

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
П.В. Сенченко
«23» 12 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОГЕРЕНТНАЯ И НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ

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: Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра: Кафедра электронных приборов (ЭП)

Курс: 1

Семестр: 2

Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|--|-----------|-------|---------|
| Практические занятия | 28 | 28 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 10 | 10 | часов |
| Самостоятельная работа | 44 | 44 | часов |
| Общая трудоемкость | 72 | 72 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 2 | 2 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет | 2 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 61566

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

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

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основ строения фотонных кристаллов.
2. Изучение основных характеристик и свойств фотонных кристаллов.
3. Изучение основных процессов и эффектов, происходящих в фотонных кристаллах.
4. Применение фотонных кристаллов в современных приборах и устройствах фотоники и оптоинформатики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.01.05.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|-----------------------------------|---|
| Универсальные компетенции | | |
| - | - | - |
| Общепрофессиональные компетенции | | |
| - | - | - |
| Профессиональные компетенции | | |

| | | |
|--|---|--|
| ПКР-2. Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи | ПКР-2.1. Постановка задачи и определение набора параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оптотехники. | Студент знает физические основы функционирования, фундаментальные пределы и ограничения устройств фотоники; владеет современными методами и подходами при разработке и эксплуатации устройств и систем фотоники и оптоинформатики |
| | ПКР-2.2. Определяет выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений. | Студент умеет выбрать выходные параметры и функции разрабатываемого устройства фотоники, которые требуется моделировать, построить модель на базе физических принципов функционирования устройства, выбрать подходящий численный метод для моделирования |
| | ПКР-2.3. Разрабатывает математические модели функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений. | Студент умеет строить математические и физические модели процессов распространения оптического излучения в фотонно-кристаллических средах |
| | ПКР-2.4. Владеет навыками проведения компьютерного моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений. | Студент владеет навыками моделирования и исследования процессов распространения световых волн в фотонных кристаллах |
| | ПКР-2.5. Проводит анализ полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений. | Студент умеет проводить комплексный анализ причин и механизмов потерь оптического излучения, дисперсионных характеристик оптических сред; проводить сравнительный анализ методов модуляции излучения. |

| | | |
|--|---|---|
| ПКР-3. Способен разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контрола параметров устройства | ПКР-3.1. Формирует задачи для выявления принципов и путей создания новых оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. | Владеет навыками формирования задач для выявления возможных принципов функционирования и путей создания новых приборов и комплексов фотоники на основе фотонно-кристаллических сред |
| | ПКР-3.2. Умеет проводить подбор оборудования и комплектующих, необходимых для проведения исследований. | Умеет проводить подбор оборудования и комплектующих, необходимых для проведения исследований фотонных материалов для применения их в приборах фотоники |
| | ПКР-3.3. Разрабатывает методики исследований. | Знает существующие и способен разрабатывать новые методики исследований фотонно-кристаллических сред |
| | ПКР-3.4. Проводит исследования. | Исследует свойства фотонно-кристаллических материалов и их влияние на параметры возможных устройств фотоники |
| | ПКР-3.5. Умеет осуществлять обработку и анализ результата исследований. | Умеет осуществлять обработку и анализ результатов исследований фотонных кристаллов, в том числе с применением численного моделирования |
| | ПКР-3.6. Умеет составлять отчёт о проведённых исследованиях. | Умеет составлять отчёт о проведённых исследованиях фотонно-кристаллических материалов |

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|-----------|
| | | 2 семестр |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 28 | 28 |
| Практические занятия | 28 | 28 |
| Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 44 | 44 |
| Подготовка к зачету | 8 | 8 |
| Подготовка к тестированию | 8 | 8 |
| Выполнение практического задания | 28 | 28 |
| Общая трудоемкость (в часах) | 72 | 72 |
| Общая трудоемкость (в з.е.) | 2 | 2 |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--|------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах | - | 4 | 4 | ПКР-2 |
| 2 Распространение электромагнитного излучения в веществе | - | 4 | 4 | ПКР-2 |
| 3 Распространение электромагнитных волн в периодических средах | 10 | 14 | 24 | ПКР-2, ПКР-3 |
| 4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах | 18 | 22 | 40 | ПКР-2, ПКР-3 |
| Итого за семестр | 28 | 44 | 72 | |
| Итого | 28 | 44 | 72 | |

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|--|--|--|----------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах | Периодические слоистые среды. Особенности физических свойств. Эффекты в фотонных кристаллах | - | ПКР-2 |
| | Итого | - | |
| 2 Распространение электромагнитного излучения в веществе | Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Лазерные импульсы. Групповая скорость. Различные типы сред. Оптические свойства кристаллов. | - | ПКР-2 |
| | Итого | - | |
| 3 Распространение электромагнитных волн в периодических средах | Основные особенности взаимодействия с периодическими средами. Распространение оптических волн через периодические структуры. Распространение оптических волн через периодические доменные структуры. | - | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |

| | | | |
|--|---|---|--------------|
| 4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах | Пространственное взаимодействие оптических пучков на фотонных решетках. Активные фотонные структуры. Генерация оптических гармоник. Параметрическое преобразование частоты. | - | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| | Итого за семестр | - | |
| | Итого | - | |

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 3 Распространение электромагнитных волн в периодических средах | Распространение оптических волн через периодические структуры. Распространение оптических волн через периодические доменные структуры | 10 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 10 | |
| 4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах | Пространственное взаимодействие оптических пучков на фотонных решетках. Активные фотонные структуры. Генерация оптических гармоник. Параметрическое преобразование частоты. | 18 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 18 | |
| | Итого за семестр | 28 | |
| | Итого | 28 | |

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| 2 семестр | | | | |

| | | | | |
|--|----------------------------------|----|--------------|----------------------|
| 1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах | Подготовка к зачету | 2 | ПКР-2 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-2 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Распространение электромагнитного излучения в веществе | Подготовка к зачету | 2 | ПКР-2 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-2 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 3 Распространение электромагнитных волн в периодических средах | Подготовка к зачету | 2 | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт |
| | Выполнение практического задания | 10 | ПКР-2, ПКР-3 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| 4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах | Подготовка к зачету | 2 | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт |
| | Выполнение практического задания | 18 | ПКР-2, ПКР-3 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 22 | | |
| Итого за семestr | | 44 | | |
| Итого | | 44 | | |

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | Формы контроля |
|-------------------------|---------------------------|-----------|---|
| | Прак. зан. | Сам. раб. | |
| ПКР-2 | + | + | Зачёт, Практическое задание, Тестирование |
| ПКР-3 | + | + | Зачёт, Практическое задание, Тестирование |

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | 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 |
|----------------------|--|---|---|------------------|
| 2 семестр | | | | |
| Зачёт | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Практическое задание | 25 | 20 | 15 | 60 |

| | | | | |
|--------------------------|----|----|-----|-----|
| Тестирование | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Итого максимум за период | 30 | 25 | 45 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 55 | 100 | 100 |

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | 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) |

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

- Голенищев-Кутузов, А.В. Фотонные и фононные кристаллы [Электронный ресурс] / А.В. Голенищев-Кутузов, В.А. Голенищев-Кутузов, Р.И. Калимуллин. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2010. — 156 с. — ресурс доступен по IP-адресам ТУСУРа [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48285>.

7.2. Дополнительная литература

- Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/750>.
- Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2012. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2059>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

- Когерентная и нелинейная оптика фотонных материалов: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы / А. Е. Мандель - 2018. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8117>.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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.

8.2. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.3. 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 зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфорного 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|--|-------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах | ПКР-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Распространение электромагнитного излучения в веществе | ПКР-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Распространение электромагнитных волн в периодических средах | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|----------------------------|--|---|---|--|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|----------------------------|--|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне ориентирования , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на системном уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что называют фотонными кристаллами?
 - а) макроскопические периодические структуры, состоящие из чередующихся в пространстве пар диэлектрических элементов, отличающихся диэлектрическими постоянными (скоростями электромагнитных волн)
 - б) макроскопические непериодические структуры, состоящие из чередующихся в пространстве пар диэлектрических элементов, отличающихся диэлектрическими постоянными 9 (скоростями электромагнитных волн)
 - в) макроскопические периодические структуры, состоящие из движущихся в пространстве электронных сгустков
 - г) макроскопические непериодические структуры, состоящие из чередующихся в пространстве пар положительных и отрицательных ионов
2. Что называют запрещённой зоной фотонного кристалла?
 - а) спектральную область электромагнитных волн, для которой фотонный кристалл является прозрачным
 - б) спектральную область электромагнитных волн, для которой распространение излучения в фотонном кристалле оказывается невозможным
 - в) спектральную область электромагнитных волн, в которой длина волны в вакууме во много раз превышает характерный пространственный период элементов фотонного кристалла
 - г) спектральную область электромагнитных волн, в которой излучение отражается от фотонного кристалла под углом 90°
3. При падении на плоскую границу раздела двух прозрачных сред плоской световой волны под углом Брюстера ...
 - а) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, стремится к единице
 - б) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации в плоскости падения стремится к единице
 - в) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации в плоскости падения обращается в нуль
 - г) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, обращается в нуль
4. При каком условии наблюдается полное внутреннее отражение плоских световых волн на границе раздела сред с показателями преломления n1 и n2 ?
 - а) только для волн, поляризованных нормально к плоскости падения
 - б) наблюдается при их падении из оптически более плотной среды на менее плотную под углом, большим $\arcsin(n_2 / n_1)$
 - в) наблюдается только для волн, поляризованных в плоскости падения
 - г) наблюдается при их падении из оптически менее плотной среды на более плотную под углом, большим $\arcsin(n_2 / n_1)$
5. Как ведёт себя световой импульс в прозрачной среде с нормальной дисперсией?
 - а) расплывается
 - б) сжимается
 - в) увеличивается по амплитуде
 - г) разбивается на несколько импульсов
6. Укажите волновое уравнение для среды с учетом наводимой в ней световыми волнами нелинейной электрической поляризации:
 - а)

$$\nabla^2 \mathbf{E} - \mu_0 \frac{\partial^2 (\boldsymbol{\epsilon} \cdot \mathbf{E})}{\partial t^2} = \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{P}_{nl}}{\partial t^2}$$

б) $\nabla^2 E - \mu\epsilon \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0$

в) $\frac{\partial A}{\partial z} - \frac{i}{2k} \frac{\partial^2 A}{\partial x^2} = \frac{ik\Delta n_{nl}}{n} A$

г) $U'' + \left(\frac{2k^2 \Delta n_{nl}}{n} - 2k\gamma \right) U = 0$

7. Условием проявления оптической нелинейности среды является зависимость относительной диэлектрической проницаемости материала от:
 - а) напряженности светового поля
 - б) длины волны света
 - в) поляризации светового излучения
 - г) начальной фазы световой волны
8. Длиной когерентности для генерации второй гармоники называется расстояние взаимодействия, при котором:
 - а) мощность данной гармоники увеличивается от нуля до первого максимального значения
 - б) мощность данной гармоники увеличивается линейно
 - в) мощность данной гармоники увеличивается квадратично
 - г) мощность данной гармоники достигает первого минимума
9. Сильное взаимодействие двух волн с волновыми векторами k_1 и k_2 , распространяющихся в одном направлении в периодической слоистой структуре с периодом d , возможно при выполнении условия фазового синхронизма:
 - а) $k_1 \square k_2 \square m(2\pi/d) = 0, m = 1/2, 3/2, 5/2, \dots$
 - б) $k_1 + k_2 \square m(2\pi/d) = 0, m = 1/2, 3/2, 5/2, \dots$
 - в) $k_1 \square k_2 \square m(2\pi/d) = 0, m = 1, 2, 3, \dots$
 - г) $k_1 + k_2 \square m(2\pi/d) = 0, m = 1, 2, 3, \dots$
10. Сильное взаимодействие двух волн с волновыми векторами k_1 и k_2 , распространяющихся в противоположных направлениях в периодической слоистой структуре с периодом d , возможно при выполнении условия фазового синхронизма:
 - а) $k_1 \square k_2 \square m(2\pi/d) = 0, m = 1/2, 3/2, 5/2, \dots$
 - б) $k_1 + k_2 \square m(2\pi/d) = 0, m = 1/2, 3/2, 5/2, \dots$
 - в) $k_1 \square k_2 \square m(2\pi/d) = 0, m = 1, 2, 3, \dots$
 - г) $k_1 + k_2 \square m(2\pi/d) = 0, m = 1, 2, 3, \dots$
11. Максимальное пропускание периодической слоистой структурой с периодом d и толщиной L при распространении волны с волновым вектором k_m по нормали к её слоям наблюдается при выполнении условия:
 - а) $| km | L = (2m+1)\pi/2, m = 1, 2, 3, \dots$
 - б) $| km | L = (2m+1)\pi/2, m = 1/2, 3/2, 5/2, \dots$
 - в) $| km | L = m\pi, m = 1/2, 3/2, 5/2, \dots$
 - г) $| km | L = m\pi, m = 1, 2, 3, \dots$
12. Максимальное отражение от периодической слоистой структуры с периодом d и толщиной L при распространении волны с волновым вектором k_m по нормали к её слоям наблюдается при выполнении условия:
 - а) $| km | L = (2m+1)\pi/2, m = 1, 2, 3, \dots$

- б) $| km | L = m\pi, m = 1, 2, 3, \dots$
 в) $| km | L = 1/2, 3/2, 5/2, \dots$
 г) $| km | L = (2m+1)\pi/2, m = 1/2, 3/2, 5/2, \dots$
13. Почему приложение постоянного однородного электрического поля к периодической доменной структуре приводит к периодическим изменениям показателя преломления?
 а) вследствие различий в статической диэлектрической проницаемости в доменах с противоположными направлениями вектора спонтанной поляризации
 б) вследствие различий в статической магнитной проницаемости в доменах с противоположными направлениями вектора спонтанной поляризации
 в) вследствие различий в знаках линейного электрооптического коэффициента g в доменах с противоположными направлениями вектора спонтанной поляризации
 г) вследствие различий в знаках квадратичного электрооптического коэффициента R в доменах с противоположными направлениями вектора спонтанной поляризации
14. Приложение к периодической доменной структуре в кристалле ниобата лития с доменными стенками, параллельными плоскости YZ , постоянного однородного электрического поля вдоль оси Y , приводит к возмущениям компонент тензора диэлектрической проницаемости:
 а) $\Delta\epsilon_{33}$
 б) $\Delta\epsilon_{12} = \Delta\epsilon_{21}$
 в) $\Delta\epsilon_{13} = \Delta\epsilon_{31}$
 г) $\Delta\epsilon_{11} = \square \Delta\epsilon_{22}$ и $\Delta\epsilon_{23} = \Delta\epsilon_{32}$

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

- Известные разновидности фотонных кристаллов. Периодические слоистые среды.
- Особенности физических свойств ФК.
- Эффекты в фотонных кристаллах.
- Уравнения Maxwella.
- Волновое уравнение.
- Лазерные импульсы. Групповая скорость.
- Оптические свойства кристаллов.
- Основные особенности взаимодействия с периодическими средами.
- Распространение оптических волн через периодические структуры.
- Распространение оптических волн через периодические доменные структуры.
- Пространственное взаимодействие оптических пучков на фотонных решетках.
- Активные фотонные структуры.
- Генерация оптических гармоник
- Параметрическое преобразование частоты

9.1.3. Темы практических заданий

- Основные особенности взаимодействия с периодическими средами. Распространение оптических волн через периодические структуры.
- Распространение оптических волн через периодические доменные структуры
- Пространственное взаимодействие оптических пучков на фотонных решетках.
- Генерация оптических гармоник.
- Параметрическое преобразование частоты.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах;

пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытайтесь соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

9.4. 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.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 87 от «20» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|-----------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП | Н.И. Буримов | Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | Н.И. Буримов | Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a- 845d-9ce7670b004c |

ЭКСПЕРТЫ:

| | | |
|--------------------|--------------|--|
| Доцент, каф. ЭП | А.И. Аксенов | Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440- b971-ce4f7e994961 |
| Профессор, каф. ЭП | Л.Н. Орликов | Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc- 922a-3c3f168876e6 |

РАЗРАБОТАНО:

| | | |
|--------------------------------|--------------|--|
| Старший преподаватель, каф. ЭП | М.В. Бородин | Разработано, 4bab9e2d-1d70-4531- 8ac1-b921b013421a |
|--------------------------------|--------------|--|