

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

Интегральная оптоэлектроника

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Микроэлектроника в информационных и управляющих системах**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**

Кафедра: **МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|---------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 12 | 12 | часов |
| 2 | Практические занятия | 14 | 14 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 26 | 26 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 82 | 82 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 6 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е |

Зачет: 1 семестр

Томск 2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « ___ » _____ 20__ года, протокол № _____.

Разработчики:

доцент каф. ЭП _____ А. И. Башкиров

заведующий кафедрой каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Заведующий обеспечивающей каф.
МИТУС

_____ Р. З. Хафизов

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

Декан ФБ _____ Е. М. Давыдова

Заведующий выпускающей каф.
МИТУС

_____ Р. З. Хафизов

Эксперт:

доцент каф. КИБЭВС

_____ А. А. Конев

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовка студентов к разработке, исследованию и эксплуатации приборов и устройств современной интегральной оптоэлектроники на основе изучения базовых физических принципов функционирования основных элементов интегральной оптоэлектроники

1.2. Задачи дисциплины

- 1) Изучение явлений, используемых для анализа, расчета, создания элементов и систем интегральной оптоэлектроники.
- 2) Изучение оптики планарных волноводов, физических эффектов и явлений в волноводных структурах, используемых для конструирования и расчета пассивных и активных интегрально-оптических элементов и устройств оптоэлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Интегральная оптоэлектроника» (Б1.В.ОД.7.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники, Полупроводниковая оптоэлектроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач;
- ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные принципы и методы исследования, разработки и производства устройств и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники, а также оптических материалов и элементов; технологические процессы и основные виды оборудования для производства устройств и систем интегральной оптоэлектроники; фундаментальные основы волноводной оптики, свойства и характеристики световых полей, основные законы и модели распространения света, взаимодействие света с веществом и формирования оптических изображений.
- **уметь** обоснованно планировать направление своей деятельности в области квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых приборах и устройствах интегральной оптоэлектроники.
- **владеть** методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых приборов и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники; навыками анализа научно-технической литературы, проведения поисковых исследований и подготовки отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам проведенного анализа и выполненных исследований.

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 |
|----------------------------|-------------|-----------|
| | | 1 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 26 | 26 |

| | | |
|---|-----|-----|
| Лекции | 12 | 12 |
| Практические занятия | 14 | 14 |
| Самостоятельная работа (всего) | 82 | 82 |
| Подготовка к контрольным работам | 10 | 10 |
| Проработка лекционного материала | 6 | 6 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 52 | 52 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 14 | 14 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость ч | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы | 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 | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--|--------|----------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 семестр | | | | | |
| 1 Физические основы оптоэлектроники | 4 | 4 | 22 | 30 | ПК-1 |
| 2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения | 4 | 6 | 34 | 44 | ПК-1, ПК-4 |
| 3 Полупроводниковые фотоприемные приборы | 4 | 4 | 26 | 34 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 12 | 14 | 82 | 108 | |
| Итого | 12 | 14 | 82 | 108 | |

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|-------------------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр | | | |
| 1 Физические основы оптоэлектроники | Особенности оптической электроники. Энергетические характеристики оптического излучения. Когерентность. | 4 | ПК-1 |

| | | | |
|--|--|----|------------|
| | Поляризация электромагнитных волн. Механизм генерации излучения в полупроводниках. Излучатели на основе гетероструктур. Современное состояние оптоэлектронной элементной базы. | | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения | Принцип работы инжекционных излучателей. Разновидности инжекционных лазеров. Устройство и принцип действия полупроводниковых лазеров с гетероструктурами. Особенности полупроводниковых лазеров. | 4 | ПК-1, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Полупроводниковые фотоприемные приборы | Характеристики, параметры и модели фотоприемников. Фотодиоды с p-i-n-структурой. Фотодиоды Шоттки. Фотодиоды с гетероструктурой. Лавинные фотодиоды. Фототранзисторы. Фотодиодные СБИС на основе МОП-транзисторов. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

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 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники | | + | |
| 2 Полупроводниковая оптоэлектроника | + | + | + |

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 | Формы контроля |
|--|--------------|----------------|
|--|--------------|----------------|

| Компетенции | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
|-------------|--------|----------------------|------------------------|---------------------------------------|
| ПК-1 | + | + | + | Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| ПК-4 | + | + | | Контрольная работа, Опрос на занятиях |

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр | | | |
| 1 Физические основы оптоэлектроники | Гармонические плоские волны.Поляризация плоских световых волн | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения | Основные параметры ихарактеристики полупроводниковыхлазеров. Спектральные свойства.Расходимость лазерного излучения.Мощность излученияполупроводниковых лазеров | 6 | ПК-1, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Полупроводниковые фотоприемные приборы | Физические явления вполупроводниковых фотоприемниках.Вольт-амперные и световыехарактеристики фотодиодов. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 14 | |

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 |
|--|---|-----------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 семестр | | | | |
| 1 Физические основы оптоэлектроники | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-1 | Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 12 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 4 | | |
| | Итого | 22 | | |
| 2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1 | Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 20 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 34 | | |
| 3 Полупроводниковые фотоприемные приборы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-1 | Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 20 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 26 | | |
| Итого за семестр | | 82 | | |
| Итого | | 82 | | |

10. Курсовая работа (проект)

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 |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 1 семестр | | | | |
| Контрольная работа | 25 | 25 | | 50 |
| Опрос на занятиях | 15 | 15 | 20 | 50 |
| Итого максимум за период | 40 | 40 | 20 | 100 |
| Нарастающим итогом | 40 | 80 | 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) |
| | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 528 с. [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/book/684> [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/book/684>
2. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / Ефанов В. И. -

2012. 150 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/802> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/802>

12.2. Дополнительная литература

1. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2013. 198 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3709> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/3709>

2. Информационная оптика: Учебное пособие для вузов / Николай Николаевич Евтихийев, Ольга Анатольевна Евтихьева, Игорь Николаевич Компанец ; ред. Н. Н. Евтихийев ; Федеральная целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 годы". - М. : Издательство МЭИ, 2000. - 612 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интегральная и волноводная фотоника: Методические указания к практическим занятиям / Шангин А. С. - 2012. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1106> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/1106>

2. Основы физической и квантовой оптики: Сборник задач для студентов специальности 210401 – Физика и техника оптической связи / Шандаров В. М. - 2012. 59 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2273> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/2273>

3. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Ефанов В. И. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/788> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/788>

4. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2971> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/2971>

5. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к самостоятельной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2972> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/2972>

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. Научно-образовательный портал ТУСУР

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, те-

кущего 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 занятий используется учебная аудитория. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры - 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

Интегральная оптоэлектроника

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Микроэлектроника в информационных и управляющих системах**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**

Кафедра: **МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- доцент каф. ЭП А. И. Башкиров
- заведующий кафедрой каф. ЭП С. М. Шандаров

Зачет: 1 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 |
|------|--|---|
| ПК-1 | готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач | Должен знать основные принципы и методы исследования, разработки и производства устройств и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники, а также оптических материалов и элементов; технологические процессы и основные виды оборудования для производства устройств и систем интегральной оптоэлектроники; |
| ПК-4 | способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | фундаментальные основы волноводной оптики, свойства и характеристики световых полей, основные законы и модели распространения света, взаимодействие света с веществом и формирования оптических изображений.; Должен уметь обоснованно планировать направление своей деятельности в области квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых приборах и устройствах интегральной оптоэлектроники.; Должен владеть методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых приборов и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники; навыками анализа научно-технической литературы, проведения поисковых исследований и подготовки отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам проведенного анализа и выполненных исследований.; |

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 | Обладает диапазоном практических умений, | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует |

| | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|
| | ями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | шенствует 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 ПК-1

ПК-1: готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.

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 принципы и методы исследования, разработки и производства устройств и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники, а также оптических материалов и элементов; технологические процессы и основные виды оборудования для производства устройств и систем интегральной оптоэлектроники; фундаментальные основы волноводной оптики, свойства и характеристики световых полей, основные законы и модели распространения света, взаимодействие света с веществом и формирования оптических изображений. | обоснованно планировать направление своей деятельности в области квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых приборах и устройствах интегральной оптоэлектроники. | методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых приборов и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники; навыками анализа научно-технической литературы, проведения поисковых исследований и подготовки отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам проведенного анализа и выполненных исследований. |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> Практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> Практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> Самостоятельная работа; |

| | | | |
|----------------------------------|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции; • Самостоятельная работа; | |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • 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"> • обладает фактически-ми и теоретическими и знаниями для выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач исследования устройств интегральной оптоэлектроники в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости; | <ul style="list-style-type: none"> • обладает диапазоном практических умений применять методы научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем; | <ul style="list-style-type: none"> • контролирует работу, проводит оценку современных методов научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, совершенствует действия работы; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • факты, принципы, процессы, общие понятия методов научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники в пределах изучаемой области; | <ul style="list-style-type: none"> • обладает диапазоном практических умений применять методы научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемых для решения определенных проблем в области исследования; | <ul style="list-style-type: none"> • берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем современных методов научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • обладает базовыми общими знаниями методов научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники; | <ul style="list-style-type: none"> • обладает основными умениями применять методы научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемыми для выполнения простых задач; | <ul style="list-style-type: none"> • применяет современные методы научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники при прямом наблюдении; |

2.2 Компетенция ПК-4

ПК-4: способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

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 | эффективные методы экспериментальных исследований физических явлений в устройствах интегральной оптоэлектроники. | аргументированно выбирать и реализовывать на практике методы проведения экспериментальных исследований физических явлений в устройствах интегральной оптоэлектроники. | методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств интегральной оптоэлектроники. |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • 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"> • обладает фактически и теоретическими знаниями для выбора методов и средств организации и проведения экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств интегральной оптоэлектроники в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости; | <ul style="list-style-type: none"> • обладает диапазоном практических умений применять методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем; | <ul style="list-style-type: none"> • контролирует работу, проводит оценку современных методов экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, совершенствует действия работы; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • факты, принципы, процессы, общие понятия методов экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники в пределах изучаемой области; | <ul style="list-style-type: none"> • обладает диапазоном практических умений применять методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемых для решения определенных проблем в области исследования; | <ul style="list-style-type: none"> • берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем современных методов экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • обладает базовыми общими знаниями методов экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники; | <ul style="list-style-type: none"> • обладает основными умениями применять методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, тре- | <ul style="list-style-type: none"> • применяет современные методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники при прямом на- |

| | | | |
|--|--|---------------------------------------|-----------|
| | | буемыми для выполнения простых задач; | блюденни; |
|--|--|---------------------------------------|-----------|

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 Темы опросов на занятиях

- Особенности оптической электроники.
- Энергетические характеристики оптического излучения.
- Когерентность. Поляризация электромагнитных волн. Механизм генерации излучения в полупроводниках. Излучатели на основе гетероструктур. Современное состояние оптоэлектронной элементной базы.
- Принцип работы инжекционных излучателей. Разновидности инжекционных лазеров. Устройство и принцип действия полупроводниковых лазеров с гетероструктурами.
- Особенности полупроводниковых лазеров.
- Характеристики, параметры и модели фотоприемников. Фотодиоды с р-і-п - структурой. Фотодиоды Шоттки. Фотодиоды с гетероструктурой. Лавинные фотодиоды. Фототранзисторы. Фотодиодные СБИС на основе МОП - транзисторов.

3.2 Темы контрольных работ

- 1) Энергетические характеристики оптического излучения. Когерентность. Поляризация электромагнитных волн.
- 2) Полупроводниковые приборы когерентного излучения
- 3) Планарные волноводы
- 4) Волоконно-оптические элементы.

3.3 Зачёт

- 1. Временная когерентность, пространственная когерентность. 2. Механизм излучательной рекомбинации. 3. Одинарная гетероструктура, двойная гетероструктура.
- 4. – Внутренний квантовый выход. 5. Прямые и не прямые переходы в полупроводниках. 6. Механизм излучательной рекомбинации. 7. Способы достижения инверсия в полупроводниковом лазере. 8. – Понятие квазиуровня Ферми. 9. Зонная структура вблизи р-п-перехода при инжекции носителей.
- 10. Принцип работы лазера на арсениде галлия. 11. Механизм накачки в инжекционном

лазере. 12.

– Виды чувствительности фотоприемников. 13. Гальванический режим работы фотодиода.

14.

– Фотодиодный режим работы фотодиода. 15. Частотные характеристики р–i–n – диодов.

16.

– Спектральная чувствительность фотодиода Шоттки. 17. Лавинные фотодиоды. 18. Энергетическая

– диаграмма фототранзистора. 19. Принцип действия ПЗС-фотоприемника. 20. Фотодиодные СБИС

– на основе МОП- транзисторов.

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. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 528 с. [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/book/684> [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/book/684>

2. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / Ефанов В. И. - 2012. 150 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/802> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/802>

4.2. Дополнительная литература

1. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2013. 198 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3709> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/3709>

2. Информационная оптика: Учебное пособие для вузов / Николай Николаевич Евтихийев, Ольга Анатольевна Евтихьева, Игорь Николаевич Компанец ; ред. Н. Н. Евтихийев ; Федеральная целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 годы". - М. : Издательство МЭИ, 2000. - 612 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интегральная и волноводная фотоника: Методические указания к практическим занятиям / Шангин А. С. - 2012. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1106> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/1106>

2. Основы физической и квантовой оптики: Сборник задач для студентов специальности 210401 – Физика и техника оптической связи / Шандаров В. М. - 2012. 59 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2273> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/2273>

3. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Ефанов В. И. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/788> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/788>

4. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2971> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/2971>

5. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к самостоятельной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2972> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/2972>

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР