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 УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 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: **электронных приборов (ЭП)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2024 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 (включая промежуточную аттестацию)	72	72	часов
	2	2	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 81216

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 профессиональной подготовки (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		
ПК-1. Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	ПК-1.1. Знает численные методы моделирования приборов квантовой электроники и фотоники	Знает базовые закономерности и соотношения, описывающие распространение и взаимодействие электромагнитных волн в различных условиях, в том числе в основных элементах фотоники.
	ПК-1.2. Умеет определять параметры разрабатываемого оптикоэлектронного прибора	Умеет подбирать средства проведения измерений, контроля и диагностики с учётом особенностей исследуемого узла и возможных диапазонов изменения параметров.
	ПК-1.3. Владеет навыками проектирования приборов квантовой электроники и фотоники	Владеет способностью использовать базовые закономерности и соотношения, описывающие распространение и взаимодействие электромагнитных волн в различных условиях, а также математический аппарат фотоники для анализа, описания и проектирования приборов и устройств фотоники.

Согласована на портале № 81216

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	ПК-1
2 Распространение электромагнитного излучения в веществе	-	4	4	ПК-1
3 Распространение электромагнитных волн в периодических средах	10	14	24	ПК-1
4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	18	22	40	ПК-1
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			

Согласована на портале № 81216

1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах	Периодические слоистые среды. Особенности физических свойств. Эффекты в фотонных кристаллах	-	ПК-1
	Итого	-	
2 Распространение электромагнитного излучения в веществе	Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Лазерные импульсы. Групповая скорость. Различные типы сред. Оптические свойства кристаллов.	-	ПК-1
	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.	-	ПК-1
	Итого	-	
4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	Пространственное взаимодействие оптических пучков на фотонных решетках. Активные фотонные структуры. Генерация оптических гармоник. Параметрическое преобразование частоты.	-	ПК-1
	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	ПК-1
	Итого	10	

Согласована на портале № 81216

4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	Пространственное взаимодействие оптических пучков на фотонных решетках. Активные фотонные структуры. Генерация оптических гармоник. Параметрическое преобразование частоты.	18	ПК-1
	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	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	4		
2 Распространение электромагнитного излучения в веществе	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	4		
3 Распространение электромагнитных волн в периодических средах	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Выполнение практического задания	10	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	14		
4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Выполнение практического задания	18	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	22		
Итого за семестр		44		
Итого		44		

Согласована на портале № 81216

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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.	
ПК-1	+	+	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)

Согласована на портале № 81216

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. 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

1. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750.
2. 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

1. 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

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;

Согласована на портале № 81216

- 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, 209 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 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.

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)

Согласована на портале № 81216

1 Фотонные кристаллы. Эффекты в фотонных кристаллах	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Распространение электромагнитного излучения в веществе	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Распространение электромагнитных волн в периодических средах	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	ПК-1	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

Согласована на портале № 81216

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

Согласована на портале № 81216

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(n2 / n1)

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(n2 / n1)

5. Как ведёт себя световой импульс в прозрачой 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) $$\nabla^2\mathbf{E} - \mu_0 \frac{\partial^2(\boldsymbol{\varepsilon}\cdot\mathbf{E})}{\partial t^2} = \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{P}_{nl}}{\partial t^2}$$

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

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

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

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 k1 и k2,

Согласована на портале № 81216

распространяющихся в одном направлении в периодической слоистой структуре с периодом d, возможно при выполнении условия фазового синхронизма:
а) k1 □ k2 □ m(2π/d) = 0, m = 1/2, 3/2, 5/2, …
б) k1 + k2 □ m(2π/d) = 0, m = 1/2, 3/2, 5/2, …
в) k1 □ k2 □ m(2π/d) = 0, m = 1, 2, 3, …
г) k1 + k2 □ m(2π/d) = 0, m = 1, 2, 3, …

10. Сильное взаимодействие двух волн с волновыми векторами k1 и k2, распространяющихся в противоположных направлениях в периодической слоистой структуре с периодом d, возможно при выполнении условия фазового синхронизма:
а) k1 □ k2 □ m(2π/d) = 0, m = 1/2, 3/2, 5/2, …
б) k1 + k2 □ m(2π/d) = 0, m = 1/2, 3/2, 5/2, …
в) k1 □ k2 □ m(2π/d) = 0, m = 1, 2, 3, …
г) k1 + k2 □ m(2π/d) = 0, m = 1, 2, 3, …
11. Максимальное пропускание периодической слоистой структурой с периодом d и толщиной L при распространении волны с волновым вектором km по нормали к её слоям наблюдается при выполнении условия:
а) | km | L = (2m +1)π/2, m = 1, 2, 3, …
б) | km | L = (2m +1)π/2, m = 1/2, 3/2, 5/2, …
в) | km | L = mπ, m = 1/2, 3/2, 5/2, …
г) | km | L = mπ, m = 1, 2, 3, …
12. Максимальное отражение от периодической слоистой структуры с периодом d и толщиной L при распространении волны с волновым вектором km по нормали к её слоям наблюдается при выполнении условия:
а) | km | L = (2m +1)π/2, m = 1, 2, 3, …
б) | km | L = mπ, m = 1, 2, 3, …
в) | km | L = mπ, m = 1/2, 3/2, 5/2, …
г) | km | L = (2m +1)π/2, m = 1/2, 3/2, 5/2, …
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 r 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) Δε33
б) Δε12 = Δε21
в) Δε13 = Δε31
г) Δε11 = □ Δε22 и Δε23 = Δε32

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Известные разновидности фотонных кристаллов. Периодические слоистые среды.
2. Особенности физических свойств ФК.
3. Эффекты в фотонных кристаллах.
4. Уравнения Максвелла.
5. Волновое уравнение.
6. Лазерные импульсы. Групповая скорость.
7. Оптические свойства кристаллов.
8. Основные особенности взаимодействия с периодическими средами.
9. Распространение оптических волн через периодические структуры.
10. Распространение оптических волн через периодические доменные структуры.

Согласована на портале № 81216

11. Пространственное взаимодействие оптических пучков на фотонных решетках.
12. Активные фотонные структуры.
13. Генерация оптических гармоник
14. Параметрическое преобразование частоты

9.1.3. Темы практических заданий

1. Основные особенности взаимодействия с периодическими средами. Распространение оптических волн через периодические структуры.
2. Распространение оптических волн через периодические доменные структуры
3. Пространственное взаимодействие оптических пучков на фотонных решетках.
4. Генерация оптических гармоник.
5. 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, попытаться 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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)

Согласована на портале № 81216

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.

Согласована на портале № 81216

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 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	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

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

Согласована на портале № 81216