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

Квантовая и оптическая электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
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	Из них в интерактивной форме	12	12	часов
6	Самостоятельная работа	42	42	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: 7 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 30793

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) 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. ЭП _____ В. И. Быков

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Эксперты:

Профессор кафедры электронных приборов _____ Л. Н. Орликов

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ) _____ И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 30793

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель дисциплины состоит в формировании у студентов представлений о фундаментальных основах квантовой и оптической электроники, которая является важным компонентом профессионального блока подготовки бакалавров по направлению"квантовая и оптическая электроника".

1.2. Задачи дисциплины

– изучение и освоение студентами 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 технологических приложениях.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Квантовая и оптическая электроника» (Б1.В.ОД.14) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Методы анализа и контроля наноструктурированнных материалов и систем, Методы математической физики, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Основы оптоэлектроники, Сенсорные микросистемы, Физические основы микро- и наносистемной техники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

– ПК-2 готовностью проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;

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 математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты;

– **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
Из них в интерактивной форме	12	12

Согласована на портале № 30793

Самостоятельная работа (всего)	42	42
Подготовка к контрольным работам	6	6
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	16	16
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
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	ра к. за	б. ра б.,	м. ра б.,	в (б ез	уе м ые ко м
7 семестр						
1 Описание квантовых ансамблей	14	8	0	14	36	ОПК-5, ПК-2
2 Общие вопросы построения лазеров	14	6	4	14	38	ОПК-5, ПК-2
3 Элементы оптоэлектроники	8	4	8	14	34	ОПК-5, ПК-2
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)	ое мк ос	м ые ко
7 семестр			
1 Описание квантовых ансамблей	Принципы усиления света.Описание квантовых ансамблей в состоянии теплового равновесия и в процессе релаксации. Матрица плотности. Балансные уравнения.	14	ОПК-5, ПК-2
	Итого	14	
2 Общие вопросы построения лазеров	Элементарная теория резонаторов. Селекция мод. Расходимость пучка Когерентность, однородное и неоднородное уширение Спектральной линии. Твердотельный лазер. Режимы работы. Газовый лазер	14	ОПК-5, ПК-2
	Итого	14	
3 Элементы оптоэлектроники	Планарные оптические волноводы. Классификация оптических волноводов. Эффективная толщина волновода. Полосковые волноводы.	8	ОПК-5, ПК-2
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

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

Согласована на портале № 30793

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 Математика	+	+	+
2 Методы анализа и контроля наноструктурированнных материалов и систем		+	+
3 Методы математической физики	+		
4 Физика	+	+	+
Последующие дисциплины			
1 Основы оптоэлектроники		+	+
2 Сенсорные микросистемы			+
3 Физические основы микро- и наносистемной техники		+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

Согласована на портале № 30793

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Интерактивные практические занятия, ч	Интерактивные лабораторные занятия, ч	Интерактивные лекции, ч	Всего, ч
7 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			4	4
Решение ситуационных задач	4			4
Поисковый метод		2		2
Работа в команде		2		2
Итого за семестр:	4	4	4	12
Итого	4	4	4	12

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	ое мк ос	м ые ко
7 семестр			
2 Общие вопросы построения лазеров	Исследование основных параметров полупроводникового лазера	4	ОПК-5, ПК-2
	Итого	4	
3 Элементы оптоэлектроники	Полупроводниковые детекторы оптического излучения	4	ОПК-5, ПК-2
	Определение электрооптических параметров анизотропных кристаллов.	4	
	Итого	8	
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)	ое мк ос	м ые ко
7 семестр			
1 Описание квантовых ансамблей	Уравнения Максвелла. Плоские световые волны в безграничных средах. Описание квантовых ансамблей и процессов релаксации.Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	8	ОПК-5, ПК-2
	Итого	8	
2 Общие вопросы построения лазеров	Оптические резонаторы. Характеристики лазерного излучения. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры.	6	ОПК-5, ПК-2
	Итого	6	
3 Элементы	Планарные оптические волноводы. Элементарная	4	ОПК-5,

Согласована на портале № 30793

оптоэлектроники	теория волноводов.		ПК-2
	Итого	4	
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 Описание квантовых ансамблей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-5, ПК-2	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	14		
2 Общие вопросы построения лазеров	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-5, ПК-2	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	14		
3 Элементы оптоэлектроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5, ПК-2	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	14		
Итого за семестр		42		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		78		

Согласована на портале № 30793

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	8	8	4	20
Контрольная работа	5	5		10
Опрос на занятиях	3	6	1	10
Отчет по лабораторной работе	10	10		20
Тест		10		10
Итого максимум за период	26	39	5	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	26	65	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	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 30793

зачтено)		

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / А. С. Шангин ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск : ТУСУР, 2008. - 112 с. : ил. - Библиогр.: с. 112. - (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
2. 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.)
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: 02.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Малышев В.А. Основы квантовой электроники и лазерной техники: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. - 542 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)
2. Верещагин И.К., Косяченко Л.А., Кокин С.М. Введение в оптоэлектронику: Учебное пособие для вузов, - М.: Высшая школа, 1991. – 191 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 52 экз.)
3. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие / Шангина Л. И. - 2012. 303 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/713 (дата обращения: 02.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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: http://edu.tusur.ru/publications/3984 (дата обращения: 02.07.2018).
2. 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: http://edu.tusur.ru/publications/3985 (дата обращения: 02.07.2018).
3. Определение электрооптических параметров анизотропных кристаллов: Методические указания к лабораторной работе для студентов направлений 210100.62 – Электроника и наноэлектроника, 222900.62 – Нанотехнологии и микросистемная техника / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2014. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3986 (дата обращения: 02.07.2018).
4. 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: http://edu.tusur.ru/publications/3988 (дата обращения: 02.07.2018).
5. 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: http://edu.tusur.ru/publications/3987 (дата обращения: 02.07.2018).
6. 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: 02.07.2018).
7. Квантовая и оптическая электроника : Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Шангина Л. И. - 2012. 228 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/714 (дата обращения: 02.07.2018).

Согласована на портале № 30793

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. 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;

Согласована на портале № 30793

- 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;
- 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:

– Microsoft Windows
– 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.

Согласована на портале № 30793

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. 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

Согласована на портале № 30793

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

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)

Согласована на портале № 30793

	между уровнями ТС (тонкой структуры атома)

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

Согласована на портале № 30793

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. Слабое поле. Сильное поле

Спонтанные переходы

Балансные уравнения

Элементарная теория открытых оптических резонаторов. Продольные моды. Поперечные моды

Добротность резонатора

Волновая теория открытых резонаторов

Классификация открытых резонаторов

Селекция типов колебаний в оптическом резонаторе

Когерентность и монохроматичность лазерного излучения

Расходимость лазерных пучков. Фокусировка лазерных лучей

Естественная ширина спектральных линий.

Однородное уширение спектральных линий. Неоднородное уширение спектральных линий

Схемы функционирования твердотельных лазеров

Системы накачки твердотельных лазеров

Балансные уравнения и режим непрерывной генерации

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

Молекулярный лазер на углекислом газе

Классификация мод оптических волноводов

Волноводные моды тонкопленочного волновода. Эффективная толщина волновода

Градиентные планарные волноводы

Волновые уравнения для пленочных волноводов

Моды тонкопленочного волновода по электромагнитной теории

Свойства мод тонкопленочного волновода

Волновые уравнения для градиентных планарных волноводов

14.1.3. Темы контрольных работ

Для термостатированного ансамбля, находящегося в состоянии релаксации, запишите уравнение, описывающее эволюцию недиагонального элемента □12(t) и найдите его общее решение.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

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

Планарные оптические волноводы. Классификация оптических волноводов. Эффективная толщина волновода. Полосковые волноводы.

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Принцип усиления ЭМИ

Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Материальные уравнения

Одномерное волновое уравнение. Плоские скалярные волны. Гармонические волны

Согласована на портале № 30793

Плоская волна, распространяющаяся в произвольном направлении
ЭМ плоские волны
Поляризация плоских волн
Закон сохранения энергии. Вектор Пойнтинга
Волновой пакет. Групповая скорость
Укажите диапазоны длин волн ультрафиолетового, видимого и инфракрасного диапазонов оптического излучения.
Назовите основные световые и энергетические характеристики оптического излучения.
Охарактеризуйте основные типы переходов между энергетическими уровнями в квантовой системе и назовите виды вынужденных переходов.
Напишите условие инверсионной населенности и проведите классификацию методов энергетической накачки активных среде.
Объясните работу оптического резонатора и напишите условие самовозбуждения лазера.
Приведите структурную схему лазера, объясните назначение элементов и приведите основные оптические и электрические параметры лазеров.
Объясните принцип работы твердотельного рубинового лазера, укажите его основные параметры.
Приведите энергетическую диаграмму газового He-Ne лазера и объясните принцип его работы.
Объясните принцип работы молекулярного CO2 - лазера и ионного лазеров, назовите их основные параметры и области использования.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование основных параметров полупроводникового лазера
Полупроводниковые детекторы оптического излучения
Определение электрооптических параметров анизотропных кристаллов.

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:

Согласована на портале № 30793

– 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 № 30793