

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

Физика фотонных кристаллов

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**

Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 16 | 16 | часов |
| 2 | Практические занятия | 24 | 24 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 40 | 40 | часов |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 30 | 30 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 32 | 32 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 72 | 72 | часов |
| | | 2.0 | 2.0 | З.Е |

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 03 сентября 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « ___ » _____ 20__ года, протокол № _____.

Разработчики:

ст. преподаватель каф. ЭП _____ В. В. Щербина

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП

_____ С. М. Шандаров

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

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.
ЭП

_____ С. М. Шандаров

Эксперты:

председатель методической комиссии кафедры ЭП, профессор каф.
ЭП кафедра ЭП

_____ Л. Н. Орликов

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

освоение студентами теоретических основ строения таких твердотельных материалов, как фотонные кристаллы, изучение их свойств, процессов и эффектов в них происходящих.

1.2. Задачи дисциплины

- заключаются в изучении основ строения фотонных кристаллов;
- изучении основных характеристик и свойств фотонных кристаллов;
- изучении основных процессов и эффектов, происходящие в фотонных кристаллах;
- применения фотонных кристаллов в современных приборах и устройствах фотоники и оптоинформатики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика фотонных кристаллов» (Б1.В.ОД.10) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Голографические методы в фотонике и оптоинформатике, Когерентная оптика и голография, Материалы нелинейной оптики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-2 готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов;
- ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства кристаллических и некристаллических материалов; методы обработки и анализа информации в уравнениях с частными производными применительно к фотонным кристаллам; знать методы математического анализа поставленной задачи исследований в фотонных кристаллах
- **уметь** выполнять оценочные расчеты электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов; моделировать реальные процессы как краевые задачи для уравнений в частных производных применительно к фотонным кристаллам; уметь писать макросы для самостоятельно разработанных программных продуктов
- **владеть** навыками анализа научно-технической литературы, навыками расчета электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов; методами решения уравнений в частных производных для теоретических и практических задач с использованием информационных, компьютерных технологий; владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|--------------------------------|-------------|-----------|
| | | 8 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 40 | 40 |
| Лекции | 16 | 16 |
| Практические занятия | 24 | 24 |
| Из них в интерактивной форме | 30 | 30 |
| Самостоятельная работа (всего) | 32 | 32 |

| | | |
|---|-----|-----|
| Проработка лекционного материала | 8 | 8 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 24 | 24 |
| Всего (без экзамена) | 72 | 72 |
| Общая трудоемкость ч | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы | 2.0 | 2.0 |

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------|----------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 8 семестр | | | | | |
| 1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах | 4 | 6 | 8 | 18 | ПК-2 |
| 2 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах | 4 | 6 | 8 | 18 | ПК-2, ПК-3 |
| 3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей. | 4 | 6 | 8 | 18 | ПК-2, ПК-3 |
| 4 Применение фотонных кристаллов. | 4 | 6 | 8 | 18 | ПК-2, ПК-3 |
| Итого за семестр | 16 | 24 | 32 | 72 | |
| Итого | 16 | 24 | 32 | 72 | |

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 8 семестр | | | |
| 1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах | Методы описания зонной структуры фотонных кристаллов. Методы расчета фотонной запрещенной зоны одномерных, двумерных и трехмерных фотонных кристаллов. Общая формулировка в рамках формализма функций Грина. Расчет зонной структуры трехмерных фотонных кристаллов.. Задача о трехмерной дифракции в фотонных кри- | 4 | ПК-2 |

| | | | |
|---|--|---|------------|
| | сталлах. Методы расчета фотонной запрещенной зоны двумерных фотонных кристаллов. Метод конечных разностей, метод разложения по плоским волнам. Расчет зонной структуры одномерных фотонных кристаллов. Оптические и магнитооптические эффекты в фотонных кристаллах. | | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах | Методы описания нелинейно-оптического отклика фотонных кристаллов и нелинейного распространения света в фотонных решетках. Солитонное и волноводное распространение света в фотонных кристаллах с квадратичной и кубической восприимчивостями. Нелинейные фотонные кристаллы и оптические сверхрешетки. Понятие о нелинейных фотонных кристаллах. Двумерный фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в нелинейных фотонных кристаллах. Нелинейно-оптические и нелинейные магнитооптические эффекты в фотонных кристаллах. Эффекты на кубической восприимчивости. Суперконтинуум и бистабильность в фотонных кристаллах. | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей. | Основные материалы для изготовления фотонных кристаллов. Примеры одномерных фотонных кристаллов. Брэгговские зеркала, микрорезонаторы, одномерные волноводы. Двумерные фотонные кристаллы. Трехмерные фотонные кристаллы. Опалы, инвертированные опалы, самоагрегирующийся латекс. Методы создания оптических сверхрешеток и нелинейных фотонных кристаллов. Периодические и квазипериодические доменные структуры. Методы создания нелинейных фотонных кристаллов. | 4 | ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Применение фотонных кристаллов. | Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов. Оптические диоды и транзисторы. Дырчатые волокна. Микролазеры без инверсии населенности. Оптические переключатели и мультиплексоры. Магнитооптические модуляторы света. Электромагнитные кристаллы для ИК и СВЧ областей. Фононные кристаллы. Спиновые | 4 | ПК-2, ПК-3 |

| | | | |
|------------------|--|----|--|
| | (магнитные) кристаллы. Плазмонные кристаллы. | | |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Взаимодействие оптического излучения с веществом | + | | | |
| 2 Голографические методы в фотонике и оптоинформатике | | + | | |
| 3 Когерентная оптика и голография | | + | | |
| 4 Материалы нелинейной оптики | | | | + |

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 | Самостоятельная работа | |
| ПК-2 | + | + | + | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии |
| ПК-3 | + | + | + | Конспект самоподготовки, 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 лекции | Всего |
|-----------|------------------------------------|----------------------|-------|
| 8 семестр | | | |

| | | | |
|--|----|----|----|
| Мозговой штурм | 20 | | 20 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | 10 | 10 |
| Итого за семестр: | 20 | 10 | 30 |
| Итого | 20 | 10 | 30 |

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоёмкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 8 семестр | | | |
| 1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах | Методы расчета фотонной запрещенной зоны одномерных, двумерных и трехмерных фотонных кристаллов. | 2 | ПК-2 |
| | Расчет зонной структуры одномерных фотонных кристаллов. | 2 | |
| | Расчет зонной структуры трехмерных фотонных кристаллов. | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 2 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах | Солитонное и волноводное распространение света в фотонных кристаллах с квадратичной и кубичной восприимчивостями. | 2 | ПК-2, ПК-3 |
| | Двумерный фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в нелинейных фотонных кристаллах. | 2 | |
| | Суперконтинуум и бистабильность в фотонных кристаллах. | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей. | Методы создания оптических сверхрешетках и нелинейных фотонных кристаллов. | 3 | ПК-2, ПК-3 |
| | Методы создания нелинейных фотонных кристаллов. | 3 | |
| | Итого | 6 | |
| 4 Применение фотонных кристаллов. | Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов. | 3 | ПК-2, ПК-3 |
| | Фононные кристаллы. | 3 | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 24 | |

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 |
|---|---|--------------------|-------------------------|---|
| 8 семестр | | | | |
| 1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-2 | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 2 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-3, ПК-2 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-3, ПК-2 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Применение фотонных кристаллов. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-2, ПК-3 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | | |

| | | | |
|------------------|----------------------------------|----|--|
| | ским занятиям, семинарам | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 32 | |
| Итого | | 32 | |

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---------------------------------|--|---|---|------------------|
| 8 семестр | | | | |
| Выступление (доклад) на занятии | 10 | 10 | 20 | 40 |
| Конспект самоподготовки | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Опрос на занятиях | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 30 | 30 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 60 | 100 | 100 |

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|-----------------------|--|------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |

| | | |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 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. Шандаров С.М., Шандаров В.М., Мандель А.Е., Буримов Н.И. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. - Томск:ТУСУР, 2007. – 241 с. ISBN 978-5-86889-426-8. (наличие в библиотеке ТУСУР - 64 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 294 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

2. Петров М.П., Степанов С.И., Хоменко А.В. // Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике. - СПб.: Наука, 1992. - 320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

3. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие /В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. - М. : Техносфера, 2007. – 518 с. - ISBN 978-5-94836-141-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физика фотонных кристаллов: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов направления "Фотоника и оптоинформатика" / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2014. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4090>, дата обращения: 16.03.2017.

2. Физика фотонных кристаллов : Методические указания по самостоятельной работе / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2012. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1107>, дата обращения: 16.03.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством по-

садочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 111. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрением** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеомониторов для удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|------------------------------------|--|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к | Преимущественно дистанционными методами |

| аппарата | зачету | |
|---|---|--|
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Физика фотонных кристаллов

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**

Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

– ст. преподаватель каф. ЭП В. В. Щербина

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|------|--|--|
| ПК-2 | готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов | Должен знать фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства кристаллических и некристаллических материалов; методы обработки и анализа информации в уравнениях с частными производными применительно к фотонным кристаллам; знать методы математического анализа поставленной задачи исследований в фотонных кристаллах; |
| ПК-3 | способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике | Должен уметь выполнять оценочные расчеты электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов; моделировать реальные процессы как краевые задачи для уравнений в частных производных применительно к фотонным кристаллам; уметь писать макросы для самостоятельно разработанных программных продуктов; Должен владеть навыками анализа научно-технической литературы, навыками расчета электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов; методами решения уравнений в частных производных для теоретических и практических задач с использованием информационных, компьютерных технологий; владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия | Обладает диапазоном практических умений, | Берет ответственность за завершение задач в ис- |

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| | тия в пределах изучаемой области | требуемых для решения определенных проблем в области исследования | следовании, 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-2

ПК-2: готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов.

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 | методы обработки и анализа информации в уравнениях с частными производными применительно к фотонным кристаллам; знать методы математического анализа поставленной задачи исследований в фотонных кристаллах | моделировать реальные процессы как краевые задачи для уравнений в частных производных применительно к фотонным кристаллам; уметь писать макросы для самостоятельно разработанных программных продуктов | методами решения уравнений в частных производных для теоретических и практических задач с использованием информационных, компьютерных технологий; владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Выступление (доклад) на занятии; • 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"> • знать методы матема- | <ul style="list-style-type: none"> • уметь моделировать | <ul style="list-style-type: none"> • свободно и творчески |

| | | | |
|---------------------------------------|--|---|--|
| | <p>тического моделирования, обработки и анализа информации в уравнениях с частными производными при описании процессов, происходящих в фотонных кристаллах;</p> <ul style="list-style-type: none"> • знать методы математического анализа поставленной задачи исследований в фотонных кристаллах; | <p>различные процессы в фотонных кристаллах как краевые задачи для уравнений в частных производных;</p> <ul style="list-style-type: none"> • уметь писать макросы и осуществлять взаимосвязь файлов для самостоятельно разработанных программных продуктов; | <p>решать уравнения в частных производных для теоретических и практических задач с широким использованием стандартных и продвинутых компьютерных технологий;</p> <ul style="list-style-type: none"> • свободно и уверенно владеть стандартными и продвинутыми программными пакетами автоматизированного проектирования; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • знать методы обработки и анализа информации в уравнениях с частными производными при описании процессов, происходящих в фотонных кристаллах; • знать методы математического анализа поставленной задачи исследований в фотонных кристаллах; | <ul style="list-style-type: none"> • уметь моделировать типовые процессы в фотонных кристаллах, представленные как краевые задачи для уравнений в частных производных; • уметь писать макросы для самостоятельно разработанных программных продуктов; | <ul style="list-style-type: none"> • владеть методами решения уравнений в частных производных для теоретических и практических задач с использованием стандартных компьютерных технологий; • уверенно владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • знать методы обработки и анализа информации в уравнениях с частными производными; • знать методы математического анализа поставленной задачи исследований при описании процессов, происходящих в фотонных кристаллах; | <ul style="list-style-type: none"> • уметь моделировать реальные процессы в фотонных кристаллах, представленные как краевые задачи для уравнений в частных производных; | <ul style="list-style-type: none"> • под наблюдением владеть методами решения уравнений в частных производных для практических задач с использованием компьютерных технологий; • владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования; |

2.2 Компетенция ПК-3

ПК-3: способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике.

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 | фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства кристаллических и некристаллических материалов | выполнять оценочные расчеты электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов | навыками анализа научно-технической литературы, навыками расчета электрических, механических и тепловых характеристик фотонных |

| | | | |
|----------------------------------|---|---|--|
| | | | кристаллов |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|---|--|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Обладает фактическими и теоретическими знаниями о фундаментальных физических закономерностях, определяющих свойства кристаллических и некристаллических материалов; | <ul style="list-style-type: none"> • строить математические и физические модели для выполнения оценочных расчетов электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов с последующим применением этих моделей для разработки и исследований устройств фотоники; | <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа научно-технической литературы о фотонных кристаллах с последующим применением этой информации для разработки и исследований устройств фотоники; • современными подходами и методиками построения математических и физических моделей процессов, происходящих в фотонных кристаллах с последующим применением этих моделей для разработки и исследований устройств фотоники; • навыками расчета электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Знает принципы, процессы, общие понятия о кристаллических и некристаллических материалах; | <ul style="list-style-type: none"> • строить математические и физические модели для выполнения расчетов электрических характеристик фотонных кристаллов с последующим применением этих моделей для | <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа научно-технической литературы о фотонных кристаллах с последующим применением этой информации для разработки и исследований устройств фотоники; |

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|--|
| | | разработки и исследований устройств фотоники; | <ul style="list-style-type: none"> • навыками расчета электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Обладает базовыми общими знаниями о фундаментальных физических закономерностях, определяющих свойства кристаллических и некристаллических материалов; | <ul style="list-style-type: none"> • строить математические и физические модели для выполнения расчетов электрических характеристик фотонных кристаллов; | <ul style="list-style-type: none"> • навыками расчета электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов; |

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Задача о трехмерной дифракции в фотонных кристаллах. Оптические и магнитооптические эффекты в фотонных кристаллах. Солитонное и волноводное распространение света в фотонных кристаллах с квадратичной и кубичной восприимчивостями. Нелинейно-оптические и нелинейные магнитооптические эффекты в фотонных кристаллах. Эффекты на кубичной восприимчивости. Суперконтинуум и бистабильность в фотонных кристаллах. Методы создания оптических сверхрешетках и нелинейных фотонных кристаллов. Методы создания нелинейных фотонных кристаллов. Спиновые (магнитные) кристаллы. Плазмонные кристаллы.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Методы расчета фотонной запрещенной зоны одномерных, двумерных и трехмерных фотонных кристаллов. Методы описания нелинейно-оптического отклика фотонных кристаллов и нелинейного распространения света в фотонных решетках. Нелинейные фотонные кристаллы и оптические сверхрешетки. Понятие о нелинейных фотонных кристаллах. Двумерный фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в нелинейных фотонных кристаллах. Основные материалы для изготовления фотонных кристаллов. Примеры одномерных фотонных кристаллов. Брэгговские зеркала, микрорезонаторы, одномерные волноводы. Двумерные фотонные кристаллы. Трехмерные фотонные кристаллы. Периодические и квазипериодические доменные структуры. Методы создания нелинейных фотонных кристаллов. Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов. Магнитооптические модуляторы света.

3.3 Темы докладов

– Методы расчета фотонной запрещенной зоны двумерных фотонных кристаллов. Солитонное и волноводное распространение света в фотонных кристаллах с квадратичной и кубичной восприимчивостями. Нелинейные фотонные кристаллы и оптические сверхрешетки. Нелинейно-оптические и нелинейные магнитооптические эффекты в фотонных кристаллах. Эффекты на кубичной восприимчивости. Суперконтинуум и бистабильность в фотонных кристаллах. Дырчатые волокна. Микролазеры без инверсии населенности. Оптические переключатели и мультиплексоры. Магнитооптические модуляторы света. Электромагнитные кристаллы для ИК и СВЧ областей.

3.4 Зачёт

– Методы описания зонной структуры фотонных кристаллов. Методы расчета фотонной запрещенной зоны одномерных, двумерных и трехмерных фотонных кристаллов. Методы описания нелинейно-оптического отклика фотонных кристаллов и нелинейного распространения света в фотонных решетках. Нелинейные фотонные кристаллы и оптические сверхрешетки. Понятие о не-

линейных фотонных кристаллах. Брэгговские зеркала, микрорезонаторы, одномерные волноводы. Двумерные фотонные кристаллы. Трехмерные фотонные кристаллы. Методы создания нелинейных фотонных кристаллов. Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов. Оптические диоды и транзисторы.

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. Шандаров С.М., Шандаров В.М., Мандель А.Е., Буримов Н.И. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. - Томск:ТУСУР, 2007. – 241 с. ISBN 978-5-86889-426-8. (наличие в библиотеке ТУСУР - 64 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 294 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

2. Петров М.П., Степанов С.И., Хоменко А.В. // Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике. - СПб.: Наука, 1992. - 320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

3. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие /В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. - М. : Техносфера, 2007. – 518 с. - ISBN 978-5-94836-141-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физика фотонных кристаллов: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов направления "Фотоника и оптоинформатика" / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2014. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4090>, свободный.

2. Физика фотонных кристаллов : Методические указания по самостоятельной работе / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2012. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1107>, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета