**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Волноводная фотоника

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Практические занятия | 46 | 46 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 8 | 8 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 90 | 90 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 6 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е. |

Экзамен: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 41789

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

старший преподаватель каф. ЭП _____ М. В. Бородин

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

Профессор кафедры электронных приборов (ЭП) _____ Л. Н. Орликов

Доцент кафедры электронных приборов (ЭП) _____ А. И. Аксенов

Согласована на портале № 41789

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

усвоение студентами физических основ функционирования, фундаментальных пределов и ограничений устройств волноводной фотоники

### 1.2. Задачи дисциплины

– формирование ясной физической картины распространения оптического излучения в планарных световодах;

– комплексный анализ механизмов акусто-, электро- и магнито-оптического взаимодействий излучения со средой распространения;

– сравнительный анализ методов модуляции излучения, ограничения накладываемые этими методами на оптико – электронные устройства и устройства интегральной фотоники;

– ознакомление с уровнем современного развития волноводной и интегральной фотоники, тенденциями ее дальнейшего развития

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Волноводная фотоника» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Преддипломная практика, Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики, Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики, Фоторефрактивная и нелинейная оптика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-2 способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;

– ПК-5 способностью владеть приемами практического решения задач выбора и оценки эффективности различных архитектурных и структурных решений при компьютерном моделировании;

– ПК-9 способностью использовать оптические методы для решения задач распознавания образов и искусственного интеллекта;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** физические основы функционирования, фундаментальные пределы и ограничения устройств волноводной фотоники

– **уметь** строить математические и физические модели процессов распространения оптического излучения в волноводных средах; проводить комплексный анализ причин и механизмов потерь оптического излучения, дисперсионных характеристик волноводов; проводить сравнительный анализ методов модуляции излучения.

– **владеть** терминологией, используемой в интегральной и волноводной фотонике; навыками моделирования и исследования процессов распространения световых волн в оптических волноводах; современными методами и подходами при разработке и эксплуатации устройств и систем волноводной фотоники.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 1 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |
| Практические занятия | 46 | 46 |

Согласована на портале № 41789

| | | |
|---|---|---|
| Лабораторные работы | 8 | 8 |
| Самостоятельная работа (всего) | 90 | 90 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 32 | 32 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 58 | 58 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы | 5.0 | 5.0 |

## 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 | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | | | |
| 1 Основные соотношения для описания плоских волн | 12 | 0 | 16 | 28 | ПК-2, ПК-5 |
| 2 Планарные и канальные оптические волноводы | 12 | 4 | 32 | 48 | ПК-2, ПК-5, ПК-9 |
| 3 Материалы и методы формирования планарных и канальных волноводно-оптических элементов | 10 | 0 | 10 | 20 | ПК-2, ПК-5 |
| 4 Пассивные и управляющие интегрально-оптические элементы; приборы волноводной фотоники | 12 | 4 | 32 | 48 | ПК-2, ПК-5, ПК-9 |
| Итого за семестр | 46 | 8 | 90 | 144 | |
| Итого | 46 | 8 | 90 | 144 | |

### 5.2. 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 5.2.

Таблица 5.2 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники | | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Защита выпускной квалификационной рабо- | + | + | + | + |

Согласована на портале № 41789

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ты, включая подготовку к защите и процедуру защиты | | | | |
| 2 Преддипломная практика | + | + | + | + |
| 3 Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики | | + | + | + |
| 4 Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики | + | + | + | + |
| 5 Фоторефрактивная и нелинейная оптика | + | + | + | + |

**5.3. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-2 | + | + | + | Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-5 | + | + | + | Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-9 | | + | + | Отчет по лабораторной работе, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | |
| 2 Планарные и канальные оптические волноводы | Исследование поляризационных свойств планарного оптического волновода в ниобате лития, полученного методом ионной имплантации | 4 | ПК-2, ПК-5, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Пассивные и управляющие интегрально-оптические элементы; приборы волноводной фотоники | Исследование планарных отпических волноводов | 4 | ПК-2, ПК-5, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 41789

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 8 | |

## 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 Основные соотношения для описания плоских волн | Расчет характеристик поля и поляризации плоских световых волн | 12 | ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| 2 Планарные и канальные оптические волноводы | Расчет параметров и дисперсионных характеристик планарных оптических волноводов | 12 | ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| 3 Материалы и методы формирования планарных и канальных волноводно-оптических элементов | Расчет конструктивных и технологических параметров волноводных элементов | 10 | ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 10 | |
| 4 Пассивные и управляющие интегрально-оптические элементы; приборы волноводной фотоники | Расчет характеристик модуляторов света на основе планарных оптических волноводов | 12 | ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 46 | |

## 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 Основные соотношения для описания плоских волн | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16 | ПК-2, ПК-5 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Итого | 16 | | |
| 2 Планарные и канальные оптические волноводы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16 | ПК-2, ПК-5, ПК-9 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | | |

Согласована на портале № 41789

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Итого | 32 | | |
| 3 Материалы и методы формирования планарных и канальных волноводно-оптических элементов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ПК-2, ПК-5 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Пассивные и управляющие интегрально-оптические элементы; приборы волноводной фотоники | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16 | ПК-2, ПК-5, ПК-9 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | | |
| | Итого | 32 | | |
| Итого за семестр | | 90 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 126 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 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 | | | | |
| Опрос на занятиях | 12 | 12 | 6 | 30 |
| Отчет по лабораторной работе | 15 | 15 | | 30 |
| Тест | | | 10 | 10 |
| Итого максимум за период | 27 | 27 | 16 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 27 | 54 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице

Согласована на портале № 41789

11.3.
Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Основы физической и квантовой оптики [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750 (дата обращения: 02.08.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553 (дата обращения: 02.08.2018).
2. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб. Лань, 2011.- 528 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150 (дата обращения: 02.08.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование планарных отпических волноводов [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / В. М. Шандаров, Г. Г. Кущ - 2011. 20 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/117 (дата обращения: 02.08.2018).
2. Исследование поляризационных свойств планарного оптического волновода в ниобате лития, полученного методом ионной имплантации [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / В. М. Шандаров, В. Г. Круглов - 2011. 6 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/62 (дата обращения: 02.08.2018).
3. Волоконно-оптические устройства и приборы [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / В. М. Шандаров - 2018. 40 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7347 (дата обращения: 02.08.2018).

#### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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:**

Согласована на портале № 41789

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

2. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии: www.elibrary.ru (доступ свободный)

3. Интернет библиотека с доступом к реферативным и полнотекстовым статьям и материалам конференций: www.ieeexplore.ieee.org (бессрочно без подписки)

4. 88 естественно-научных журналов, включая старейший и один из самых авторитетных научных журналов Nature: www.nature.com (доступ свободный)

5. SpringerLink. Более 3 000 журналов Springer 1997 – 2018 гг. Более 80 000 электронных книг Springer 2005 – 2010 гг. и 2011 – 2017 гг., включая монографии, справочники и труды конференций: rd.springer.com (ресурс доступен по IP-адресам ТУСУРа)

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 111 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Учебный стенд «Оптика» (2 шт.);
- Осциллограф С 1-93;
- Источник питания ТВ-1;
- Источник питания Б5-43;
- Генератор импульсов Г5-54 (3 шт.);
- Генератор импульсов Г5-56;
- Вольтметр В7-78/1;
- Мультиметр FLUKE 8845A;
- Осциллограф TEKTRONIX TDS 2012C;
- Источник питания Mastech HY 3002D-2;
- Лабораторные стенды: «Электрооптический эффект» (2 шт.), «Фазовый портрет»;
- Компьютер (2 шт.);

Согласована на портале № 41789

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– OpenOffice

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

**14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

**14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

**14.1.1. Тестовые задания**

| | |
|---|---|
| 1. Распределение светового поля в планарном | излучательной модой |

Согласована на портале № 41789

| | |
|---|---|
| волноводе, когда полное внутреннее отражение отсутствует, и свет частично проходит через волноводный слой в подложку и в покровную среду, называется … | излучательной модой подложки |
| | волноводной модой |
| | модой свободного пространства |

| | |
|---|---|
| 2. Распределение светового поля в пленочном планарном волноводе, когда распространяющаяся в подложке волна преломляется на границе раздела пленка-подложка, испытывает полное внутреннее отражение на границе пленка–покровный слой и преломляется снова в подложку, называется … | модой свободного пространства |
| | излучательной модой подложки |
| | излучательной модой |
| | волноводной модой |

| | |
|---|---|
| 3. Распределение светового поля в пленочном планарном волноводе, когда свет на обеих границах пленки испытывает полное внутреннее отражение, и при некоторых дискретных углах падения на границы раздела пленки с подложкой и покровной средой распространяется в пленке без потерь мощности, называется … | излучательной модой |
| | излучательной модой подложки |
| | волноводной модой |
| | модой свободного пространства |

| | |
|---|---|
| 4. В поперечно-электрической моде TE, распространяющейся вдоль оси $z$ по планарному волноводу, нормалью к поверхности которого является ось $x$, отличны от нуля компоненты электромагнитного поля … | $E_x, E_y$ и $H_z$ |
| | $E_x, E_z$ и $H_y$ |
| | $H_x, H_y$ и $E_z$ |
| | $H_x, H_z$ и $E_y$ |

| | |
|---|---|
| 5. При падении на плоскую границу раздела двух прозрачных сред плоской световой волны под углом Брюстера … | модуль коэффициента отражения $\lvert R_{\perp} \rvert$ для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, стремится к единице |
| | модуль коэффициента отражения $\lvert R_{\parallel} \rvert$ для составляющей вектора поляризации в плоскости падения стремится к единице |
| | модуль коэффициента отражения $\lvert R_{\parallel} \rvert$ для составляющей вектора поляризации в плоскости падения обращается в нуль |

Согласована на портале № 41789

| | |
|---|---|
| | модуль коэффициента отражения $\left\|R_{\perp}\right\|$ для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, обращается в нуль |

| | |
|---|---|
| 6. Полное внутреннее отражение плоских световых волн на границе раздела сред с показателями преломления $n_1$ и $n_2$ … | наблюдается только для волн, поляризованных нормально к плоскости падения |
| | наблюдается при их падении из оптически более плотной среды на менее плотную под углом $\theta_i > \arcsin(n_2 / n_1)$ |
| | наблюдается только для волн, поляризованных в плоскости падения |
| | наблюдается при их падении из оптически менее плотной среды на более плотную под углом $\theta_i > \arcsin(n_2 / n_1)$ |

| | |
|---|---|
| 7. Нелинейно-оптические эффекты обнаруживаются по … | влиянию интенсивности светового поля на характер оптических явлений |
| | влиянию длины волны света на показатель преломления оптических материалов |
| | влиянию поляризации света на оптическое поглощение в оптических материалах |
| | влиянию степени монохроматичности света на контраст интерференционной картины |

| | |
|---|---|
| 8. Условием проявления оптической нелинейности среды является зависимость относительной диэлектрической проницаемости материала от: | напряженности светового поля |
| | длины волны света |
| | поляризации светового излучения |
| | начальной фазы световой волны |

| | |
|---|---|
| 9. Самофокусировка светового пучка происходит в среде, где … | фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине увеличиваются с интенсивностью света |
| | фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине уменьшаются с интенсивностью |

Согласована на портале № 41789

| | |
|---|---|
| | света |
| | фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют положительный знак и увеличиваются с интенсивностью света |
| | показатель преломления не зависит от интенсивности светового пучка |

| | |
|---|---|
| 10. В поперечно-магнитной моде ТМ, распространяющейся вдоль оси $z$ по планарному волноводу, нормалью к поверхности которого является ось $x$, отличны от нуля компоненты электромагнитного поля … | $H_y$, $E_x$ и $E_z$ |
| | $H_z$, $E_x$ и $E_y$ |
| | $H_x$, $E_y$ и $E_z$ |
| | $H_x$, $H_z$ и $E_y$ |

| | |
|---|---|
| 11. Самодефокусировка светового пучка происходит в среде, где … | фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине увеличиваются с интенсивностью света |
| | фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине уменьшаются с интенсивностью света |
| | фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют положительный знак и увеличиваются с интенсивностью света |
| | показатель преломления не зависит от интенсивности светового пучка |

| | |
|---|---|
| 12. Эффективный показатель преломления волноводной моды определяется, как … | отношение постоянной распространения света в вакууме к постоянной распространения в оптическом волноводе |
| | отношение постоянной распространения света в оптическом волноводе к постоянной распространения в вакууме |
| | отношение постоянной распространения света в волноводном слое к постоянной распространения в подложке |
| | отношение постоянной распространения |

Согласована на портале № 41789

| | |
|---|---|
| | света в подложке к постоянной распространения света в волноводном слое. |

| | |
|---|---|
| 13. При генерации второй оптической гармоники: | один фотон на частоте накачки порождает два фотона на частоте второй гармоники |
| | один фотон на частоте накачки порождает один фотон на частоте второй гармоники |
| | два фотона на частоте накачки порождают один фотон на частоте второй гармоники |
| | два фотона на частоте накачки порождают два фотона на частоте второй гармоники |

| | |
|---|---|
| 14. Угловой синхронизм при генерации второй гармоники может быть реализован: | в кубических кристаллах без центра симметрии |
| | в оптически изотропных средах |
| | в гиротропных кубических кристаллах |
| | в оптически отрицательных одноосных кристаллах без центра симметрии |

| | |
|---|---|
| 15. Эффективный показатель преломления волноводной моды в пленочном волноводе изменяется в пределах … | от показателя преломления покровной среды до показателя преломления подложки |
| | от показателя преломления покровной среды до показателя преломления волноводного слоя |
| | от показателя преломления подложки до показателя преломления волноводного слоя |
| | от нуля до показателя преломления покровной среды |

| | |
|---|---|
| 16. Четвертьволновая пластинка используется для... | поворота плоскости поляризации |
| | подавления света в заданном спектральном диапазоне |
| | преобразования линейно-поляризованного света в свет с круговой или эллиптической поляризацией |

Согласована на портале № 41789

| | |
|---|---|
| | фокусировки |

| | |
|---|---|
| 17. Полуволновая пластинка используется для ... | поворота плоскости поляризации |
| | подавления света в заданном спектральном диапазоне |
| | преобразования линейно-поляризованного света в свет с круговой или эллиптической поляризацией |
| | фокусировки |

| | |
|---|---|
| 18. Эффективный показатель преломления излучательной моды подложки в пленочном волноводе изменяется в пределах … | от нуля до показателя преломления покровной среды |
| | от показателя преломления подложки до показателя преломления волноводного слоя |
| | от показателя преломления покровной среды до показателя преломления волноводного слоя |
| | от показателя преломления покровной среды до показателя преломления подложки |

| | |
|---|---|
| 19. В прозрачной среде с нормальной дисперсией световой импульс... | расплывается |
| | сжимается |
| | увеличивается по амплитуде |
| | разбивается на несколько импульсов |

| | |
|---|---|
| 20. Критическая толщина волноводного слоя *h*, при которой для данной волноводной моды наступает отсечка … | уменьшается с ростом длины световой волны λ и соответствует равенству эффективного показателя преломления волноводной моды показателю преломления подложки |
| | увеличивается с ростом длины световой волны λ и соответствует равенству эффективного показателя преломления волноводной моды показателю преломления подложки |
| | увеличивается с ростом длины световой волны λ и соответствует равенству эффективного показателя преломления волноводной моды показателю преломления |

Согласована на портале № 41789

| | |
|---|---|
| | волноводного слоя |
| | уменьшается с ростом длины световой волны λ и соответствует равенству эффективного показателя преломления волноводной моды показателю преломления покровной среды |

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Система уравнений электромагнитного поля для
диэлектрической среды.
2. Отражение света от плоской границы.
3. Полное внутреннее отражение света.
4. Планарный оптический волновод: моды волновода - направляемые, вытекающие, излучательные; ТЕ и ТМ моды.
5. Формирование направляемых мод с позиций геометрической оптики и дисперсионное уравнение планарного волновода.
6. Электромагнитная теория планарного диэлектрического волновода.
7. Вывод дисперсионного уравнения и дисперсионные кривые; нормированные параметры и обобщенные дисперсионные кривые.
8. Планарные волноводы со ступенчатым и градиентным профилями показателя преломления.
9. Дисперсионное уравнение для градиентного планарного волновода.
10. Механизмы потерь света в оптических волноводах.
11. Канальные оптические волноводы: основные типы канальных волноводов; моды канальных
оптических волноводов.
12. Основные материалы интегральной оптики: аморфные диэлектрики, полупроводниковые материалы, электрооптические кристаллы.
13. Методы эпитаксии в формировании полупроводниковых волноводно-оптических элементов.
14. Методы диффузии, ионного обмена, ионной имплантации в формировании волноводно-оптических элементов в диэлектрических кристаллических материалах.
15. Типичные характеристики волноводно-оптических элементов при использовании разных методов формирования
16. Пассивные интегрально-оптические компоненты: линзы, призмы, зеркала, расщепители пучков, направленные ответвители, поляризаторы. Методы формирования, характеристики.
17. Управляющие элементы интегральной оптики на основе электрооптического и акустооптического эффектов: модуляторы, дефлекторы, преобразователи частоты и поляризации света.
18. Интегрально-оптические лазеры и датчики физических величин.

### 14.1.3. Темы опросов на занятиях

1. Расчет характеристик поля и поляризации плоских световых волн
2. Расчет параметров и дисперсионных характеристик планарных оптических волноводов
3. Расчет конструктивных и технологических параметров волноводных элементов
4. Расчет характеристик модуляторов света на основе планарных оптических волноводов

### 14.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование поляризационных свойств планарного оптического волновода в ниобате лития, полученного методом ионной имплантации
2. Исследование планарных оптических волноводов

## 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополни-

Согласована на портале № 41789

тельные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | 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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 41789