**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

# Материалы нелинейной оптики

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 20 | 20 | часов |
| 2 | Практические занятия | 20 | 20 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 14 | 14 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 54 | 54 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Экзамен: 7 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 30390

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) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 03.09.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент каф. ЭП | _____ | М. Г. Кистенева |
| 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 ЭП | _____ | Л. Н. Орликов |
| Доцент кафедры электронных приборов (ЭП) | _____ | А. И. Аксенов |

Согласована на портале № 30390

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов

знаний о физико-химических свойствах материалов нелинейной оптики,

способности к проведению измерений и исследования по заданной методике оптических свойств материалов нелинейной оптики,

способности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Получение студентами базовых знаний в области технологии производства нелинейно-оптических и электрооптических кристаллов;

– Получение студентами базовых знаний по методам легирования нелинейно-оптических и электрооптических кристаллов и их послеростовой обработки;

– Формирование основных представлений о способах получения материалов со свойствами, требуемыми для применений в устройствах и системах нелинейной оптики, управления лазерным излучением, динамической голографии.

–

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Материалы нелинейной оптики» (Б1.В.ДВ.13.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Интегральная оптика, Материалы интегральной оптики, Оптическая физика, Оптическое материаловедение, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Когерентная оптика и голография, Нелинейная оптика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат;

– ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** Группы кристаллов, используемых для создания преобразователей лазерного изучения, параметрических генераторов света, оптических модуляторов, и их свойства; группы кристаллов, используемых для формирования динамических голограмм за счет явления фоторефракции; этапы технологических процессов и оборудование для выращивания оптических кристаллов из расплавов и высокотемпературных растворов; методы послеростовой обработки выращенных кристаллов для получения материалов с заданными свойствами.

– **уметь** Рационально выбирать оптические материалы, используемые в нелинейной оптике, электрооптике, динамической голографии, в зависимости от предъявляемых к ним технических требований; рационально выбирать процессы послеростовой обработки кристаллов, с учетом результатов входного контроля параетров выращенного кристалла и требований к изготавливаемым из него элементам; организовать процесс входного контроля параметров выращенного кристалла и выходного контроля параметров оптических элементов изготовленных из него.

– **владеть** Способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике, навыками проведения измерений оптических свойств материалов нелинейной оптики.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 30390

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |
| Лекции | 20 | 20 |
| Практические занятия | 20 | 20 |
| Лабораторные работы | 14 | 14 |
| Самостоятельная работа (всего) | 54 | 54 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 14 | 14 |
| Проработка лекционного материала | 20 | 20 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | 20 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

## 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 | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | | | |
| 1 Введение. Классификация нелинейных оптических материалов | 2 | 4 | 0 | 6 | 12 | ОПК-3, ПК-3 |
| 2 Нелинейные оптические эффекты | 4 | 4 | 6 | 14 | 28 | ОПК-3, ПК-3 |
| 3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 | ОПК-3, ПК-3 |
| 4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP | 4 | 4 | 0 | 8 | 16 | ОПК-3, ПК-3 |
| 5 Фоторефрактивные кристаллы | 4 | 4 | 4 | 12 | 24 | ОПК-3, ПК-3 |
| 6 Материалы для генерации когерентного излучения | 2 | 4 | 0 | 6 | 12 | ОПК-3, ПК-3 |
| Итого за семестр | 20 | 20 | 14 | 54 | 108 | |
| Итого | 20 | 20 | 14 | 54 | 108 | |

Согласована на портале № 30390

**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. Классификация нелинейных оптических материалов | Классификация нелинейных оптических материалов и нелинейно-оптических эффектов. Линейные и нелинейные оптические материалы. Принципы отбора веществ, перспективных для применения в нелинейной оптике. | 2 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Нелинейные оптические эффекты | Генерация второй гармоники. Акустооптические и магнитооптические эффекты. Люминесценция. Фотохромизм. Фоторефракция. Фотовольтаический эффект. | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана | Кристаллы на основе оксидов ниобия, тантала и титана. Описание монокристаллов по справочнику. Методы выращивания кристаллов ниобатов, танталатов. Дефекты структуры кристаллов ниобатов и танталатов. Двойникование. Монододоменизация кристаллов | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP | Нелинейные кристаллы семейства KTP. Бораты лития, бария. Водорастворимые нелинейные кристаллы KDP ($KH_2PO_4$) и иодаты лития. Расствор-расплавный метод выращивания кристаллов семейства KTP и боратов. | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Фоторефрактивные кристаллы | Фоторефрактивный эффект в кислородно-октаэдрических кристаллах. Основные причины фоторефракции. Фоторефракция в практически важных кристаллах: ниобат лития, ниобат бария-стронция, ниобат бария-натрия, ниобат калия. Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение как способ управления характеристиками фоторефрактивной голографической записи. | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Материалы для генерации когерентного излучения | Требования, предъявляемые к лазерным материалам. Свойства основных лазерных материалов: алюмоиттриевого граната, галий-скандий-гадолиниевого граната, алюмината иттрия, калий- недим-фосфатного стекла. Материалы, используемые для мини-лазеров. | 2 | ОПК-3, ПК-3 |

Согласована на портале № 30390

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Взаимодействие оптического излучения с веществом | + | + | | | | + |
| 2 Интегральная оптика | + | + | | | | + |
| 3 Материалы интегральной оптики | + | + | | | | + |
| 4 Оптическая физика | + | + | | | | + |
| 5 Оптическое материаловедение | | | + | + | + | + |
| 6 Химия | | | + | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Когерентная оптика и голография | + | + | | | | + |
| 2 Нелинейная оптика | + | + | | | | + |

### 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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-3 | + | + | + | + | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест |
| ПК-3 | + | + | + | + | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 30390

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 2 Нелинейные оптические эффекты | Исследование генерации второй гармоники в кристаллах ниобата лития | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана | Исследование анизотропии оптических свойств кристаллов ниобата лития | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Фоторефрактивные кристаллы | Определение электрооптических параметров анизотропных кристаллов | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 14 | |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 1 Введение. Классификация нелинейных оптических материалов | Линейные и нелинейные оптические материалы | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Нелинейные оптические эффекты | Электрооптические, акустооптические и магнитооптические эффекты и кристаллы. | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP | Кристаллы семейства титанилфосфата калия | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Фоторефрактивные кристаллы | Нелинейные фоторефрактивные кристаллы | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Материалы для генерации когерентного излучения | Лазерные материалы | 4 | ОПК-3, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 30390

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 20 | |

## 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. Классификация нелинейных оптических материалов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Нелинейные оптические эффекты | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3, ПК-3 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана | Проработка лекционного материала | 4 | ОПК-3, ПК-3 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 5 Фоторефрактивные кристаллы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3, ПК-3 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 6 Материалы для | Подготовка к практиче- | 4 | ОПК-3 | Конспект самоподготов- |

Согласована на портале № 30390

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| генерации когерентного излучения | ским занятиям, семинарам | | | ки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 90 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

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 |
|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | |
| Выступление (доклад) на занятии | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Конспект самоподготовки | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Опрос на занятиях | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Отчет по лабораторной работе | | 8 | 8 | 16 |
| Итого максимум за период | 18 | 26 | 26 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 18 | 44 | 70 | 100 |

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

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|

Согласована на портале № 30390

| | | |
|---|---|---|
| | экзамен | |
| 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. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2059., (дата обращения: 14.06.2018).
2. Оптическое материаловедение: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. - 2013. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2992, (дата обращения: 14.06.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Шандаров С.М., Шандаров В.М., Мандель А.Е., Буримов Н.И. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах: монография. Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 241[1] с. - ISBN 978-5-86889-426-8 (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)
2. 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, (дата обращения: 14.06.2018).
3. Шандаров В. М. Основы физической и квантовой оптики: учебное пособие для вузов /В. М. Шандаров; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2005. - 258 с. - ISBN 5-86889-228-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)
4. Оптика: Учебное пособие для вузов / Г. С. Ландсберг. - 6-е изд., стереотип. - М.: Физматлит, 2006. - 848 с.: ил., табл. - Предм. указ.: с. 844-848. - ISBN 5-9221-0314-8. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование генерации второй гармоники в кристаллах ниобата лития: Методические указания к лабораторной работе / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1067, (дата обращения: 14.06.2018).
2. Исследование анизотропии оптических свойств кристаллов ниобата лития: Методическое пособие к лабораторной работе для студентов бакалавриата по направлению 11.03.04 – «Электроника и наноэлектроника» Профиль: «Квантовая и оптическая электроника» / Давыдов В. Н. - 2016. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5970, (дата обращения: 14.06.2018).
3. Материалы нелинейной и интегральной оптики и динамической голографии: Методические указания по самостоятельной работе / Кистенева М. Г. - 2018. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7796, (дата обращения: 14.06.2018).
4. Материалы нелинейной и интегральной оптики и динамической голографии: Методические указания по практическим занятиям / Кистенева М. Г. - 2018. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7705, (дата обращения: 14.06.2018).
5. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одно-

Согласована на портале № 30390

осных кристаллах : Методические указания к лабораторной работе / Шандаров С. М., Бородин М. В. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1893, (дата обращения: 14.06.2018).

6. Определение электрооптических параметров анизотропных кристаллов: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2012. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2280, (дата обращения: 14.06.2018).

### 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:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Образовательный портал университета
2. Библиотека университета
3. Дополнительно к профессиональным базам данных рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

# 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 лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 224 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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

Лаборатория компьютерных сетей и промышленной автоматизации (ГПО)

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

Согласована на портале № 30390

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 101 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры (13 шт.);
- Стенды «Промышленная электроника»;
- Деконт-182 в комплекте (7 шт.);
- Комплект имитаторов сигналов (монтаж на стендах Деконт) (7 шт.);
- Коммутатор 3COM SuperStackSwitch 4226T;
- Коммутатор 3COM SuperStack-3 Switch 3226;
- Коммутационный шкаф с патч-панелями;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.
Программное обеспечение:
– 7-Zip
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows

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.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.
Программное обеспечение:
– 7-Zip
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows

**13.1.4. 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 ин-

Согласована на портале № 30390

формационно-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. Нелинейные оптические материалы – это

• материальные среды, в которых показатель преломления среды является нелинейной функцией длины волны падающего света

• материальные среды, в которых диэлектрическая восприимчивость среды является нелинейной функцией напряжённости электрического поля падающей волны

• материальные среды, в которых коэффициент отражения среды является нелинейной функцией длины волны падающего света

• материальные среды, в которых коэффициент пропускания среды является нелинейной функцией длины волны падающего света

2. Нелинейно-оптические явления наблюдаются в веществе под воздействием излучения

• низкой интенсивности

• высокой интенсивности

• при высоких температурах

• высокой частоты

3. Показатель преломления – это

• величина, равная отношению интенсивности преломленной световой волны, к интенсивности падающей световой волны

• величина равная отношению фазовой скорости света в данной среде к скорости света в вакууме

• величина равная отношению скорости света в вакууме к фазовой скорости света в данной среде

Согласована на портале № 30390

• величина равная отношению диэлектрической проницаемости данной среды к диэлектрической проницаемости вакуума

4. При взаимодействии лазерного излучения с нелинейными оптическими материалами возникают такие нелинейные явления, как

• эффект Брюстера

• пьезоэлектрический эффект

• генерация высших оптических гармоник

• динамическое рассеяние света

5. Генерация второй гармоники – это

• явление уменьшения частоты света при его прохождении через нелинейный оптический кристалл

• явление рождения вторичных электромагнитных волн с удвоенной длиной волны в результате нелинейного взаимодействия электромагнитной волны с веществом

• явление рождения вторичных электромагнитных волн удвоенной частоты в результате нелинейного взаимодействия электромагнитной волны с веществом

• процесс генерации света с уменьшенной вдвое частотой в результате нелинейного взаимодействия электромагнитной волны с веществом

6. Какие из перечисленных оптических эффектов не являются нелинейными

• параметрическая генерация света

• вращение плоскости поляризации

• генерация высших оптических гармоник

• оптические солитоны

7. Фотовольтаический эффект характеризуется

• обратимым изменением оптической плотности материала под действием электрического поля

• возникновением напряжения или электрического тока в веществе под воздействием света

• изменением показателя преломления в веществе под воздействием света

• изменением показателя преломления оптического материала под воздействием электрического поля

8. Акустооптический эффект – это

• явление генерации акустических волн в нелинейных оптических материалах

• явления дифракции, преломления, отражения или рассеяния света на периодических неоднородностях среды (зонах с разным показателем преломления), вызванных упругими деформациями при прохождении ультразвука

• явление вращения плоскости поляризации под действием акустических волн

• это явление изменения коэффициента пропускания света под воздействием акустических волн

9. Электрооптический эффект – это

• явление изменения показателя преломления света под воздействием света

• явление изменения показателя преломления света под воздействием деформации материала

• явление изменения показателя преломления оптического материала под воздействием электрического поля

• явление изменения показателя преломления оптического материала под воздействием магнитного поля

10. Фотохромный эффект – это

• необратимое изменение окраски или оптической плотности материала под действием облучения

• обратимое изменение окраски или оптической плотности материала под действием облучения

• обратимое изменение показателя преломления материала под действием облучения

• обратимое изменение коэффициента отражения материала под действием облучения

11. Фоторефрактивный эффект – это

• это явление изменения показателя преломления света под воздействием деформации мате-

Согласована на портале № 30390

риала

• явление изменения показателя преломления под воздействием света

• явление изменения показателя преломления света под воздействием электрического поля

• явление изменения показателя преломления света под воздействием магнитного поля

12. К фоторефрактивным материалам относятся

• кристаллы дигидрофосфата калия (KDP)

• кристаллы иттрий-алюминиевого граната

• кристаллы класса силленитов

• кристаллы фосфида галлия

13. Кристаллы ниобата лития выращивают

• методом зонной плавки

• методом Чохральского

• 3) гидротермальным методом

• методом Вернейля

14. Кристаллы дигидрофосфата калия (KDP) выращивают

• методом оптической зонной плавки

• методом Чохральского

• из водных растворов методом медленного снижения температуры

• гидротермальным методом

15. Кристаллы танталата лития выращивают

• методом зонной плавки

• методом Чохральского

• гидротермальным методом

• методом Вернейля

16. Сегнетоэлектрики – это

• диэлектрики, которые ниже температуры плавления обладают спонтанной поляризацией

• диэлектрики, которые обладают спонтанной поляризацией в интервале температур, выше температуры Кюри

• диэлектрики, которые в определенном интервале температур обладают спонтанной поляризацией

• диэлектрики, в которые под действием деформации возникает спонтанная поляризация

17. Люминесценция – это

• электромагнитное излучение, возникающее за счёт внутренней энергии тела

• нетепловое свечение вещества, происходящее после поглощения им энергии возбуждения

• излучение абсолютно черного тела

• неупругое рассеяние оптического излучения на молекулах вещества (твёрдого, жидкого или газообразного), сопровождающееся заметным изменением частоты излучения

18. Пьезоэлектрики – это

• диэлектрики, которые могут при нагревании индуцировать электрический заряд на своей поверхности

• диэлектрики, которые могут под действием деформации индуцировать электрический заряд на своей поверхности

• диэлектрики, которые могут при освещении индуцировать электрический заряд на своей поверхности

• диэлектрики, которые могут индуцировать электрический заряд на своей поверхности при трении

19. В твердотельных лазерах в качестве активной среды используют

• дигидрофосфат калия

• титанат бария

• иттрий-алюминиевый гранат с неодимом

• кристаллы класса силленитов

20. Для генерации второй гармоники используют такие материалы как

• рубин

• кристаллы калий-титанил фосфата (KTP)

Согласована на портале № 30390

• кристаллы иттрий-алюминиевого граната с неодимом
• силикатное стекло с неодимом

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Классификация нелинейных оптических материалов.
Классификация нелинейно-оптических эффектов.
Линейные и нелинейные оптические материалы.
Принципы отбора веществ, перспективных для применения в нелинейной оптике.
Генерация второй гармоники.
Акустооптические эффект.
магнитооптические эффект.
Люминесценция.
Фотохромизм.
Фоторефракция.
Фотовольтаический эффект.
Кристаллы на основе оксидов ниобия, тантала и титана.
Методы выращивания кристаллов ниобатовв.
Дефекты структуры кристаллов танталатов
Дефекты структуры кристаллов ниобатов и танталатов.
Нелинейные кристаллы семейства KTP.
Бораты лития, бария.
Водорастворимые нелинейные кристаллы KDP ($KH_2PO_4$) и иодаты лития.
Расствор-расплавный метод выращивания кристаллов симейства KTP и боратов.
Фоторефрактивный эффект в кислородно-октаэдрических кристаллах. Основные причины фоторефракции. Фоторефракция в практически важных кристаллах: ниобат лития, ниобат бария-стронция, ниобат бария-натрия, ниобат калия.
Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение как способ управления характеристиками фоторефрактивной голографической записи.
Требования, предъявляемые к лазерным материалам.
Свойства основных лазерных материалов: алюмоиттриевого граната, галий-скандий-гадолиниевого граната, алюмината иттрия, калий- недим-фосфатного стекла.
Материалы, используемые для мини-лазеров.

### 14.1.3. Темы докладов

Кристаллы пентобарата калия и дигидрофосфата калия для преобразования лазерного излучения в третью и четвертую гармоники.
Кристаллы для генерации лазерного излучения.
Материалы для генерации второй гармоники.
Кристаллы нитрата натрия и нитрата бария для преобразования излучения твердотельных лазеров на основе эффекта вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР).
Свойства и применение кристаллов силленитов.
Материалы для записи оптической информации.
Влияние фотоиндуцированного поглощения света на фоторефрактивный эффект в кристаллах силленитов.
Влияние легирования на фоторефрактивные свойства кристаллов ниобата лития.
Взаимодействие световых волн на отражательной голографической решетке в кубических фоторефрактивных кристаллах
Кристаллы дидейтерофосфата калия для нелинейных и электрооптических приложений.
Кристаллы пентобарата калия и дигидрофосфата калия для преобразования лазерного излучения в третью и четвертую гармоники.
Исследование оптической и нелинейно-оптической однородности кристаллов KTP.
Изготовление нелинейных элементов из кристаллов KTP и их характеристики.
Свойства и применение кристаллов ниобата лития.
Свойства монокристаллов танталата лития.
Оптические эффекты в нелинейных оптических материалах, обусловленные анизотропией.
Нелинейные оптические эффекты, обусловленные квадратичной нелинейностью.

Согласована на портале № 30390

Нелинейные оптические эффекты, обусловленные кубической нелинейностью.

Фотохромный эффект в нелинейных оптических материалах.

Люминесценция в нелинейных оптических материалах.

### 14.1.4. Темы опросов на занятиях

Классификация нелинейных оптических материалов и нелинейно-оптических эффектов. Линейные и нелинейные оптические материалы. Принципы отбора веществ, перспективных для применения в нелинейной оптике.

Генерация второй гармоники. Акустооптические и магнитооптические эффекты. Люминесценция. Фотохромизм. Фоторефракция. Фотовольтаический эффект.

Кристаллы на основе оксидов ниобия, тантала и титана. Описание монокристаллов по справочнику. Методы выращивания кристаллов ниобатов, танталатов. Дефекты структуры кристаллов ниобатов и танталатов. Двойникование. Монододоменизация кристаллов

Нелинейные кристаллы семейства KTP. Бораты лития, бария. Водорастворимые нелинейные кристаллы KDP ($KH_2PO_4$) и иодаты лития. Расствор-расплавный метод выращивания кристаллов симейства KTP и боратов.

Фоторефрактивный эффект в кислородно-октаэдрических кристаллах. Основные причины фоторефракции. Фоторефракция в практически важных кристаллах: ниобат лития, ниобат бария-стронция, ниобат бария-натрия, ниобат калия. Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение как способ управления характеристиками фоторефрактивной голографической записи.

Требования, предъявляемые к лазерным материалам. Свойства основных лазерных материалов: алюмоиттриевого граната, галий-скандий-гадолиниевого граната, алюмината иттрия, калий-недим-фосфатного стекла. Материалы, используемые для мини-лазеров.

### 14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Как классифицируются нелинейные оптические материалы?

Где применяются нелинейные оптические материалы?

Как классифицируются нелинейно-оптические эффекты?

Как различаются спектральные характеристики нелинейных оптических материалов?

Каковы физико-механические свойства нелинейных оптических материалов и методы их измерения?

Какие кристаллы и поликристаллы, используемые в динамической голографии, Вы знаете?

Каковы принципы отбора веществ, перспективных для применения в динамической голографии

Каковы современные тенденции развития нелинейных оптических материалов?

Способы выращивания кристаллов ниобата лития.

Свойства монокристаллов ниобата лития.

Методы исследования состава и дефектности кристаллов ниобата лития

Методики исследования доменной структуры в кристаллах ниобата лития

Способы выращивания кристаллов танталата лития

Свойства монокристаллов танталата лития

Способы выращивания монокристаллов танталата лития.

Дефекты структуры кристаллов танталата лития.

Оптические свойства кристаллов KTP.

Способы выращивания кристаллов KTP.

Исследование влияния на оптическую и нелинейно-оптическую однородность кристаллов KTP технологических параметров ростового процесса.

Изготовление нелинейных элементов из кристаллов KTP и их характеристики.

Использование кристаллов KTP для высокоэффективного нелинейного преобразования излучения твердотельных лазеров.

Оптические свойства кристаллов KDP ($KH_2PO_4$).

Способы выращивания кристаллов KDP ($KH_2PO_4$).

Использование кристаллов дидейтерофосфата калия для нелинейных и электрооптических приложений.

Использованрие кристаллов пентобарата калия и дигидрофосфата калия для преобразования лазерного излучения в третью и четвертую гармоники

Согласована на портале № 30390

Что такое фоторефрактивный эффект?
Механизм возникновения фоторефракции?
Фоторефрактивный эффект в кристаллах ZnGeP2.
Фоторефрактивный эффект в кристаллах класса силленитов.
Фоторефрактивные голограммы в кристаллах класса силленитов.
Фоторефрактивный эффект в кристаллах ниобата лития.
Влияние легирования на фоторефрактивные свойства кристаллов ниобата лития.
Фазовые переходы в кристалле ниобата лития.

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование генерации второй гармоники в кристаллах ниобата лития
Исследование анизотропии оптических свойств кристаллов ниобата лития
Определение электрооптических параметров анизотропных кристаллов
Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные 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.

Согласована на портале № 30390

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 № 30390