

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

Нелинейная оптика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

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

Направленность (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 | 20 | 20 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 50 | 50 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 38 | 38 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 58 | 58 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е |

Зачет: 7 семестр

Томск 2016

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:

ведущий электроник каф. ЭП _____ Бородин М. В.

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 ЭП ТУСУР _____ Орликов Л. Н.

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов понимания теоретических и физических основ современной нелинейной оптики для последующего использования этих знаний при разработке, эксплуатации, исследовании физических свойств и технических характеристик элементов и устройств нелинейной оптики

1.2. Задачи дисциплины

– развитие навыков проведения научных экспериментов с применением элементов и устройств нелинейной оптики

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Нелинейная оптика» (Б1.В.ДВ.10.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Компьютерное моделирование приборов квантовой и оптической электроники, Математика, Материалы электронной техники, Физика, Физика конденсированного состояния.

Последующими дисциплинами являются: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства, 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-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;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные явления и законы нелинейной оптики; принципы функционирования измерительной аппаратуры; механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов

– **уметь** использовать современные методы анализа для расчёта нелинейного взаимодействия излучения с веществом; строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники; подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; использовать известные методики экспериментальных исследований в области оптики; рассчитывать погрешности измерения и находить способы уменьшения погрешностей; оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов

– **владеть** терминологией, используемой в нелинейной оптике; современными методами анализа и расчёта нелинейного взаимодействия излучения с веществом; методами анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; методиками проведения экспериментальных измерений; программными средствами компьютерного моделирования; методами оценки и уменьшения погрешностей; способами представления физической информации в математической и графической форме

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---------------------------|-------------|----------|
|---------------------------|-------------|----------|

| | | 7 семестр |
|---|-----|-----------|
| Аудиторные занятия (всего) | 50 | 50 |
| Лекции | 20 | 20 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 |
| Из них в интерактивной форме | 38 | 38 |
| Самостоятельная работа (всего) | 58 | 58 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | 12 |
| Проработка лекционного материала | 28 | 28 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 18 | 18 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость час | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 3.0 | 3.0 |

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Введение | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | ПК-1, ПК-2 |
| 2 | Общие вопросы нелинейной оптики | 3 | 4 | 0 | 8 | 15 | ПК-1, ПК-2 |
| 3 | Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах | 4 | 4 | 8 | 17 | 33 | ПК-1, ПК-2 |
| 4 | Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии | 2 | 3 | 0 | 7 | 12 | ПК-1, ПК-2 |
| 5 | Вынужденное рассеяние света | 2 | 0 | 0 | 3 | 5 | ПК-1, ПК-2 |
| 6 | Нелинейные явления в оптических волноводах | 3 | 0 | 0 | 4 | 7 | ПК-1, ПК-2 |
| 7 | Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков | 3 | 7 | 4 | 15 | 29 | ПК-1, ПК-2 |
| 8 | Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 20 | 18 | 12 | 58 | 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 |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 7 семестр | | | |
| 1 Введение | Цели и задачи, предмет и содержание курса. Современное состояние и научная проблематика нелинейной оптики. | 1 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Общие вопросы нелинейной оптики | Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике. Общий подход к описанию нелинейных эффектов второго порядка. Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка. | 3 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 3 | |
| 3 Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах | Генерация волны суммарной частоты при коллинеарном взаимодействии в ниобате лития. Генерация второй гармоники. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники. Генерация второй гармоники при наличии обратного воздействия. Параметрическое усиление. Параметрическая генерация. | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии | Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах. Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках. Методы формирования индуцированных доменов и регулярных доменных структур. | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Вынужденное рассеяние света | Вынужденное комбинационное рассеяние. Вынужденное рассеяние Манделъштама-Бриллюэна. | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Нелинейные явления в оптических волноводах | Волноводная генерация второй гармоники. Генерация гармоник на периодических доменных структурах оптических волноводах. | 3 | ПК-1, ПК-2 |

| | | | |
|--|---|----|------------|
| | Итого | 3 | |
| 7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков | Распространение световых пучков и световых импульсов в нелинейной среде. Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков. Фазовая самомодуляция и компрессия световых импульсов. Временные оптические солитоны. Пространственные оптические солитоны. Пространственные солитоны в фоторефрактивных кристаллах и их взаимодействие | 3 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 3 | |
| 8 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления | Динамическая голография и обращение волнового фронта. Способы обращения волнового фронта и применения. Оптическая бистабильность. Нелинейный интерферометр Фабри-Перо. | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 20 | |

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 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 | Компьютерное моделирование приборов квантовой и оптической электроники | | | + | + | | + | + | + |
| 2 | Математика | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 3 | Материалы электронной техники | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 4 | Физика | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 5 | Физика конденсированного состояния | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 | Взаимодействие оптического излучения с веществом | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 | Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 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

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | |
| ПК-1 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях |
| ПК-2 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях |

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|--|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| 7 семестр | | | | |
| Работа в команде | 4 | 4 | | 8 |
| Решение ситуационных задач | 6 | 6 | | 12 |
| Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением | | | 10 | 10 |
| Мозговой штурм | 2 | | | 2 |
| Исследовательский метод | | | 6 | 6 |
| Итого за семестр: | 12 | 10 | 16 | 38 |
| Итого | 12 | 10 | 16 | 38 |

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 | | | |
| 3 Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах | Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 1. Исследование кривых углового синхронизма | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 2. Исследование кривых температурного синхронизма | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков | Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 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 | | | |
| 2 Общие вопросы нелинейной оптики | Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах | Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах. | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии | Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии | 3 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 3 | |
| 7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков | Распространение световых пучков в нелинейной среде. Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков. Пространственные оптические солитоны | 7 | ПК-1, ПК-2 |

| | | | |
|------------------|-------|----|--|
| | Итого | 7 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|----------------|-------------------------|--|
| 7 семестр | | | | |
| 1 Введение | Проработка лекционного материала | 2 | ПК-1, ПК-2 | Опрос на занятиях |
| | Итого | 2 | | |
| 2 Общие вопросы нелинейной оптики | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-1, ПК-2 | Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-1, ПК-2 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 5 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 17 | | |
| 4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-1, ПК-2 | Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 5 Вынужденное рассеяние света | Проработка лекционного материала | 3 | ПК-1, ПК-2 | Опрос на занятиях |
| | Итого | 3 | | |
| 6 Нелинейные явления в оптических волноводах | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-1, ПК-2 | Опрос на занятиях |
| | Итого | 4 | | |
| 7 Самофокусировка и самодефокусировка | Подготовка к практическим занятиям, | 7 | ПК-1, ПК-2 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной |

| | | | | |
|--|--|----|---------------|-------------------|
| световых пучков | семинарам | | | работе |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 15 | | |
| 8 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления | Проработка лекционного материала | 2 | ПК-1, ПК-2 | Опрос на занятиях |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 58 | | |
| Итого | | 58 | | |

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 | | | | |
| Опрос на занятиях | 15 | 15 | 19 | 49 |
| Отчет по лабораторной работе | 16 | 16 | 19 | 51 |
| Итого максимум за период | 31 | 31 | 38 | 100 |
| Нарастающим итогом | 31 | 62 | 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 | В (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | С (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 65 - 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64 | Е (посредственно) |
| | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2059>, свободный.
2. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/750>, свободный.
3. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1553>, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. Учебное пособие – М., Издательство МЭИ, 2000. - 516 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)
2. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 2001. – 574 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 150 экз.)
3. Прикладная нелинейная оптика: учебное пособие / П. П. Гейко. – Томск: ТУСУР, 2007. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе по курсам "Нелинейная оптика" и "Когерентная оптика и голография" для студентов направлений 200700 "Фотоника и оптоинформатика" и 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2014. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4103>, свободный.
2. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах : Методические указания к лабораторной работе / Шандаров С. М., Бородин М. В. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1893>, свободный.
3. Нелинейная оптика: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шандаров С. М. - 2014. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4110>, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал ТУСУР
2. Библиотека ТУСУР

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Экспериментально-измерительные установки для проведения лабораторных работ по дисциплине

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

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

Нелинейная оптика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

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

Направленность (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:

– ведущий электроник каф. ЭП Бородин М. В.

Зачет: 7 семестр

Томск 2016

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 | способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | Должен знать основные явления и законы нелинейной оптики; принципы функционирования измерительной аппаратуры; механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов; Должен уметь использовать |
| 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 | современные методы анализа для расчёта нелинейного взаимодействия излучения с веществом; строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники; подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; использовать известные методики экспериментальных исследований в области оптики; рассчитывать погрешности измерения и находить способы уменьшения погрешностей; оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов; Должен владеть терминологией, используемой в нелинейной оптике; современными методами анализа и расчёта нелинейного взаимодействия излучения с веществом; методами анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; методиками проведения экспериментальных измерений; программными средствами компьютерного моделирования; методами оценки и уменьшения погрешностей; способами представления физической информации в математической и графической форме; |

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 | Знать | Уметь | Владеть |
|--------------|-------|-------|---------|
|--------------|-------|-------|---------|

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|--|
| критерии | | | |
| 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 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 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|-------------------|--|---|--|
| Содержание этапов | основные явления и законы нелинейной оптики | использовать современные методы анализа для расчёта нелинейного взаимодействия излучения с веществом; строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники | терминологией, используемой в нелинейной оптике; методами анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; программными средствами компьютерного моделирования |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; |

| | | | |
|----------------------------------|---|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • 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"> • студент анализирует связи между различными понятиями нелинейной оптики; • студент представляет способы и результаты использования различных физических моделей нелинейных процессов; • студент математически обосновывает выбор метода и план решения задачи; | <ul style="list-style-type: none"> • студент самостоятельно выбирает и использует оптимальный метод анализа нелинейного взаимодействия излучения с веществом применительно к задаче; • студент самостоятельно строит модели процессов, лежащих в основе приборов и устройств оптической электроники; | <ul style="list-style-type: none"> • Студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике;; • Студент самостоятельно выбирает и корректно применяет оптимальные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • Студент самостоятельно выбирает и корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • студент понимает связи между различными понятиями нелинейной оптики; • студент имеет представление о физических моделях нелинейных процессов; • студент аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; • студент графически иллюстрирует задачу; | <ul style="list-style-type: none"> • студент корректно применяет известные методы анализа нелинейного взаимодействия излучения с веществом; • студент корректно использует существующие модели оптических процессов для анализа функционирования устройств оптической электроники; | <ul style="list-style-type: none"> • Студент корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования; • Студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике;; • Студент корректно применяет различные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; |

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • студент дает определения основных понятий нелинейной оптики; • студент дает описание основных процессов, явлений нелинейной оптики; • студент знает основные методы решения типовых задач; | <ul style="list-style-type: none"> • студент с незначительными ошибками применяет известные методы анализа нелинейного взаимодействия излучения с веществом, и умеет корректировать свою работу при обнаружении указанных ошибок; • студент с незначительными ошибками использует существующие модели оптических процессов для анализа функционирования устройств оптической электроники и способен исправлять ошибки при обнаружении; | <ul style="list-style-type: none"> • Студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике;; • Студент с незначительными ошибками применяет известные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • Студент использует известные программные средства компьютерного моделирования для решения стандартных задач; |
|---------------------------------------|--|--|--|

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 | основные явления и законы нелинейной оптики; принципы функционирования измерительной аппаратуры; механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов | подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; использовать известные методики экспериментальных исследований в области оптики; рассчитывать погрешности измерения и находить способы уменьшения погрешностей; оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов | терминологией, используемой в нелинейной оптике; методиками проведения экспериментальных измерений; методами оценки и уменьшения погрешностей; способами представления физической информации в математической и графической форме |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия; | • Интерактивные практические занятия; | • Интерактивные практические занятия; |

| | | | |
|----------------------------------|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • 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"> • студент знает основные явления и законы нелинейной оптики, понимает связь между ними, самостоятельно анализирует процессы нелинейного взаимодействия излучения с веществом; • студент знает принципы функционирования измерительной аппаратуры, ее рабочий диапазон и ограничения; • студент знает механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов; • студент знает методики уменьшения погрешностей как при измерении, так и при обработке результатов; | <ul style="list-style-type: none"> • студент способен самостоятельно подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; • студент умеет выбирать и использовать оптимальные методики экспериментальных исследований; • студент умеет самостоятельно корректно рассчитывать погрешности измерения и находить способы уменьшения погрешностей; • студент умеет корректно оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов и находить способы уменьшения погрешностей ; | <ul style="list-style-type: none"> • студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике; • студент владеет методиками проведения экспериментальных измерений, обработки и анализа результатов; • студент владеет методами оценки и уменьшения погрешностей; • студент владеет способами представления физической информации в математической и графической форме; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • студент знает основные явления и законы нелинейной | <ul style="list-style-type: none"> • студент способен самостоятельно подбирать и | <ul style="list-style-type: none"> • студент владеет терминологией, используемой в |

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|--|
| | <p>оптики, понимает связь между ними;</p> <ul style="list-style-type: none"> • студент знает принципы функционирования измерительной аппаратуры, ее рабочий диапазон и ограничения; • студент знает механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов; | <p>использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы;</p> <ul style="list-style-type: none"> • студент умеет использовать известные методики экспериментальных исследований; • студент умеет самостоятельно корректно рассчитывать погрешности измерения; • студент умеет корректно оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов; | <p>нелинейной оптике;</p> <ul style="list-style-type: none"> • студент владеет методиками проведения экспериментальных измерений и обработки результатов; • студент владеет методами оценки погрешностей; • студент владеет способами представления физической информации в математической и графической форме; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • студент знает принципы функционирования измерительной аппаратуры; • студент знает основные явления и законы нелинейной оптики; | <ul style="list-style-type: none"> • студент способен подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; • студент умеет использовать известные методики экспериментальных исследований; • студент умеет пользоваться справочной литературой; | <ul style="list-style-type: none"> • студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике; • студент владеет методиками проведения экспериментальных измерений и обработки результатов; • студент владеет стандартными программными средствами для создания отчетов, презентаций; |

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

- Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
- Общий подход к описанию нелинейных эффектов второго порядка
- Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка
- Генерация волны суммарной частоты при коллинеарном взаимодействии в ниобате лития
- Генерация второй гармоники
- Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники
- Генерация второй гармоники при наличии обратного воздействия
- Параметрическое усиление
- Параметрическая генерация

- Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах
- Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках
- Методы формирования индуцированных доменов и регулярных доменных структур
- Вынужденное комбинационное рассеяние
- Вынужденное рассеяние Манделъштама-Бриллюэна
- Волноводная генерация второй гармоники
- Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах
- Распространение световых пучков и световых импульсов в нелинейной среде
- Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков
- Фазовая самомодуляция и компрессия световых импульсов
- Временные оптические солитоны
- Пространственные оптические солитоны
- Пространственные солитоны в фоторефрактивных кристаллах и их взаимодействие
- Динамическая голография и обращение волнового фронта
- Способы обращения волнового фронта и применения
- Оптическая бистабильность
- Нелинейный интерферометр Фабри-Перо

3.2 Темы лабораторных работ

- Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 1. Исследование кривых углового синхронизма
- Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 2. Исследование кривых температурного синхронизма
- Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения

3.3 Зачёт

- Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
- Общий подход к описанию нелинейных эффектов второго порядка
- Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка
- Генерация волны суммарной частоты при коллинеарном взаимодействии в ниобате лития
- Генерация второй гармоники
- Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники
- Генерация второй гармоники при наличии обратного воздействия
- Параметрическое усиление
- Параметрическая генерация
- Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах
- Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках
- Методы формирования индуцированных доменов и регулярных доменных структур
- Вынужденное комбинационное рассеяние
- Вынужденное рассеяние Манделъштама-Бриллюэна
- Волноводная генерация второй гармоники
- Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах
- Распространение световых пучков и световых импульсов в нелинейной среде
- Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков
- Фазовая самомодуляция и компрессия световых импульсов
- Временные оптические солитоны
- Пространственные оптические солитоны
- Пространственные солитоны в фоторефрактивных кристаллах и их взаимодействие
- Динамическая голография и обращение волнового фронта
- Способы обращения волнового фронта и применения
- Оптическая бистабильность
- Нелинейный интерферометр Фабри-Перо

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. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2059>, свободный.
2. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/750>, свободный.
3. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1553>, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. Учебное пособие – М., Издательство МЭИ, 2000. - 516 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)
2. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 2001. – 574 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 150 экз.)
3. Прикладная нелинейная оптика: учебное пособие / П. П. Гейко. – Томск: ТУСУР, 2007. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе по курсам "Нелинейная оптика" и "Когерентная оптика и голография" для студентов направлений 200700 "Фотоника и оптоинформатика" и 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2014. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4103>, свободный.
2. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах : Методические указания к лабораторной работе / Шандаров С. М., Бородин М. В. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1893>, свободный.
3. Нелинейная оптика: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шандаров С. М. - 2014. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4110>, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал ТУСУР
2. Библиотека ТУСУР