

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Фотонные кристаллы

Образовательная программа: 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, профиль:
Оптико-электронные приборы и системы в фотонике

Курс: 4, семестр : 7

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	78
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	36
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	4
10	Самостоятельная работа, час.	30
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

ФГОС введен в действие приказом №958 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 07.10.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ОИТ, протокол заседания кафедры №_____ от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Пен Е. Ф.

Заведующий кафедрой:

д.т.н. Лабусов В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Дубнищев Ю. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики; в части следующих результатов обучения:
у1. анализировать поставленные задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики
Компетенция ФГОС: ПК.2 готовность к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов; в части следующих результатов обучения:
у1. применять математическое моделирование процессов и объектов фотоники и оптоинформатики на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике; в части следующих результатов обучения:
у1. проводить измерения и исследования различных объектов по заданной методике

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Фотонные кристаллы	
ПК.1.у1 анализировать поставленные задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	
1. Общие сведения о кристаллических структурах;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2. Особенности одномерных фотонных кристаллов;	Лекции; Практические занятия
3. Особенности двумерных фотонных кристаллов;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4. Особенности трехмерных фотонных кристаллов;	Лекции; Практические занятия
ПК.3.у1 проводить измерения и исследования различных объектов по заданной методике	
5. Методы изготовления фотонных кристаллов;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6. Материалы для получения фотонных кристаллов;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.2.у1 применять математическое моделирование процессов и объектов фотоники и оптоинформатики на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	
7. Моделирования пространственной и зонной структуры фотонных кристаллов.	Лекции; Практические занятия

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 7			
Дидактическая единица: Брэгговская дифракция света			
1. Отражение и интерференция света в многослойных пленках. Методы расчета отражения (пропускания) света в многослойных пленках.	0	2	1

2. Многомерная брэгговская дифракция.	0	2	1
Дидактическая единица: Фотонные запрещенные зоны			
3. Электронная запрещенная зона. Модель свободных электронов. Периодический потенциал цепочки атомов. Закон дисперсии.	0	2	1
4. Отражение света в многослойных пленках, многомерная брэгговская дифракция.	0	2	1
5. Примеры одномерных фотонных кристаллов (брэгговские зеркала, микрорезонаторы, одномерные волноводы). Спектр отражения и пропускания одномерных фотонных кристаллов.	0	4	2
6. Отражение и преломление света в фотонных кристаллах.	0	2	2
Дидактическая единица: Пространственная структура фотонных кристаллов			
7. Закон дисперсии. Зонная структура одномерных фотонных кристаллов.	0	2	2
8. Примеры двумерных ФК (дырчатые волокна, волноводы). Дифракция света в двумерных фотонных кристаллах. Спектр пропускания, зонная структура двумерных фотонных кристаллов.	0	2	3
9. Примеры трехмерных ФК (опалы, инвертированные опалы, "поленица", гибридная конструкция). Дифракция света в трехмерных фотонных кристаллов Отражение и пропускание света в синтетических опалах вдоль направления роста и одномерная дифракция на плоскостях (111).	0	4	4
Дидактическая единица: Методы получения фотонных кристаллов			
10. Методы изготовления фотонных кристаллов. Метод голографической литографии.	0	2	5
11. Материалы для получения ФК. Фотополимерные материалы.	0	2	6
12. Моделирование пространственной и зонной структуры голографических ФК.	0	2	7
Дидактическая единица: Дефекты в фотонных кристаллах			
13. Методы формирования дефектов. Локализованные дефекты. Изменения зонной структуры. Делокализованные дефекты.	0	2	5, 6
Дидактическая единица: Применения фотонных кристаллов			
14. Фотонно-кристаллические световоды: виды, механизмы распространения света, технологии изготовления.	0	2	1, 2, 3, 4, 7
15. Пассивные и активные элементы оптических микросхем на основе ФК.	0	2	1, 2, 3, 4, 7
16. Фотонно-кристаллические сенсоры.	0	2	1, 2, 3, 4, 7

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Пространственная структура фотонных кристаллов				

1. Периодичность структуры. Термины и определения. Прямая и обратная решетки.	4	4	2	Построение прямой и обратной решеток для кристаллов с кубической и гексагональной упаковками структурных элементов. Построение зон Бриллюэна.
2. Пространственная структура 1D - 3D фотонных кристаллов.	4	4	2, 3, 4, 6	Выполнение лабораторной работы "Моделирование пространственной структуры 1D - 3D фотонных кристаллов"
3. Фотонные квазикристаллы. Вращательная симметрия.	4	4	1, 6	Выполнение лабораторной работы "Моделирование пространственной структуры фотонных квазикристаллов путем азимутального наложения решеток двухлучевой интерференции".
Дидактическая единица: Брэгговская дифракция света				
4. Многомерная брэгговская дифракция	4	4	1, 2, 3, 4	Выполнении лабораторной работы "Дифракция света на стопе 2D решеток". Объяснение интерференционных эффектов
5. Фотонные кристаллы на основе синтетических опалов.	4	4	5, 6	Расчет эффективных показателей преломления и толщин модельных слоев в структуре опала.
6. Отражение и интерференция света в многослойных пленках. Методы расчета отражения (пропускания) света в многослойных пленках.	4	4	1	Расчет отражения (пропускания) света в многослойных пленках при различных параметрах их толщины и количества слоев.
Дидактическая единица: Методы получения фотонных кристаллов				
7. Методы получения прямых и инвертированных синтетических опалов.	4	4	5	Изучение образцов синтетических опалов.
8. Метод голографической (интерференционной) литографии.	4	4	6, 7	Построение собственных примеров при выполнении лабораторной работы "Моделирование структуры фотонных кристаллов путем интерференции многих пучков и наложения решеток при двухлучевой интерференции".
9. Спектральные методы. Угловые характеристики спектров пропускания.	4	4	5, 7	Выполнение лабораторной работы "Измерение спектральных характеристик фотонных кристаллов".

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Контрольные работы	3	8	0

Ответы на вопросы по пройденным темам: Мартинес-Дуарт Д. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна : под ред. Е. Б. Якимова. - М., 2009. - 367 с. : ил.				
2	РГЗ	5, 6	7	4
Преподаватель консультирует по вопросам, которые возникают у студентов при выполнении работы: Мартинес-Дуарт Д. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна : под ред. Е. Б. Якимова. - М., 2009. - 367 с. : ил.				
3	Подготовка к занятиям	1	9	0
Нахождение информации по темам, предстоящих практических работ, повторение изученного материала: Мартинес-Дуарт Д. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна : под ред. Е. Б. Якимова. - М., 2009. - 367 с. : ил.				
4	Подготовка к аттестации	5	6	0
Изучение вопросов согласно списку контролирующих материалов. Подготовка реферата: Мартинес-Дуарт Д. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна : под ред. Е. Б. Якимова. - М., 2009. - 367 с. : ил.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Проблемный метод	ПК.1;
Формируемые умения: у1. анализировать поставленные задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики		
Краткое описание применения: Постоянный контакт со студентами во время работ через обсуждение материала		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Практические занятия:</i>	10	20

<i>Контрольные работы:</i>	15	30
<i>РГЗ:</i>	15	30
<i>Зачет:</i>	0	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Зачет
ПК.1	у1. анализировать поставленные задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	+	+	+
ПК.2	у1. применять математическое моделирование процессов и объектов фотоники и оптоинформатики на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	+		+
ПК.3	у1. проводить измерения и исследования различных объектов по заданной методике	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Фахльман Б. Д. Химия новых материалов и нанотехнологии : [учебное пособие] / Б. Фахльман ; пер. с англ. Д. О. Чаркина, В. В. Уточниковой ; под ред. Ю. Д. Третьякова, Е. А. Гудилина. - Долгопрудный, 2011. - 463 с., [20] л. ил. : ил., табл.
2. Введение в физику и моделирование фотонных кристаллов: учебное пособие / Дегтяренко Н.Н., Каргин Н.И. - М.:НИЯУ 'МИФИ', 2012. - 148 с. ISBN 978-5-7262-1802-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=560553> - Загл. с экрана.
3. Борисенко В. Е. Нанoeлектроника : [учебное пособие для вузов по специальности "Микро- и нанoeлектронные технологии и системы" и "Квантовые информационные системы"] / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - М., 2009. - 223 с. : ил., граф., схемы
4. Белотелов В. И. Фотонные кристаллы и другие метаматериалы / В. И. Белотелов, А. К. Звездин. - М., 2006. - 142, [1] с. : ил.

Дополнительная литература

1. 3D лазерные информационные технологии / [Твердохлеб П. Е. и др.] ; отв. ред. П. Е. Твердохлеб ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т автоматики и электрометрии. - Новосибирск, 2003. - 550 с. : ил., схемы. - Авт. указаны на обороте тит. л.
2. Фотонные кристаллы и нанокомпозиты: структурoобразование, оптические и диэлектрические свойства = Photonic crystals and nanocomposites: structure formation, optical and dielectric properties / [В. Г. Архипкин, А. М. Бакиров, Б. А. Беляев и др.] ; отв. ред.: В. Ф. Шабанов, В. Я. Зырянов ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние [и др.]. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. – 252, [4] с. – (Интеграционные проекты СО РАН = SB RAS integrated ; вып. 21).
3. Шабанов В. Ф. Оптика реальных фотонных кристаллов: жидкокристаллические дефекты, неоднородности / В. Ф. Шабанов, С. Я. Ветров, А. В. Шабанов ; отв. ред. д.ф.-м.н. В. В. Слабко ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т физики им. Л. В. Киренского и др. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. – 239 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Мартинес-Дуарт Д. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна : под ред. Е. Б. Якимова. - М., 2009. - 367 с. : ил.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Mozilla Firefox

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	для презентации лекционного материала

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф.-м.н., доцент И.И. Корель
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Фотонные кристаллы

Образовательная программа: 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, профиль: Оптико-электронные приборы и системы в фотонике

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Фотонные кристаллы приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1/НИ способность к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	у1. анализировать поставленные задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	Закон дисперсии. Зонная структура одномерных фотонных кристаллов. Многомерная брэгговская дифракция Многомерная брэгговская дифракция. Отражение и интерференция света в многослойных пленках. Методы расчета отражения (пропускания) света в многослойных пленках. Отражение и интерференция света в многослойных пленках. Методы расчета отражения (пропускания) света в многослойных пленках. Отражение и преломление света в фотонных кристаллах. Отражение света в многослойных пленках, многомерная брэгговская дифракция. Пассивные и активные элементы оптических микросхем на основе ФК. Примеры двумерных ФК (дырчатые волокна, волноводы). Дифракция света в двумерных фотонных кристаллах. Спектр пропускания, зонная структура двумерных фотонных кристаллов. Примеры одномерных фотонных кристаллов (брэгговские зеркала, микрорезонаторы, одномерные волноводы). Спектр отражения и пропускания одномерных фотонных кристаллов. Примеры трехмерных ФК (опалы, инвертированные опалы, "поленица", гибридная конструкция). Дифракция света в трехмерных фотонных кристаллов Отражение и пропускание света в синтетических опалах вдоль направления роста и одномерная дифракция на плоскостях (111). Пространственная структура 1D - 3D фотонных кристаллов. Фотонно-кристаллические световоды: виды, механизмы распространения света, технологии изготовления. Фотонно-кристаллические сенсоры. Электронная запрещенная зона. Модель свободных электронов. Периодический потенциал цепочки атомов. Закон дисперсии.	Контрольные работы РГЗ, разделы 1	Зачет, вопросы 1-3
ПК.2/НИ готовность к математическому моделированию	у1. применять математическое моделирование процессов и	Моделирование пространственной и зонной структуры голографических ФК. Пассивные и активные элементы оптических микросхем на	Контрольные работы, разделы 3	Зачет, вопросы 4-6

процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	объектов фотоники и оптоинформатики на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	основе ФК. Фотонно-кристаллические световоды: виды, механизмы распространения света, технологии изготовления. Фотонно-кристаллические сенсоры.		
ПК.3/НИ способность к проведению измерений в процессе производства приборов	у1. проводить измерения и исследования различных объектов по заданной методике	Материалы для получения ФК. Фотополимерные материалы. Методы изготовления фотонных кристаллов. Метод голографической литографии. Методы формирования дефектов. Локализованные дефекты. Изменения зонной структуры. Делокализованные дефекты.	Контрольные работы РГЗ, разделы 2	Зачет, вопросы 7-10

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.3/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.3/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения

учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра оптических информационных технологий

Паспорт зачета

по дисциплине «Фотонные кристаллы», 7 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается два вопроса из списка вопросов, приведенных ниже. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Фотонные кристаллы»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *7 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *15 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если

студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Фотонные кристаллы»

1. Аналогии между традиционными и фотонными кристаллами.
2. Прямая и обратная решетки. Зона Бриллюэна двумерных кристаллов с прямоугольной и гексагональной структурой.
3. Электронная запрещенная зона. Закон дисперсии электрона в периодическом поле.
4. Дифракция света на многомерных решетках. Условие Брэгга для трехмерной решетки.
6. Фотонная запрещенная зона. Закон дисперсии.
5. Одномерный фотонный кристалл. Стоп-зона. Угловая характеристика.
6. Методы получения фотонных кристаллов. Синтетические опалы.
7. Голографическая литография. Фотополимерные материалы.
8. Дефекты в фотонных кристаллах. Делокализованные дефекты.
9. Фотонные квазикристаллы.
10. Фотонно-кристаллические волоконные световоды.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Фотонные кристаллы», 7 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме Фотоника, включает 5 заданий. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если решено меньше 3 задач и отсутствует решение в двух. Оценка составляет **8** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если решены три задачи. Оценка составляет **15** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если решены четыре задачи. Оценка составляет **22** баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если решены все задачи. Оценка составляет **30** баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

1. Маятниковые и электронные часы на поверхности Земли показывают одинаковое время. Сравните показания этих часов за сутки в случаях, когда они подняты на высоту 1 км и опущены на глубину 1 км.
2. Упругий мячик движется вертикально под действием силы тяжести, отскакивая от горизонтального стола. Нарисовать график зависимости смещения от времени и фазовый портрет колебаний.
3. Частица массы m находится в одномерном силовом поле, где её потенциальная энергия зависит от координаты x как $U(x) = U_0(1 - \cos ax)$, где U_0 и a – положительные постоянные. Найти период малых колебаний частицы около положения равновесия.
4. Определить положительную мощность вынужденных колебаний, $\langle P \rangle / \langle P \rangle_{\max}$, как функцию добротности осциллятора.
5. Для резонансного обнаружения малых вынуждающих сил используется кристалл сапфира, добротность которого $Q = 10^9$ и частота собственных колебаний $\omega_0 = 10^4$ Гц. Определить время, в течение которого в монокристалле устанавливаются стационарные колебания с момента воздействия вынуждающей силы.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Фотонные кристаллы», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны подготовить реферат на одну из заданных тем.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ объекта диагностирования, выбрать и обосновать диагностические признаки и параметры, разработать алгоритмы диагностирования, выбрать аппаратные средства.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 8 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 15 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 22 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 30 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Технология получения синтетических опалов. Расчет показателя преломления эффективных слоев на примере кубической и гексагональной структур синтетического опала соответственно в направлениях $[111]$ и $[100]$. Гетероструктуры и их спектры.
2. Фотонно-кристаллические волоконные световоды - устройство, принцип действия, технология изготовления, примеры применений.
3. Дефекты в фотонных кристаллах (методы получения, локализованные и делокализованные дефекты).
4. Фотонно-кристаллические микросхемы Фотонно-кристаллические микросхемы (пассивные и активные элементы, принцип работы, примеры).
5. Фотонно-кристаллические сенсоры (принцип работы, примеры).
6. Квазикристаллы и фотонные стекла
7. 3D лазерная литография. Применения для фотонных кристаллов