МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика фотонных кристаллов

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2017 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	Самостоятельная работа	32	32	часов
5	Всего (без экзамена)	72	72	часов
6	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 8 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 41971

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 03.09.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. ЭП _____ М. Г. Кистенева

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

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

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

Согласована на портале № 41971

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, происходящих в них под действием оптического излучения;

формирование готовности к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов;

формирование способности к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике.

1.2. Задачи дисциплины

- изучение основ строения фотонных кристаллов;
- изучение основных характеристик и свойств фотонных кристаллов;
- изучение основных процессов и эффектов, происходящие в фотонных кристаллах;
- изучение вопросов 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: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Квантовая механика, Математика, Материалы нелинейной оптики, Методы математической физики, Оптическая физика, Оптическое материаловедение, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Когерентная оптика и голография, Нелинейная оптика, Преддипломная практика, Приборы квантовой электроники и фотоники.

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 обучающийся 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.

Согласована на портале № 41971

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
Самостоятельная работа (всего)	32	32
Проработка лекционного материала	7	7
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	13	13
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр					
1 Введение. Эффекты в фотонных кристаллах. Определение и базовые понятия о фотонных кристаллах.	2	4	6	12	ПК-2, ПК-3
2 Закон дисперсии и зонная структура фотонных кристаллов.	4	6	8	18	ПК-2, ПК-3
3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей.	6	6	8	20	ПК-2, ПК-3
4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	4	8	10	22	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

Согласована на портале № 41971

8 семестр			
1 Введение. Эффекты в фотонных кристаллах. Определение и базовые понятия о фотонных кристаллах.	Оптические и магнитооптические эффекты в фотонных кристаллах.Определение и базовые понятия о микроструктурах с фотонной запрещенной зоной. Аналогии между кристаллами и фотонными кристаллами . Плотность мод электромагнитного поля	2	ПК-2
	Итого	2	
2 Закон дисперсии и зонная структура фотонных кристаллов.	Закон дисперсии одномерных фотонных кристаллов. Зонная структура одномерных фотонных кристаллов. Фотонная зона Бриллюэна. Общая формулировка расчета зонной структуры фотонных кристаллов в рамках формализма функций Грина. Зонная структура двумерных фотонных кристаллов. Зонная структура трехмерных фотонных кристаллов.	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 сверхрешетках и нелинейных фотонных кристаллов. Периодические и квазипериодические доменные структуры.	6	ПК-2, ПК-3
	Итого	6	
4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	Методы описания нелинейно-оптического отклика фотонных кристаллов и нелинейного распространения света вфотонных решетках. Солитонное и волноводное распространение света в фотонных кристаллах с квадратичной и кубичной восприимчивостями.Нелинейные фотонные кристаллы и оптические сверхрешетки. Нелинейнооптические и нелинейные магнитооптическиеэффекты в фотонных кристаллах. Эффекты на кубичной восприимчивости. Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов.	4	ПК-2, ПК-3
	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

Согласована на портале № 41971

Предшествующие дисциплины				
1 Взаимодействие оптического излучения с веществом	+	+	+	+
2 Квантовая механика		+		+
3 Математика	+	+	+	+
4 Материалы нелинейной оптики			+	+
5 Методы математической физики		+		
6 Оптическая физика	+	+		+
7 Оптическое материаловедение	+		+	
8 Физика	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+
2 Когерентная оптика и голография				+
3 Нелинейная оптика	+			+
4 Преддипломная практика	+	+	+	+
5 Приборы квантовой электроники и фотоники				+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Зачет, Тест
ПК-3	+	+	+	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

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)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 41971

8 семестр			
1 Введение. Эффекты в фотонных кристаллах. Определение и базовые понятия о фотонных кристаллах.	Аналогии между кристаллами и фотонными кристаллами. У равнения Максвелла. Уравнения Шредингера.	4	ПК-2, ПК-3
	Итого	4	
2 Закон дисперсии и зонная структура фотонных кристаллов.	Методы расчета фотонной запрещеннойзоны одномерных, двумерных итрехмерных фотонных кристаллов.Расчет зонной структуры одномерных-фотонных кристаллов. Расчет зонной структуры трехмерныхфотонных кристаллов.	6	ПК-2, ПК-3
	Итого	6	
3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей.	Методы создания оптических сверхрешеткахи нелинейных фотонных кристаллов. Методы создания нелинейных фотонныхкристаллов.	6	ПК-2, ПК-3
	Итого	6	
4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	Солитонное и волноводное распространениесвета в фотонных кристаллахс квадратичной и кубичной восприимчивостями.Двумерный фазовый синхронизм пригенерации второй гармоники в нелинейныхфотонных кристаллах. Применение фотонных-кристаллов. Устройства оптоэлектроники на основефотонных кристаллов.	8	ПК-2, ПК-3
	Итого	8	
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 Введение. Эффекты в фотонных кристаллах. Определение и базовые понятия о фотонных кристаллах.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	6		
2 Закон дисперсии и зонная структура фотонных кристаллов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-2, ПК-3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест

Согласована на портале № 41971

	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-2, ПК-3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
4 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2, ПК-3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
Итого за семестр		32		
Итого		32		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
8 семестр				
Зачет			10	10
Опрос на занятиях	20	20	20	60
Тест	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.

Согласована на портале № 41971

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. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553 (дата обращения: 03.08.2018).

2. Основы физической и квантовой оптики [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750 (дата обращения: 03.08.2018).

3. Голенищев-Кутузов, А.В. Фотонные и фононные кристаллы [Электронный ресурс] / А.В. Голенищев-Кутузов, В.А. Голенищев-Кутузов, Р.И. Калимуллин. — Электрон. дан. — Москва [Электронный ресурс]: Физматлит, 2010. — 156 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48285 (дата обращения: 03.08.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Актуальные проблемы науки и индустрии фотоники и оптоинформатики [Электронный ресурс]: Сборник статей / В. М. Шандаров, С. М. Шандаров, В. В. Шепелевич - 2013. 275 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3012 (дата обращения: 03.08.2018).

2. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. — Электрон. дан. — Москва Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 296 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70766 (дата обращения: 03.08.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физика фотонных кристаллов [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов направления "Фотоника и оптоинформатика" / В. В. Щербина, С. М. Шандаров - 2014. 18 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4090 (дата обращения: 03.08.2018).

Согласована на портале № 41971

2. Физика фотонных кристаллов [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе / В. В. Щербина, С. М. Шандаров - 2012. 14 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1107 (дата обращения: 03.08.2018).

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Согласована на портале № 41971

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

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

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

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

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

1. Фотонный кристалл – это

а) кристалл с периодически изменяющейся шириной запрещенной зоны

б) твердотельная структура с периодически изменяющейся магнитной проницаемостью, период которой сравним с длиной волны света

в) среда, у которых диэлектрическая проницаемость периодически меняется в пространстве с периодом, допускающим брэгговскую дифракцию света

г) твердотельная структура с периодически изменяющимся коэффициентом поглощения, период которой сравним с длиной волны света

2. Распространение света в фотонном кристалле подчиняется

а) уравнению Шредингера

б) волновому уравнению, являющемуся следствием уравнений Максвелла

в) закону Бугера-Ламберта

г) законам геометрической оптики

3. Диэлектрическая проницаемость фотонного кристалла представляет собой

а) периодическую функцию с периодом, зависящим от длины волны падающего света

б) периодическую функцию с периодом, сравнимым с размером атомов

Согласована на портале № 41971

в) периодическую функцию с периодами, равными любым векторам решетки фотонного кристалла

г) периодическую функцию с периодом, сравнимым с межатомными расстояниями

4. Закон дисперсии электромагнитного поля – это соотношение

а) между коэффициентом отражения фотонного кристалла и частотой электромагнитного поля

б) между скоростью света в фотонном кристалле и волновым вектором

в) между (угловой) частотой электромагнитного поля и волновым вектором

г) между (угловой) частотой электромагнитного поля и скоростью света в фотонном кристалле

5. Благодаря наличию запрещенных и разрешенных фотонных зон фотонный кристалл выполняет функцию • • • • •

а) оптического модулятора

б) оптического резонатора

в) оптического фильтра

г) оптического трансформатора

6. Фотонные кристаллы

а) способны менять окраску в зависимости от длины волны падающего света

б) характеризуются наличием запрещенных фотонных зон

в) характеризуются отсутствием запрещенных фотонных зон

г) характеризуются отсутствием разрешенных фотонных зон

7. Наличие запрещенной фотонной зоны означает, что

а) свет ультрафиолетового диапазона не может распространяться в фотонном кристалле и отражается обратно

б) свет с некоторой энергией, большей ширины запрещенной зоны, не может распространяться в фотонном кристалле и отражается обратно

в) свет с некоторой энергией (длиной волны, частотой), соответствующий запрещенной зоне, не может распространяться в фотонном кристалле и отражается обратно

г) свет ИК диапазона не может распространяться в фотонном кристалле и отражается обратно

8. Фотонные кристаллы характеризуются

а) наличием центров окраски

б) наличием частот при которых свет не может поглощаться в фотонном кристалле

в) отсутствием разрешенных фотонных зон

г) наличием разрешенных фотонных зон

9. В качестве фотонных кристаллов применяется

а) монокристаллический кварц

б) синтетический опал

в) синтетический сапфир

г) синтетический рубин

10. Брэгговская дифракция – это

а) рассеивание света при прохождении светового пучка через оптически неоднородную среду

б) явление рассеяния волн на неоднородностях объекта

в) явление сильного рассеяния волн на периодической решётке рассеивателей при определенных углах падения и длинах волн

г) уменьшается с ростом частоты поля

11. В природе фотонные кристаллы встречаются

а) на крыльях некоторых стрекоз

б) на крыльях жуков семейства пластинчатоусых

в) на крыльях птиц семейства орлиных

г) на крыльях африканских бабочек-парусников

12. Решение задачи о собственных значениях волнового уравнения внутри фотонных кристаллов составляет

Согласована на портале № 41971

а) рассчитанные амплитуды волн магнитного поля внутри фотонного кристалла

б) рассчитанные амплитуды волн электрического поля внутри фотонного кристалла

в) зонная структура фотонных кристаллов, или модовый состав поля внутри фотонного кристалла

г) рассчитанные значения диэлектрической проницаемости фотонного кристалла

13. Задача нахождения собственных функций волнового уравнения определяет

а) спектр коэффициента поглощения фотонных кристаллов для фиксированного волнового вектора

б) спектры коэффициентов отражения и пропускания фотонных кристаллов для фиксированного волнового вектора

в) амплитуды волн электрического поля внутри фотонного кристалла

г) амплитуды волн магнитного поля внутри фотонного кристалла

14. Задача об оптическом отклике фотонных кристаллов включает в себя задачи о

а) спектре коэффициента поглощения фотонных кристаллов

б) спектре коэффициента пропускания фотонных кристаллов

в) числе мод электромагнитного поля в фотонном кристалле

г) спонтанном и вынужденном излучении фотонных кристаллов

15. Область применения фотонных кристаллов

а) генерация второй гармоники

б) оптические волноводы

в) в динамической голографии

г) оптические трансформаторы

15. Область применения фотонных кристаллов

а) генерация второй гармоники

б) оптические волноводы

в) в динамической голографии

г) оптические трансформаторы

16. Плотность мод электромагнитного поля в фотонном кристалле– это

а) число мод электромагнитного поля, имеющие частоты, меньшие w

б) число мод электромагнитного поля с частотами в спектральном диапазоне от w до w+dw

в) число мод электромагнитного поля, имеющие частоты, большие w

г) число мод электромагнитного поля в первой зоне Бриллюэна

17. Одномерные фотонные кристаллы – это кристаллы, в которых

а) коэффициент пропускания периодически изменяется в одном пространственном направлении

б) коэффициент отражения периодически изменяется в одном пространственном направлении

в) показатель преломления периодически изменяется в одном пространственном направлении

г) показатель преломления постоянен в одном пространственном направлении

18. Двумерные фотонные кристаллы – это кристаллы, в которых

а) коэффициент отражения периодически изменяется в двух пространственных направлениях

б) коэффициент пропускания периодически изменяется в двух пространственных направлениях

в) показатель преломления постоянен в двух пространственных направлениях

г) показатель преломления периодически изменяется в двух пространственных направлениях

19. Трехмерный фотонные кристаллы – это кристаллы, в которых

а) коэффициент отражения периодически изменяется в трёх пространственных направлениях

б) коэффициент пропускания периодически изменяется в трёх пространственных направлениях

в) показатель преломления периодически изменяется в трёх пространственных направлени-

Согласована на портале № 41971

ях

г) показатель преломления постоянен в трёх пространственных направлениях

20. Аномальная групповая скорость – это

а) явление комплексной групповой скорости на краю фотонной запрещенной зоны

б) явление большой групповой скорости, достигаемой на краю фотонной запрещенной зоны

в) явление малой групповой скорости, достигаемой на краю фотонной запрещенной зоны

г) явление неопределенности групповой скорости на краю фотонной запрещенной зоны

14.1.2. Зачёт

Аномальная групповая скорость

Вероятность спонтанного излучения в фотонных кристаллах

Дефекты (вакансии и примеси) в фотонных кристаллах

Закон дисперсии электромагнитного поля

Материалы для создания фотонных кристаллов

Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей

Методы описания зонной структуры фотонных кристаллов

Наличие запрещенной фотонной зоны

Нахождение собственных функций волнового уравнения

Область применения фотонных кристаллов

Оптические сверхрешетки

Оптический отклик фотонных кристаллов

Плотность мод электромагнитного поля в фотонном кристалле

Понятие о нелинейных фотонных кристаллах

Решение неоднородного волнового уравнения в двумерных и трехмерных фотонных кристаллах методом функций Грина

Собственные значения волнового уравнения внутри фотонных кристаллов

Уравнение Шредингера.

Уравнения Максвелла

Фотонный кристалл

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

Уравнение Шредингера.

Уравнения Максвелла

Дефекты (вакансии и примеси) в фотонных кристаллах

Материалы для создания фотонных кристаллов

Методы описания зонной структуры фотонных кристаллов

Вероятность спонтанного излучения в фотонных кристаллах

Решение неоднородного волнового уравнения в двумерных и трехмерных фотонных кристаллах методом функций Грина

Понятие о нелинейных фотонных кристаллах

Оптические сверхрешетки

Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Оптические и магнитооптические эффекты в фотонных кристаллах.

Определение и базовые понятия о микроструктурах с фотонной запрещенной зоной. Аналогии между кристаллами и фотонными кристаллами . Плотность мод электромагнитного поля

Закон дисперсии одномерных фотонных кристаллов. Зонная структура одномерных фотонных кристаллов. Фотонная зона Бриллюэна. Общая формулировка расчета зонной структуры фотонных кристаллов в рамках формализма функций Грина. Зонная структура двумерных фотонных кристаллов. Зонная структура трехмерных фотонных кристаллов.

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 сверхрешетках и нелинейных фотонных кристаллов.

Согласована на портале № 41971

Периодические и квазипериодические доменные структуры.

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 кубичной восприимчивостями.

Нелинейные фотонные кристаллы и оптические сверхрешетки. Нелинейнооптические и нелинейные магнитооптические

эффекты в фотонных кристаллах.

Эффекты на кубичной восприимчивости.

Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

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

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

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

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

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:

Согласована на портале № 41971

– 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 № 41971