МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

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

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17186

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 2 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

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

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

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

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

председатель методической комиссии кафедры ЭП, профессор каф. ЭП кафедра ЭП _____ Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 17186

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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

1.2. Задачи дисциплины

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов» (Б1.В.ОД.1.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Последующими дисциплинами являются: Динамическая голография, Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики, Фотоника наноконструированных материалов и наноплазмоника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 способностью применять современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов;

– ПК-8 способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства;

– ПК-9 способностью использовать оптические методы для решения задач распознавания образов и искусственного интеллекта;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства кристаллических и некристаллических материалов; современные методики исследования основных физико-химических свойств фотонных кристаллов; методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров фотонных кристаллов; основные понятия, определения и законы разделов оптики фотонных кристаллов; методы анализа, синтеза и критического применения информации по проектированию оптических приборов на основе фотонных кристаллах; оптические методы для решения задач распознавания образов искусственного интеллекта

– **уметь** выполнять оценочные расчеты электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов; применять методики исследования основных физико-химических свойств фотонных кристаллов; методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров фотонных кристаллов;использовать современные приборы для исследования физико-химических свойств фотонных кристаллов; строить физические модели, описывающие работу приборов на основе фотонных кристаллов; рассчитывать параметры приборов на основе фотонных кристаллов; использовать современное оборудование и приборы на основе фотонных кристаллов; проводить монтаж экспериментального оборудования для использования оптических методов решения задач.

– **владеть** методиками экспериментального исследования свойств фотонных кристаллов, приемами и алгоритмами решения задач об основных физико-химических свойствах фотонных кристаллов; навыками измерения параметров приборов на основе фотонных кристаллов; опытом профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов на основе фотонных кристаллов; навыками использования результатов освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы; методиками решения задач распознавания образов искусственного интеллекта

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Согласована на портале № 17186

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	32	32
Практические занятия	32	32
Из них в интерактивной форме	30	30
Самостоятельная работа (всего)	40	40
Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	28	28
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	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр				
1 Оптические эффекты в фотонных кристаллах	6	8	14	ПК-7, ПК-8, ПК-9
2 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	10	8	18	ПК-7, ПК-8, ПК-9
3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей.	8	12	20	ПК-7, ПК-8
4 Применение фотонных кристаллов.	8	12	20	ПК-7, ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	32	40	72	
Итого	32	40	72	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Не предусмотрено РУП

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.

Согласована на портале № 17186

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
Последующие дисциплины				
1 Динамическая голография				+
2 Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики	+			
3 Фотоника наноконструированных материалов и наноплазмоника		+		

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

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

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

Компетенции	Виды занятий		Формы контроля
	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ПК-7	+	+	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии
ПК-8	+	+	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
ПК-9	+	+	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Всего
2 семестр		
Мозговой штурм	20	20
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	10	10
Итого за семестр:	30	30
Итого	30	30

Согласована на портале № 17186

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
2 семестр			
1 Оптические эффекты в фотонных кристаллах	Методы расчета фотонной запрещенной зоны одномерных, двумерных и трехмерных фотонных кристаллов.	2	ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Расчет зонной структуры одномерных фотонных кристаллов.	2	
	Расчет зонной структуры трехмерных фотонных кристаллов.	2	
	Итого	6	
2 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	Солитонное и волноводное распространение света в фотонных кристаллах с квадратичной и кубичной восприимчивостями.	4	ПК-8, ПК-9
	Двумерный фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в нелинейных фотонных кристаллах.	2	
	Суперконтинуум и бистабильность в фотонных кристаллах.	4	
	Итого	10	
3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей.	Методы создания оптических сверхрешетках и нелинейных фотонных кристаллов.	4	ПК-7, ПК-8
	Методы создания нелинейных фотонных кристаллов.	4	
	Итого	8	
4 Применение фотонных кристаллов.	Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов.	4	ПК-8, ПК-9
	Фононные кристаллы.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		32	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 17186

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Оптические эффекты в фотонных кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-9, ПК-8, ПК-7	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
2 Нелинейно-оптические явления в фотонных кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-8, ПК-7, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
3 Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-7, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
4 Применение фотонных кристаллов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-7, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		

Согласована на портале № 17186

	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
Итого за семестр		40		
Итого		40		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

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

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	

Согласована на портале № 17186

	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

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

12.2. Дополнительная литература

1. Петров М.П., Степанов С.И., Хоменко А.В. // Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике. - СПб.: Наука, 1992. - 320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
2. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие /В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. - М. : Техносфера, 2007. – 518 с. - ISBN 978-5-94836-141-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
3. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 294 с. - ISBN 978-5-9963-0290-1 (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 200700 «Фотоника и оптоинформатика» / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2013. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3011, дата обращения: 16.03.2017.
2. Физика фотонных кристаллов: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов направления "Фотоника и оптоинформатика" / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2014. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4090, дата обращения: 16.03.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

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

Согласована на портале № 17186

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

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

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

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

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

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного 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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценоч-

Согласована на портале № 17186

ных средств, а именно:

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 17186

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:
- ст. преподаватель каф. ЭП В. В. Щербина

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17186

1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-7	способностью применять современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов	Должен знать фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства кристаллических и некристаллических материалов; современные методики исследования основных физико-химических свойств фотонных кристаллов; методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров фотонных кристаллов; основные понятия, определения и законы разделов оптики фотонных кристаллов; методы анализа, синтеза и критического применения информации по проектированию оптических приборов на основе фотонных кристаллах; оптические методы для решения задач распознавания образов искусственного интеллекта; Должен уметь выполнять оценочные расчеты электрических, механических и тепловых характеристик фотонных кристаллов; применять методики исследования основных физико-химических свойств фотонных кристаллов; методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров фотонных кристаллов;использовать современные приборы для исследования физико-химических свойств фотонных кристаллов; строить физические модели, описывающие работу приборов на основе фотонных кристаллов; рассчитывать параметры приборов на основе фотонных кристаллов; использовать современное оборудование и приборы на основе фотонных кристаллов; проводить монтаж экспериментального оборудования для использования оптических методов решения задач.; Должен владеть методиками экспериментального исследования свойств фотонных кристаллов, приемами и алгоритмами решения задач об основных физико-химических свойствах фотон-
ПК-8	способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства	
ПК-9	способностью использовать оптические методы для решения задач распознавания образов и искусственного интеллекта	

Согласована на портале № 17186

		ных кристаллов; навыками измерения параметров приборов на основе фотонных кристаллов; опытом профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов на основе фотонных кристаллов; навыками использования результатов освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы; методиками решения задач распознавания образов искусственного интеллекта;

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

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

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-7

ПК-7: способностью применять современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные методики исследования основных физико-химических свойств фотонных кристаллов; методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров фотонных кристаллов; основные понятия, определе-	применять методики исследования основных физико-химических свойств фотонных кристаллов; методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров фотонных кристаллов;использовать современные при-	методиками экспериментального исследования свойств фотонных кристаллов, приемами и алгоритмами решения задач об основных физико-химических свойствах фотонных кристаллов

Согласована на портале № 17186

	ния и законы разделов оптики фотонных кристаллов	боры для исследования физико-химических свойств фотонных кристаллов	
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• современные методики исследования основных физико-химических свойств фотонных кристаллов; • методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров фотонных кристаллов; • основные понятия, определения и законы разделов оптики фотонных кристаллов;	• применять методики исследования основных физико-химических свойств фотонных кристаллов; • применять методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров фотонных кристаллов; • использовать современные приборы для исследования физико-химических свойств фотонных кристаллов;	• методиками экспериментального исследования свойств фотонных кристаллов; • приемами и алгоритмами решения задач об основных физико-химических свойствах фотонных кристаллов;
Хорошо (базовый уровень)	• современные методики исследования основных физико-химических свойств фотонных кристаллов; • основные понятия, определения и законы разделов оптики фотонных кристаллов;	• применять методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров фотонных кристаллов; • использовать современные приборы для исследования физико-химических свойств фотонных кристаллов;	• методиками экспериментального исследования свойств фотонных кристаллов; • приемами и алгоритмами решения задач об основных физико-химических свойствах фотонных кристаллов;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные понятия, определения и законы разделов оптики фотонных кристаллов;	• использовать современные приборы для исследования физико-химических свойств фотонных кристаллов;	• методиками экспериментального исследования свойств фотонных кристаллов;

Согласована на портале № 17186

2.2 Компетенция ПК-8

ПК-8: способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методы анализа, синтеза и критического применения информации по проектированию оптических приборов на основе фотонных кристаллах	строить физические модели, описывающие работу приборов на основе фотонных кристаллов; рассчитывать параметры приборов на основе фотонных кристаллов; использовать современное оборудование и приборы на основе фотонных кристаллов	навыками измерения параметров приборов на основе фотонных кристаллов; опытом профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов на основе фотонных кристаллов; навыками использования результатов освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Зачет;

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• методы анализа информации по проектированию оптических приборов на основе фотонных кристаллах.; • методы синтеза информации по проектированию оптических приборов на основе фотонных кристаллах; • методы применения информации по проектированию оптических приборов на основе фотонных кристаллах;	• строить физические модели, описывающие работу приборов на основе фотонных кристаллов; • рассчитывать параметры приборов на основе фотонных кристаллов; • использовать современное оборудование и приборы на основе фотонных кристаллов;	• навыками измерения параметров приборов на основе фотонных кристаллов; • опытом профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов на основе фотонных кристаллов; • навыками использования результатов освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской про-

Согласована на портале № 17186

			граммы.;
Хорошо (базовый уровень)	• методы синтеза информации по проектированию оптических приборов на основе фотонных кристаллах; • методы анализа информации по проектированию оптических приборов на основе фотонных кристаллах.;	• рассчитывать параметры приборов на основе фотонных кристаллов; • использовать современное оборудование и приборы на основе фотонных кристаллов;	• навыками измерения параметров приборов на основе фотонных кристаллов; • навыками использования результатов освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• методы анализа информации по проектированию оптических приборов на основе фотонных кристаллах.;	• использовать современное оборудование и приборы на основе фотонных кристаллов;	• навыками использования результатов освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы.;

2.3 Компетенция ПК-9

ПК-9: способностью использовать оптические методы для решения задач распознавания образов и искусственного интеллекта.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	оптические методы для решения задач распознавания образов искусственного интеллекта	проводить монтаж экспериментального оборудования для использования оптических методов решения задач.	методиками решения задач распознавания образов искусственного интеллекта
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• оптические методы для решения задач распознавания образов искусственного интеллекта и основные оптиче-	• проводить монтаж экспериментального стенда для решения распознавания образов и искусственного ин-	• различными методиками решения задач распознавания образов искусственного интеллекта;

Согласована на портале № 17186

	ские методы решения задач ; • основы теории искусственного интеллекта;	теллекта ; • аргументировано доказывать правильность монтажа экспериментального стенда для решения распознавания образов и искусственного интеллекта ;	
Хорошо (базовый уровень)	• оптические методы для решения задач распознавания образов искусственного интеллекта и основные оптические методы решения задач ;	• проводить монтаж экспериментального стенда для решения распознавания образов и искусственного интеллекта ;	• различными методиками решения задач распознавания образов искусственного интеллекта;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• имеет общие представление о методиках распознавания образов и искусственного интеллекта;	• проводить монтаж экспериментального стенда для решения распознавания образов и искусственного интеллекта ;	• основными методиками решения задач распознавания образов искусственного интеллекта;

3 Типовые контрольные задания

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

3.1 Вопросы на самоподготовку

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

3.2 Темы опросов на занятиях

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

3.3 Темы докладов

– Методы расчета фотонной запрещенной зоны двумерных фотонных кристаллов. Солитонное и волноводное распространение света в фотонных кристаллах с квадратичной и кубичной восприимчивостями. Нелинейные фотонные кристаллы и оптические сверхрешетки. Нелинейно-оптические и нелинейные магнитооптические эффекты в фотонных кристаллах. Эффекты на кубичной восприимчивости. Суперконтинуум и бистабильность в фотонных кристаллах. Дыр-

Согласована на портале № 17186

чатые волокна. Микролазеры без инверсии населенности. Оптические переключатели и мультиплексоры. Магнитооптические модуляторы света. Электромагнитные кристаллы для ИК и СВЧ областей.

3.4 Зачёт

– Методы описания зонной структуры фотонных кристаллов. Методы расчета фотонной запрещенной зоны одномерных, двумерных и трехмерных фотонных кристаллов. Методы описания нелинейно-оптического отклика фотонных кристаллов и нелинейного распространения света в фотонных решетках. Нелинейные фотонные кристаллы и оптические сверхрешетки. Понятие о нелинейных фотонных кристаллах. Брэгговские зеркала, микрорезонаторы, одномерные волноводы. Двумерные фотонные кристаллы. Трехмерные фотонные кристаллы. Методы создания нелинейных фотонных кристаллов. Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов. Оптические диоды и транзисторы.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

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

4.2. Дополнительная литература

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

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

3. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 294 с. - ISBN 978-5-9963-0290-1 (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 200700 «Фотоника и оптоинформатика» / Щербина В. В., Шандаров С. М. - 2013. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3011, свободный.

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

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 17186