики, Основы фотоники, Распространение лазерных пучков, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Голографические методы в фотонике и оптоинформатике, Когерентная оптика и голография, Нелинейная оптика, Приборы квантовой электроники и фотоники, Физика фотонных кристаллов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– ПК-1 способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики;

– ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** фундаментальные принципы квантовой и оптической электроники; - основные линейные и нелинейные явления квантовой и оптической электроники и методы их описания; принципы функционирования квантовых и оптоэлектронных приборов и систем

– **уметь** применять современные подходы и методы, используемые для анализа и описания явлений квантовой и оптической электроники

– **владеть** современными подходами и методами анализа и описания линейных и нелинейных эффектов 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
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	66	66
Лекции	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	12	12

Согласована на портале № 36854

Самостоятельная работа (всего)	42	42
Подготовка к контрольным работам	4	4
Подготовка к лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	22	22
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	Лек., ч	Пр. зан.,	Лаб. раб.,	Сам. раб.,	Всего (без экзамена)	Учебные компетенции
7 семестр						
1 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	14	8	0	14	36	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
2 Общие вопросы построения лазеров	14	8	12	22	56	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
3 Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики	8	2	0	6	16	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
Итого за семестр	36	18	12	42	108	
Итого	36	18	12	42	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, мкое	Учебные компетенции
7 семестр			
1 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	Предмет дисциплины и ее задачи. Связь дисциплины с другими разделами физики и электроники. Принцип квантового усиления электромагнитных волн. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме, материальные уравнения и граничные условия. Волновое уравнение для немагнитной безграничной среды. Одномерное волновое уравнение, плоские скалярные волны, гармонические волны. Плоская волна, распространяющаяся в произвольном направлении. Электромагнитные плоские волны. Поляризация плоских электромагнитных волн. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля, вектор Пойнтинга. Распространение волновых пакетов*. Групповая скорость*. Смешанные и чистые ансамбли. Матрица плотности. Термостатированный ансамбль.	14	ОПК-1, ПК-1

	Безызлучательные переходы. Описание релаксации. Общие уравнения для матрицы плотности. Электрические и магнитные дипольные моменты и энергия взаимодействия микрочастиц с внешним полем. Двухуровневая система частиц во внешнем поле: основные уравнения; вероятности индуцированных переходов. Анализ поглощения электромагнитного поля двухуровневой системой, эффект насыщения. Спонтанные переходы. Балансные уравнения.		
	Итого	14	
2 Общие вопросы построения лазеров	Особенности оптического диапазона. Элементарная теория открытых оптических резонаторов. Добротность резонаторов. Волновая теория открытых резонаторов. Классификация оптических резонаторов. Селекция типов колебаний в оптических резонаторах. Характеристики лазерного излучения. Уширение спектральных линий. Схемы функционирования твердотельных лазеров. Системы накачки твердотельных лазеров*. Балансные уравнения и режим непрерывной генерации в твердотельных лазерах. Режим свободной генерации. Лазеры с модуляцией добротности резонатора. Синхронизация продольных мод и генерация ультракоротких импульсов Особенности газов как активного вещества для лазеров. Механизмы возбуждения газоразрядных лазеров. Атомарный гелий-неоновый лазер. Ионный аргоновый лазер. Молекулярный лазер на углекислом газе. Жидкостные лазеры на растворах органических красителей*. Оптические свойства полупроводников. Полупроводниковые лазеры с оптической накачкой. Возбуждение полупроводников быстрыми электронами. Гетероструктуры для инжекционных лазеров. Инжекционные лазеры на гомо- и гетеропереходах.	14	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
	Итого	14	
3 Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики	Волноводное распространение света в диэлектрических структурах, призменный ввод излучения, планарные линзы, электрооптическая и акустооптическая модуляция, интегральные фотоприемные устройства*, интегральные инжекционные гетеролазеры. Классификация оптических волноводов. Геометрическая оптика планарных волноводов: классификация мод, волноводные моды пленочных структур, дисперсионное уравнение, эффективная толщина, градиентные волноводы. Электромагнитная теория планарных волноводов: волновые уравнения для пленочных и градиентных структур*, ТЕ- и ТМ-	8	ОПК-1, ПК-1, ПК-3

Согласована на портале № 36854

	моды, распределение полей, ортогональность мод, эффективная толщина. Типы полосковых волноводов и технология изготовления*. Метод эффективного показателя преломления. Моды полосковых волноводов. Условия возникновения нелинейных оптических эффектов. Генерация гармоник и условие фазового синхронизма. Параметрическое преобразование и параметрическая генерация света. Другие нелинейные эффекты. Четырехволновое смешивание. Описание электрооптического и фотоупругого эффектов. Электрооптическая модуляция оптического излучения в оптических волноводах. Акустооптические модуляторы и дефлекторы*.		
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

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
Предшествующие дисциплины			
1 Взаимодействие оптического излучения с веществом	+	+	+
2 Волоконная оптика	+	+	+
3 Материалы интегральной оптики	+	+	+
4 Оптическая физика	+	+	+
5 Основы оптоинформатики	+	+	+
6 Основы фотоники	+	+	+
7 Распространение лазерных пучков	+	+	+
8 Физика	+	+	+
Последующие дисциплины			
1 Голографические методы в фотонике и оптоинформатике	+	+	+
2 Когерентная оптика и голография	+	+	+
3 Нелинейная оптика	+	+	+
4 Приборы квантовой электроники и фотоники	+	+	+
5 Физика фотонных кристаллов	+	+	+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 36854

представлено в таблице 5.4.

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Общие вопросы построения лазеров	Исследование основных параметров полупроводникового лазера	4	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
	Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера	4	
	Исследование характеристик излучения гелий-неонового лазера	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	Уравнения Максвелла. Плоские световые волны в безграничных средах. Описание квантовых ансамблей и процессов релаксации. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.	8	ОПК-1, ПК-1
	Итого	8	

Согласована на портале № 36854

2 Общие вопросы построения лазеров	Оптические резонаторы. Характеристики лазерного излучения. Уширение спектральных линий. Твердотельные лазеры. Газовые и полупроводниковые лазеры.	8	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
	Итого	8	
3 Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики	Планарные оптические волноводы	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
	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,	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-1, ПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	14		
2 Общие вопросы построения лазеров	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-1, ПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка к лабораторным работам	6		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	22		
3 Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		42		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен

Согласована на портале № 36854

Итого	78		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Контрольная работа	5	5	5	15
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Тест		10		10
Итого максимум за период	20	30	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	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
< 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)

Согласована на портале № 36854

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Игнатов, Александр Николаевич. Оптоэлектроника и нанофотоника [Текст] : учебное пособие для вузов / А. Н. Игнатов. - СПб. : Лань, 2011. - 539, [5] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 526-530 (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. Калитеевский, Николай Иванович. Волновая оптика : Учебное пособие для вузов / Н. И. Калитеевский. - 4-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2006. - 465[15] с. : портр., ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике). - ISBN 5-8114-0666-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

3. Введение в квантовую и оптическую электронику: Учебное пособие / Башкиров А. И., Шандаров С. М. - 2012. 98 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1578 (дата обращения: 04.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Пихтин, Александр Николаевич. Квантовая и оптическая электроника [Текст] : учебник для вузов / А. Н. Пихтин. - М. : Абрис, 2012. - 656 с : ил. - Библиогр.: с. 652-653. - ISBN 978-5-4372-0004-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

2. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1553 (дата обращения: 04.07.2018).

3. Квасница, Мирон Степанович. Квантовые и оптоэлектронные приборы : учебное пособие / М. С. Квасница ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТМЦДО, 2002. - 73 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 47 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы квантовой и оптической электроники: Методические указания к практическим занятиям / Шандаров С. М. - 2013. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3483 (дата обращения: 04.07.2018).

2. Физические основы квантовой и оптической электроники: Методические указания к самостоятельной работе / Шандаров С. М. - 2013. 32 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3484 (дата обращения: 04.07.2018).

3. Исследование параметров и характеристик полупроводникового лазера: Методические указания к лабораторной работе / Мандель А. Е., Акрестина А. С., Буримов Н. И. - 2018. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8051 (дата обращения: 04.07.2018).

4. Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера: Методические указания к лабораторной работе / Щербина В. В., Буримов Н. И. - 2013. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2818 (дата обращения: 04.07.2018).

5. Исследование характеристик излучения гелий-неонового лазера: Методические указания к лабораторной работе / Шандаров С. М. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2493 (дата обращения: 04.07.2018).

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;

Согласована на портале № 36854

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория

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

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

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 111 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Учебный стенд «Оптика» (2 шт.);
- Осциллограф С 1-93;
- Источник питания ТВ-1;
- Источник питания Б5-43;
- Генератор импульсов Г5-54 (3 шт.);
- Генератор импульсов Г5-56;
- Вольтметр В7-78/1;
- Мультиметр FLUKE 8845A;
- Осциллограф TEKTRONIX TDS 2012C;

Согласована на портале № 36854

- Источник питания Mastech HY 3002D-2;
- Лабораторные стенды: «Электрооптический эффект» (2 шт.), «Фазовый портрет»;
- Компьютер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– OpenOffice

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

Согласована на портале № 36854

14.1.1. Тестовые задания

1. Одномерное волновое уравнение для напряженности электрического поля имеет вид	$\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2}-\varepsilon\mu\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial z^2}=0;$
	$\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial z^2}-\varepsilon\mu\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2}=0;$
	$\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2}-\frac{1}{\varepsilon\mu}\nabla^2\vec{E}=0;$
	$\nabla^2\vec{E}-\varepsilon\mu\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2}=0;$

2. В электромагнитной волне величины напряженностей электрического и магнитного полей связаны уравнением	$H_m=E_m;$
	$H_m=W\cdot E_m;$
	$H_m=\frac{E_m}{W};$
	$H_m=\int E_m dW.$

3. Оператор $\hat{A}$ называется самосопряженным (эрмитовым), если для любых двух функций *u* и *v*	$\hat{A}(a_1u+a_2v)=a_1\hat{A}u+a_2\hat{A};$
	$\int v^*\hat{A}udV=\int u\hat{A}^*v^*dV;$
	$\int u_n^*v_m dV=0\ \ (m\neq n);$
	$\int u_n^*v_m dV=1\ \ (m=n).$

4. Оператор $\hat{A}$ в произвольном представлении является матрицей, элемент которой определяется выражением	$A_{mn}=\int\psi_m(x)\psi_n^*(x)\,dx;$
	$A_{mn}=\int\psi_m^*\hat{A}\psi_n dx;$
	$A_{mn}=<\psi\left\|\hat{A}\right\|\psi>;$
	$A_{mn}=\sum_k W_k a_{kn}^* a_{km}.$

5. Соотношение населённости уровней (N_1 и N_2), для среды, находящейся в состоянии термодинамического равновесия (уровень «1» – нижний и «2» – верхний):	$\frac{N_1}{g_1}=\frac{N_2}{g_2}\exp\left\{-\frac{E_2-E_1}{kT}\right\}$
	$\frac{N_1}{g_1}=\frac{N_2}{g_2}\exp\frac{E_2-E_1}{kT}$
	$\frac{N_1}{g_1}=\frac{N_2}{g_2}\exp\frac{E_2+E_1}{kT}$
	$g_1N_1=g_2N_2$

6. Вероятность спонтанного излучения (коэффициент Эйнштейна A_{21}) зависит от частоты перехода *v* как:	v
	v^2
	v^3
	не зависит от *v*

7. В ансамбле частиц с двумя уровнями энергии (первоначально находящимся в состоянии термодинамического равновесия), при оптической накачке инверсию	можно создать при малых плотностях энергии накачки ρ
	можно создать при больших ρ
	можно создать при любых ρ
	создать невозможно в принципе

Согласована на портале № 36854

населённостей:	

8. Условие устойчивости открытого оптического резонатора длиной L с радиусами кривизны зеркал r_1 и r_2:	$0 < \left(1 - \frac{L}{r_1}\right)\left(1 - \frac{L}{r_2}\right) < 1$
	$0 \le \left(1 - \frac{L}{r_1}\right)\left(1 - \frac{L}{r_2}\right) \le 1$
	$L<r_1, L<r_2$
	$L>r_1, L>r_2$

9. Соотношение между радиусами кривизны сферических вогнутых зеркал (r_1 и r_2) и расстоянием между ними L (длина резонатора) для *полуконфокального* резонатора:	$r_1 = \infty, r_2 = 2L$
	$r_1 = \infty,\ r_2 = L$
	$r_1 = r_2 = L$
	$r_1 = r_2 = 2L$

10. Аббревиатура ТЕМ обозначает:	продольную электромагнитную волну
	поперечную электромагнитную волну
	продольную моду резонатора
	поперечную моду резонатора

11. Механизмом накачки в He-Ne лазере является:	процесс передачи энергии и заряда от He^+ атому Ne
	процесс передачи энергии от He_m атому Ne
	возбуждение атомов неона электронным ударом
	поглощение квантов света

12. Реакция передачи возбуждения, приводящая к накачке лазерного перехода в CO_2-N_2-He лазере, записывается следующим образом:	$e + CO_2 \rightarrow e + CO_2^*$
	$N_2^* + CO_2 \rightarrow N_2 + CO_2^*$
	$He^* + CO_2 \rightarrow He + CO_2^*$
	$C^* + O_2 \rightarrow CO_2^*$

13. Тип лазерного перехода в CO_2 лазере:	электронный
	колебательно-вращательный
	между уровнями СТС (сверхтонкой структуры атома)
	между уровнями ТС (тонкой структуры атома)

14. Тип лазерного перехода в He-Ne лазере:	электронный
	колебательно-вращательный
	между уровнями СТС (сверхтонкой структуры атома)
	между уровнями ТС (тонкой структуры атома)

15. Рубиновый ($Al_2O_3:Cr^{3+}$) лазер работает по следующей схеме:	2-х уровневой
	3-х уровневой

Согласована на портале № 36854

	4-х уровневой
	5-и уровневой

16. Неодимовый (ИАГ:Nd^{3+}) лазер работает по следующей схеме:	2-х уровневой
	3-х уровневой
	4-х уровневой
	5-и уровневой

17. Если обозначить через $\Delta E_В$, $\Delta E_З$, и $\Delta E_П$ ширину валентной зоны, запрещенной зоны и зоны проводимости полупроводника соответственно, то частота излучения полупроводникового лазера будет:	$\nu_{изл} \approx \Delta E_В / h$
	$\nu_{изл} \approx \Delta E_П / h$
	$\nu_{изл} \approx \Delta E_З / h$
	$\nu_{изл} \approx (\Delta E_П + \Delta E_В) / h$

18. Длина волны λ излучения, полученного при однократном удвоении основной частоты ИАГ: Nd^{3+}–лазера (λ=1,06 мкм) равна:	λ=2,12 мкм
	λ=1,06 мкм
	λ=0,53 мкм
	0,265 мкм

19. В планарном волноводе волноводный слой ограничен вдоль оси x и имеет толщину h. Для TE – моды этого волновода отличны от нуля компоненты	E_y, H_x, H_z
	H_y, E_x, E_z
	E_y, E_x, H_z
	H_y, H_x, E_z

20. В планарном волноводе волноводный слой ограничен вдоль оси x и имеет толщину h. Для TM – моды этого волновода отличны от нуля компоненты	E_y, H_x, H_z
	H_y, E_x, E_z
	E_y, E_x, H_z
	H_y, H_x, E_z

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Принцип усиления ЭМИ.

Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Материальные уравнения.

Одномерное волновое уравнение. Плоские скалярные волны. Гармонические волны.

Плоская волна, распространяющаяся в произвольном направлении.

ЭМ плоские волны.

Поляризация плоских волн.

Закон сохранения энергии. Вектор Пойнтинга.

Волновой пакет. Групповая скорость.

Представления функции состояния. Вектор состояния. Совектор состояния.

Операторы в произвольном представлении.

Определение средних величин. Определение точного решения физической величины.

Чистый ансамбль. Смешанный ансамбль. Матрица плотности.

Свойства матрицы плотности.

Уравнения движения для матрицы плотности.

Термостатированный ансамбль в состоянии термодинамического равновесия.

Описание релаксации.

Общее уравнение для матрицы плотности.

Двухуровневая система атомов во внешнем поле. Основные уравнения. Вероятности индуцированных переходов.

Двухуровневая система атомов во внешнем поле. Анализ уравнений. Кривая Лоренца.

Согласована на портале № 36854

Слабое поле. Сильное поле.

Спонтанные переходы.

14.1.3. Темы контрольных работ

Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики. Планарные волноводы. Общие вопросы построения лазеров. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры. Принцип квантового усиления электромагнитных волн. Описание электромагнитного излучения оптического диапазона. Описание квантовых ансамблей и процессов релаксации. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Уравнения Максвелла. Плоские световые волны в безграничных средах. Описание квантовых ансамблей и процессов релаксации.

Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.

Оптические резонаторы. Характеристики лазерного излучения. Уширение спектральных линий. Твердотельные лазеры. Газовые и полупроводниковые лазеры.

Планарные оптические волноводы

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Волноводное распространение света в диэлектрических структурах, призменный ввод излучения, планарные линзы, электрооптическая и акустооптическая модуляция, интегральные фотоприемные устройства.

Электромагнитная теория планарных волноводов: волновые уравнения для пленочных и градиентных структур.

Типы полосковых волноводов и технология изготовления.

Акустооптические модуляторы и дефлекторы.

Системы накачки твердотельных лазеров.

Жидкостные лазеры на растворах органических красителей.

Распространение волновых пакетов. Групповая скорость.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование основных параметров полупроводникового лазера

Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера

Исследование характеристик излучения гелий-неонового лазера

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.

Согласована на портале № 36854

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

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 36854