

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая и оптическая электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 10 | 10 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 40 | 40 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 8 | 8 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 32 | 32 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 72 | 72 | часов |
| | | 2.0 | 2.0 | 3.Е |

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Томск 2017

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.

ФЭ

_____ Троян П. Е.

Эксперты:

доцент кафедра физической
электроники

_____ Чистоедова И. А.

председатель методической
комиссии кафедры ЭП, профессор
каф. ЭП

_____ Орликов Л. Н.

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.Б.13.3) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Квантовая механика, Математика, Методы математической физики, Твердотельная электроника, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Основы проектирования электронной компонентной базы.

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 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные приемы обработки экспериментальных данных; различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники
- **уметь** применять основные приемы обработки экспериментальных данных в различных ситуациях; выбирать наиболее эффективную методику исследований
- **владеть** навыками работы с программными средствами обработки информации; навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|----------------------------|-------------|-----------|
| | | 7 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 40 | 40 |
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 10 | 10 |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 |

| | | |
|---|-----|-----|
| Из них в интерактивной форме | 8 | 8 |
| Самостоятельная работа (всего) | 32 | 32 |
| Подготовка к контрольным работам | 2 | 2 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | 8 |
| Проработка лекционного материала | 14 | 14 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | 8 |
| Всего (без экзамена) | 72 | 72 |
| Общая трудоемкость час | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 2.0 | 2.0 |

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 | Описание квантовых ансамблей | 6 | 6 | 0 | 9 | 21 | ОПК-5, ПК-2 |
| 2 | Общие вопросы построения лазеров | 8 | 2 | 4 | 11 | 25 | ОПК-5, ПК-2 |
| 3 | Элементы оптоэлектроники | 4 | 2 | 8 | 12 | 26 | ОПК-5, ПК-2 |
| | Итого | 18 | 10 | 12 | 32 | 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 | ОПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Общие вопросы построения лазеров | Элементарная теория резонаторов. Селекция мод. Расходимость пучка Когерентность, однородное и неоднородное уширение Спектральной | 8 | ОПК-5, ПК-2 |

| | | | |
|----------------------------|---|----|----------------|
| | линии. Твердотельный лазер. Режимы работы. Газовый лазер | | |
| | Итого | 8 | |
| 3 Элементы оптоэлектроники | Планарные оптические волноводы. Классификация оптических волноводов. Эффективная толщина волновода. Полосковые волноводы. | 4 | ОПК-5, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| № | Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | |
|---------------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 | Квантовая механика | + | + | |
| 2 | Математика | + | + | + |
| 3 | Методы математической физики | + | | |
| 4 | Твердотельная электроника | + | + | + |
| 5 | Физика | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 | Основы проектирования электронной компонентной базы | | | + |

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 | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|-------|---|---|---|---|--|
| ОПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-2 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |

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 | | | |
| Решение ситуационных задач | 4 | | 4 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | 4 | 4 |
| Итого за семестр: | 4 | 4 | 8 |
| Итого | 4 | 4 | 8 |

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 | 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

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

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 | ОПК-5, ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Общие вопросы построения лазеров | Оптические резонаторы. Характеристики лазерного излучения | 2 | ОПК-5, ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Элементы оптоэлектроники | Планарные оптические волноводы | 2 | ОПК-5, ПК-2 |
| | 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 | 4 | ОПК-5, ПК-2 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 9 | | |
| 2 Общие вопросы построения лазеров | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-5, ПК-2 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |

| | | | | |
|----------------------------|---|----|-------------|--|
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 11 | | |
| 3 Элементы оптоэлектроники | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-5, ПК-2 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| Итого за семестр | | 32 | | |
| Итого | | 32 | | |

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 | 9 | 9 | | 18 |
| Опрос на занятиях | 6 | 6 | 7 | 19 |
| Отчет по лабораторной работе | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Тест | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Итого максимум за период | 36 | 36 | 28 | 100 |
| Нарастающим итогом | 36 | 72 | 100 | 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) |
| 65 - 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 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>, дата обращения: 25.01.2017.

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: 25.01.2017.

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 нанoeлектроника, 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: 25.01.2017.

2. Полупроводниковые детекторы оптического излучения: Методические указания к лабораторной работе для студентов направлений 210100.62 – Электроника и нанoeлектроника, 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: 25.01.2017.

3. Определение электрооптических параметров анизотропных кристаллов: Методические указания к лабораторной работе для студентов направлений 210100.62 – Электроника и нанoeлектроника, 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: 25.01.2017.

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: 25.01.2017.

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: 25.01.2017.

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: 25.01.2017.

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: 25.01.2017.

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. 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 40-50, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

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.

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; лабораторные стенды.

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. - 10 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 |

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.

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 образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

– доцент каф. ЭП Быков В. И.

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Томск 2017

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 |
|-------|--|--|
| ОПК-5 | способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных | Должен знать основные приемы обработки экспериментальных данных; различные методики экспериментального исследования |
| ПК-2 | способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения | параметров и характеристик приборов и устройств электроники ; Должен уметь применять основные приемы обработки экспериментальных данных в различных ситуациях; выбирать наиболее эффективную методику исследований; Должен владеть навыками работы с программными средствами обработки информации; навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств; |

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 |

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

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 | основные приемы обработки экспериментальных данных | применять основные приемы обработки экспериментальных данных в различных ситуациях | навыками работы с программными средствами обработки информации |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none">• Интерактивные практические занятия;• Интерактивные лекции;• Практические занятия;• Лабораторные занятия;• Лекции;• Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none">• Интерактивные практические занятия;• Интерактивные лекции;• Практические занятия;• Лабораторные занятия;• Лекции;• Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none">• Интерактивные практические занятия;• Лабораторные занятия;• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none">• Контрольная работа;• Отчет по лабораторной работе;• Опрос на занятиях;• Конспект самоподготовки;• Тест;• Дифференцированный зачет; | <ul style="list-style-type: none">• Контрольная работа;• Отчет по лабораторной работе;• Опрос на занятиях;• Конспект самоподготовки;• Тест;• Дифференцированный зачет; | <ul style="list-style-type: none">• Отчет по лабораторной работе;• Дифференцированный зачет; |

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) | <ul style="list-style-type: none">• основные приемы обработки экспериментальных данных и условия их применения в области квантовой и оптической электроники;; | <ul style="list-style-type: none">• умеет выбрать и реализовать способ обработки экспериментальных результатов в области квантовой и оптической электроники;; | <ul style="list-style-type: none">• способен корректно оценить проделанную работу; свободно владеет программными средствами обработки данных;; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none">• основные приемы получения и обработки результатов эксперимента; | <ul style="list-style-type: none">• умеет применять основные приемы обработки экспериментальных данных, полученных с | <ul style="list-style-type: none">• уверенно применяет программные средства обработки данных; |

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|
| | | помощью приборов и устройств квантовой и оптической электроники ;; | |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • некоторые приемы обработки информации;; | <ul style="list-style-type: none"> • умеет применять несложные приемы обработки данных в типичных ситуациях; | <ul style="list-style-type: none"> • применяет стандартные программные средства в простых случаях; |

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

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 | различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники в задачах квантовой электроники | выбирать наиболее эффективную методику исследований задач квантовой электроники | навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств, используемых в квантовой электронике. |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Дифференцированный зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Дифференцированный зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Дифференцированный зачет; |

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) | <ul style="list-style-type: none">различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств, а также условия их применения; | <ul style="list-style-type: none">усовершенствовать методику исследования в нестандартной ситуации;самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; | <ul style="list-style-type: none">критически осмысливает полученные результаты;способен разработать план эксперимента и организовать работу команды;уверенно работает с измерительным оборудованием; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none">основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов наноэлектроники; | <ul style="list-style-type: none">выбрать методику исследований в незнакомых ситуациях;умеет сформулировать требования к оборудованию для выполнения эксперимента; | <ul style="list-style-type: none">способен организовать работу команды;владеет навыками работы с измерительным оборудованием; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none">простейшие экспериментальные методики исследования различных параметров приборов; | <ul style="list-style-type: none">выполнять стандартные исследования; | <ul style="list-style-type: none">работает с оборудованием в стандартных ситуациях; |

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

– 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

– 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 активной 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.

3.2 Тестовые задания

– В ансамбле частиц с двумя уровнями энергии (первоначально находящимся в состоянии

термодинамического равновесия), при оптической накачке инверсию населённости: 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

– В состоянии, близком к ТДР, разность населённости уровней $\Delta n = n_1 - n_2$ при росте интенсивности падающего излучения с частотой ν_{21} : А. не изменяется Б. возрастает В. снижается

3.3 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. Планарные оптические волноводы

3.4 Темы контрольных работ

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

3.5 Темы лабораторных работ

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

3.6 Вопросы дифференцированного зачета

- 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 W_{13} 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.

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 формирования 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. 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>, 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.
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. Библиотека университета