**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

# Квантовая и оптическая электроника

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 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 | 28 | 28 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 36 | 36 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3 | 3 | З.Е |

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 2106

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ЭП _____ Быков В. И.

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

Профессор кафедра электронных приборов _____ Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 2106

## 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. Дисциплины (модули)) Б1. Дисциплины (модули) профессионального цикла обязательных дисциплин.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Квантовая механика, Математика, Методы математической физики, Нелинейная оптика, Оптические методы обработки информации, Основы проектирования электронной компонентной базы, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства, Основы технологии электронной компонентной базы, Распространение лазерных пучков.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;

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 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 3 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 14 | 14 | часов |
| 2 | Практические занятия | 10 | 10 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |

Согласована на портале № 2106

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Всего аудиторных занятий | 36 | 36 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 28 | 28 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 36 | 36 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3 | 3 | З.Е |

## 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 | Описание квантовых ансамблей | 6 | 6 | 0 | 10 | 22 | ПК-1, ПК-3 |
| 2 | Общие вопросы построения лазеров | 4 | 2 | 4 | 10 | 20 | ПК-1, ПК-3 |
| 3 | Элементы оптоэлектроники | 4 | 2 | 8 | 16 | 30 | 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 Описание квантовых ансамблей | Принципы усиления света.Описание квантовых ансамблей в состоянии теплового равновесия и в процессе релаксации. Матрица плотности. Балансные уравнения. | 6 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 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 | 4 | ПК-1, ПК-3 |

Согласована на портале № 2106

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 4 | |
| 3 Элементы оптоэлектроники | Планарные оптические волноводы. Классификация оптических волноводов. Эффективная толщина волновода. Полосковые волноводы. | 4 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 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 | Квантовая механика | + | | |
| 2 | Математика | + | + | + |
| 3 | Методы математической физики | + | | |
| 4 | Нелинейная оптика | + | | + |
| 5 | Оптические методы обработки информации | | + | + |
| 6 | Основы проектирования электронной компонентной базы | + | + | + |
| 7 | Физика | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 | Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства | + | + | + |
| 2 | Основы технологии электронной компонентной базы | | | + |
| 3 | Распространение лазерных пучков | | + | |

**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

| | Виды занятий |
|---|---|

Согласована на портале № 2106

| Компетенции | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|
| ПК-1 | + | + | + | + |
| ПК-3 | + | + | + | + |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|---|---|---|---|---|
| Работа в команде | 4 | 4 | | 8 |
| Поисковый метод | 2 | 4 | 2 | 8 |
| Решение ситуационных задач | 2 | 2 | | 4 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | | 8 | 8 |
| Итого | 8 | 10 | 10 | 28 |

## 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 | | | |
| 2 Общие вопросы построения лазеров | Исследование основных параметров полупроводникового лазера | 4 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Элементы оптоэлектроники | Полупроводниковые детекторы оптического излучения | 4 | ПК-1, ПК-3 |
| | Определение электрооптических параметров анизотропных кристаллов. | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 2106

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 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 | 6 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Общие вопросы построения лазеров | Оптические резонаторы. Характеристики лазерного излучения | 2 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Элементы оптоэлектроники | Планарные оптические волноводы | 2 | 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 Описание квантовых ансамблей | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-3 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа, Защита отчета |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 2 Общие вопросы построения лазеров | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-1, ПК-3 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа, Защита отчета |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 10 | | |

Согласована на портале № 2106

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Элементы оптоэлектроники | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-1, ПК-3 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 16 | | |
| Итого за семестр | | 36 | | |
| | Подготовка к экзамену | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 72 | | |

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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 |
| 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.

Согласована на портале № 2106

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. 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, свободный.

### 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, свободный.

### 12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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, свободный.

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, свободный.

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, свободный.

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] -

Согласована на портале № 2106

Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3988, свободный.

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, свободный.

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, свободный.

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, свободный.

### 12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

учебные лабораторные помещения;
аудитории с мультимедийным оборудованием;
демонстрационные материалы.

## 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## 15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 2106

**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

# Квантовая и оптическая электроника

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- доцент каф. ЭП Быков В. И.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 2106

## 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 | готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций | 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 ;<br>Должен уметь применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты; ;<br>Должен владеть современными подходами и методами анализа и описания линейных и нелинейных эффектов квантовой и оптической электроники.; |
| ПК-1 | способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | |

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 № 2106

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-3

ПК-3: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

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 | физическую сущность процессов, протекающих при взаимодействии электромагнитного (оптического) излучения с веществом; основы теоретического анализа базовых элементов и устройств квантовой и оптической электроники, применяемых в современных информационных системах; возможности оптических методов для решения задач передачи и обработки информации. | применять практические навыки анализа процессов в системах передачи и обработки информации, использующих средства и методы квантовой и оптической электроники; пользоваться современной научно-технической информацией и документацией по квантовой и оптической электронике;проводить лабораторные работы с лазерами, фотоприемниками и другими оптоэлектронными устройствами. | Необходимым для анализа и расчетов математическим аппаратом; компьютерными средствами для обработки информации и моделирования. |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен;<br>• Экзамен; |

Согласована на портале № 2106

| | | | |
|---|---|---|---|
| | самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Экзамен; | самоподготовки;<br>• Тест;<br>• 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) | • Физические основы квантовой электроники;<br>• ответы на вопросы и тесты; | • Обладает диапазоном теоретических и практических умений, требуемых для развития творческих решений ; | • Стандартными средствами компьютерного моделирования; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах смежных дисциплин ; | • Умеет ориентироваться в назначении установок квантовой и оптической электроники; | • Имеет навыки работы с приборами квантовой электроники; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области; | • Умеет обрабатывать информацию из Интернета; | • Работает при прямом контроле; |

**2.2 Компетенция ПК-1**

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | принципы работы излучателей и фотоприемников; методы расчета основных электрических и оптических параметров оптоэлектронных приборов; технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники | рассчитывать электрофизические и оптические характеристики, построить математическую модель параметров материалов и устройств квантовой и оптической электроники с целью их оптимизации; проводить измерения параметров материалов и устройств квантовой и оптической электроники | опытом моделирования оптоэлектронных приборов и расчета их параметров; использования приборов квантовой и оптической электроники; программными средствами компьютерного моделирования. |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия; |

Согласована на портале № 2106

| | | | |
|---|---|---|---|
| | • Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен;<br>• 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 |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • методы расчета и технические характеристики приборов квантовой и оптической электроники;<br>• Стандартные программные средства для компьютерного моделирования; | • Производить анализ работы устройств и приборов квантовой и оптической электроники ; | • Владеет стандартными программными средствами компьютерного моделирования; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Стандартные программные средства для компьютерного моделирования; | • проводить необходимые измерения параметров устройств квантовой и оптической электроники; | • навыками работы с приборами квантовой и оптической электроники; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • назначение и характеристики приборов квантовой и оптической электроники; | • иметь общее представление о способах расчета параметров приборов.; | • методами копирования информации; методом поиска в интернете; |

## 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.

Согласована на портале № 2106

### 3.1 Вопросы на самоподготовку

– Укажите диапазоны длин волн ультрафиолетового, видимого и инфракрас- ного диапазонов оптического излучения. Назовите основные световые и энергетические характеристики оптического излучения. Охарактеризуйте основные типы переходов между энергетическими уров- нями 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 самовозбу- ждения 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.

– 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

### 3.2 Тестовые задания

– В состоянии, близком к ТДР, разность населённостей уровней $\Delta n=n1–n2$ при росте интенсивности падающего излучения с частотой v21: А. не изменяется Б. возрастает В. снижается

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

### 3.3 Темы опросов на занятиях

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

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

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

### 3.4 Темы контрольных работ

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

### 3.5 Экзаменационные вопросы

– 1. Принцип усиления ЭМИ 2. Представления функции состояния. Вектор состояния. Совектор состояния. 3. Схемы функционирования твердотельных лазеров. 1. Лазер с синхронизацией мод генерирует периодическую последовательность импульсов с длительностью 10-10с и частотой повторения 100 МГц и имеет среднюю мощность 100 мВт. Определите мощность излучения и энергию в импульсе. 2. Вывести систему уравнений баланса, соответствующую термостатированному ансамблю частиц с тремя энергетическими уровнями. Принять, что поле накачки индуцирует переходы между уровнями 1 и 3 с вероятностью W13 для одной частицы в единицу времени; учесть спонтанные переходы. 3. Плоская монохроматическая электромагнитная волна, распространяющаяся вдоль оси z, имеет равные по амплитуде и сдвинутые по фазе на $–\pi/2$ проекции вектора электрической напряженности на оси x и y. Определите вид поляризации данной волны.

### 3.6 Темы лабораторных работ

– Определение электрооптических параметров анизотропных кристаллов.

Согласована на портале № 2106

– Полупроводниковые детекторы оптического излучения
– Исследование основных параметров полупроводникового лазера

## 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. 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, свободный.

### 4.2. 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, свободный.

### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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, свободный.

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, свободный.

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, свободный.

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, свободный.

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, свободный.

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, свободный.

Согласована на портале № 2106

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, свободный.

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа

Согласована на портале № 2106