МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы квантовой и оптической электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **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	14	14	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
5	Из них в интерактивной форме	18	18	часов
6	Самостоятельная работа	36	36	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11538

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 2015-09-03 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

старший преподаватель каф. ЭП _____ Акрестина А. С.

заведующий кафедрой, профессор каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

профессор каф. ЭП _____ Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 11538

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 электроника» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Волоконная оптика, Материалы интегральной оптики, Оптическая физика, Основы оптоинформатики, Основы фотоники, Проектирование устройств квантовой о оптической электроники, Физика, Физика конденсированного состояния.

Последующими дисциплинами являются: Когерентная оптика и голография, Нелинейная оптика, 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 студент 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 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	14	14
Практические занятия	10	10
Лабораторные занятия	12	12

Согласована на портале № 11538

Из них в интерактивной форме	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	6	6
Проработка лекционного материала	11	11
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	19	19
Всего (без экзамена)	72	72
Подготовка и сдача экзамена / зачета	36	36
Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	5	4	4	14	27	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
2	Общие вопросы построения лазеров	6	4	8	14	32	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
3	Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики	3	2	0	8	13	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
	Итого	14	10	12	36	72	

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
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	5	ОПК-1, ПК-1

Согласована на портале № 11538

	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. 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	5	
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.	6	ОПК-1, ПК-1, ПК-3

Согласована на портале № 11538

	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.		
	Итого	6	
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-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*.	3	ОПК-1, ПК-1, ПК-3

Согласована на портале № 11538

	Итого	3	
Итого за семестр		14	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
		1	2	3
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	Проектирование устройств квантовой о оптической электроники	+	+	+
8	Физика	+	+	+
9	Физика конденсированного состояния	+	+	+
Последующие дисциплины				
1	Когерентная оптика и голография	+	+	+
2	Нелинейная оптика	+	+	+
3	Физика фотонных кристаллов	+	+	+

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

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

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	

Согласована на портале № 11538

ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Всего
7 семестр			
Презентации с использованием слайдов с обсуждением		10	10
Исследовательский метод	8		8
Итого за семестр:	8	10	18
Итого	8	10	18

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний	4	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
	Итого	4	
2 Общие вопросы построения лазеров	Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера	4	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
	Электрооптическая модуляция лазерного излучения	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 11538

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	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.	4	ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
2 Общие вопросы построения лазеров	Оптические резонаторы. Характеристики лазерного излучения. Уширение спектральных линий. Твердотельные лазеры. Газовые и полупроводниковые лазеры.	4	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
	Итого	4	
3 Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики	Планарные оптические волноводы	2	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

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
7 семестр				
1 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	ОПК-1, ПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	14		
2 Общие вопросы построения лазеров	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	ОПК-1, ПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной
	Проработка лекционного	4		

Согласована на портале № 11538

	материала			работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	14		
3 Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-1, ПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	8		
Итого за семестр		36		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		72		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Системы накачки твердотельных лазеров. Жидкостные лазеры на растворах органических красителей.
2. 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.
3. Распространение волновых пакетов. Групповая скорость.

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Контрольная работа	8	8	9	25
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	8	8	8	24
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Согласована на портале № 11538

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 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: 24.01.2017.

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: 24.01.2017.

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

Согласована на портале № 11538

практическим занятиям / Шандаров С. М. - 2013. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3483, дата обращения: 24.01.2017.

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: 24.01.2017.

3. Квантовая и оптическая электроника: Методические указания по самостоятельной работе / Башкиров А. И. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1496, дата обращения: 24.01.2017.

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: 24.01.2017.

5. Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 200700.62 -«Фотоника и оптоинформатика» / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3498, дата обращения: 24.01.2017.

6. Электрооптическая модуляция лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1065, дата обращения: 24.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

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

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 111. Состав оборудования: Учебная мебель; Полупроводниковый инжекционный лазер на основе лазерного модуля KLM-650, приемники

Согласована на портале № 11538

оптического излучения; Измерительные приборы; Осциллограф PCSU1000

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 15 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

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

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

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

Согласована на портале № 11538

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

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

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 11538

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Физические основы квантовой и оптической электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **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

Разработчики:

- старший преподаватель каф. ЭП Акрестина А. С.
- заведующий кафедрой, профессор каф. ЭП Шандаров С. М.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11538

1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-3	способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	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; Должен уметь применять современные подходы и методы, используемые для анализа и описания явлений квантовой и оптической электроники; Должен владеть современными подходами и методами анализа и описания линейных и нелинейных эффектов квантовой и оптической электроники;
ПК-1	способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	
ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	

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

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

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

Согласована на портале № 11538

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-3

ПК-3: способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике.

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методы и правила измерений и исследования объектов квантовой и оптической электроники	применять современные подходы и методы, используемые для анализа и описания явлений квантовой и оптической электроники	владеть современными подходами и методами измерения и исследования объектов квантовой и оптической электроники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• методы и правила измерений и исследования объектов квантовой и оптической электроники;	• проводить оптические, фотометрические исследования различных объектов по заданной методике с выбором технических средств и обработкой результатов;	• навыками исследования объектов квантовой и оптической электроники ;
Хорошо (базовый уровень)	• методы и правила измерений параметров	• измерять параметры лазерных элементов и	• навыками измерений параметров лазерных

Согласована на портале № 11538

	лазерных элементов и устройств, используемых в процессе оптических измерений;	устройств, используемых в процессе оптических измерений;	элементов и устройств, используемых в процессе оптических измерений ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• принципы действия лазерных элементов и устройств, используемых в процессе оптических измерений;	• работать с лазерными элементами и устройствами, используемыми в процессе оптических измерений;	• навыками работы с лазерными элементами и устройствами, используемыми в процессе оптических измерений;

2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	подходы к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и квантовой и оптической электроники	проводить анализ поставленной задачи для определения направления исследований в области квантовой и оптической электроники	математическими и экспериментальными методами анализа поставленной задачи исследований в области квантовой и оптической электроники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 11538

Отлично (высокий уровень)	• подходы к творческому анализу поставленной задачи исследований в области квантовой и оптической электроники;	• проводить анализ поставленной задачи и определять направления исследований в области квантовой и оптической электроники;	• математическими и экспериментальными методами анализа и решения поставленной задачи в области квантовой и оптической электроники;
Хорошо (базовый уровень)	• методы анализа поставленной задачи и цели исследований в области квантовой и оптической электроники;	• определять направления исследований в области квантовой и оптической электроники;	• экспериментальными методами анализа поставленной задачи исследований в области квантовой и оптической электроники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• методы анализа поставленной задачи и цели исследований;	• проводить экспериментальные исследования в области квантовой и оптической электроники;	• методами анализа конкретной поставленной задачи квантовой и оптической электроники;

2.3 Компетенция ОПК-1

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

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

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	физические основы квантовой и оптической электроники	применять основные положения, законы и методы квантовой и оптической электроники для понимания научной картины мира	методами исследования и анализа явлений квантовой и оптической электроники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Согласована на портале № 11538

	• Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Конспект самоподготовки; • Экзамен;	

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

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• основные линейные и нелинейные явления квантовой и оптической электроники и методы их описания;	• творчески исследовать и анализировать линейные и нелинейные явления квантовой и оптической электроники;	• методами исследования и анализа линейных и нелинейных явлений квантовой и оптической электроники;
Хорошо (базовый уровень)	• основные принципы функционирования квантовых и оптоэлектронных приборов;	• использовать квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства для исследования взаимодействия излучения с веществом;	• навыками использования квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств для исследования взаимодействия излучения с веществом;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные принципы и положения квантовой и оптической электроники;	• решать задачи квантовой и оптической электроники;	• методами решения задач квантовой и оптической электроники;

3 Типовые контрольные задания

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

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Системы накачки твердотельных лазеров. Жидкостные лазеры на растворах органических красителей.

– 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.

– Распространение волновых пакетов. Групповая скорость.

3.2 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

3.3 Экзаменационные вопросы

– 1. Балансные уравнения и режим непрерывной генерации в твердотельных лазерах. 2.Одномерное волновое уравнение. Плоские скалярные волны. 3. Моды тонкопленочного волновода по электромагнитной теории. Задача 1. Для термостатированного ансамбля

Согласована на портале № 11538

микрочастиц, имеющего два энергетических уровня и находящегося в состоянии релаксации, выведите уравнение, описывающее эволюцию диагонального элемента матрицы плотности p22(t). Задача 2. Запишите балансное уравнение для числа частиц на уровне 2 трехуровневой системы с учетом воздействующего на нее электромагнитного поля, имеющего частоту перехода 2-1, и всех других возможных переходов. Задача 3. Оптический резонатор состоит из расположенных на расстоянии 1 м друг от друга сферических зеркал с радиусом кривизны 4 м. Какими дифракционными потерями, большими или малыми, обладает данный резонатор.

3.4 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.

3.5 Темы лабораторных работ

– Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний
– Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера
– Электрооптическая модуляция лазерного излучения

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

1. 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, свободный.

4.2. 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, свободный.

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.)

4.3. 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, свободный.

2. Физические основы квантовой и оптической электроники: Методические указания к самостоятельной работе / Шандаров С. М. - 2013. 32 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 11538

http://edu.tusur.ru/publications/3484, свободный.

3. Квантовая и оптическая электроника: Методические указания по самостоятельной работе / Башкиров А. И. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1496, свободный.

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, свободный.

5. Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 200700.62 -«Фотоника и оптоинформатика» / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3498, свободный.

6. Электрооптическая модуляция лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1065, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 11538