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

Материалы нелинейной оптики и динамической голографии

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	40	40	часов
2	Всего аудиторных занятий	40	40	часов
3	Из них в интерактивной форме	30	30	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: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18720

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 №_____.

Разработчик:

Доцент каф. КУДР _____ М. Г. Кистенева

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

Эксперт:

профессор кафедра ЭП _____ Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 18720

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование знаний, умений и навыков, необходимых при разработке технологии получения материалов для нелинейной оптики, электрооптики, динамической голографии для дальнейшего использования их при разработке и эксплуатации устройств и систем квантовой и оптической электроники на их основе

1.2. Задачи дисциплины

– Получение базовых знаний в области технологии производства нелинейно-оптических и электрооптических кристаллов;

– Получение базовых знаний по методам легирования нелинейно-оптических и электрооптических кристаллов и их послеростовой обработки;

– Формирование основных представлений о способах получения материалов со свойствами, требуемыми для применений в устройствах и системах нелинейной оптики, управления лазерным излучением, динамической голографии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Материалы нелинейной оптики и динамической голографии» (Б1.В.ОД.1.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Волноводная фотоника, Интегральная фотоника, Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов, Фоторефрактивная и нелинейная оптика.

Последующими дисциплинами являются: Динамическая голография.

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** Группы кристаллов, используемых для создания преобразователей лазерного изучения, параметрических генераторов света, оптических модуляторов, и их свойства; группы кристаллов, используемых для формирования динамических голограмм за счет явления фоторефракции; этапы технологических процессов и оборудование для выращивания оптических кристаллов из расплавов и высокотемпературных растворов; методы послеростовой обработки выращенных кристаллов для получения материалов с заданными свойствами

– **уметь** Рационально выбирать оптические материалы, используемые в нелинейной оптике, электрооптике, динамической голографии, в зависимости от предъявляемых к ним технических требований; рационально выбирать процессы послеростовой обработки кристаллов, с учетом результатов входного контроля параетров выращенного кристалла и требований к изготавливаемым из него элементам; организовать процесс входного контроля параметров выращенного кристалла и выходного контроля параметров оптических элементов изготовленных из него

– **владеть** Навыками разработки маршрутной карты технологического процесса роста кристаллов на затравку из высокотемпературного раствора и расплава; навыками организации процессов входного контроля параметров выращенного кристалла и выходного контроля параметров оптических элементов, изготовленных из него

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Согласована на портале № 18720

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	40	40
Практические занятия	40	40
Из них в интерактивной форме	30	30
Самостоятельная работа (всего)	32	32
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	32
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 Введение. Классификация нелинейных оптических материалов	6	6	12	ПК-7, ПК-8, ПК-9
2 Физические свойства монокристаллических материалов	8	8	16	ПК-7, ПК-8, ПК-9
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	8	6	14	ПК-7, ПК-8, ПК-9
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	10	6	16	ПК-7, ПК-8, ПК-9
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	8	6	14	ПК-7, ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	40	32	72	
Итого	40	32	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 № 18720

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	5
Предшествующие дисциплины					
1 Волноводная фотоника	+				
2 Интегральная фотоника	+				
3 Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов	+				+
4 Фоторефрактивная и нелинейная оптика			+		+
Последующие дисциплины					
1 Динамическая голография	+				+

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	+	+	Собеседование, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Реферат
ПК-8	+	+	Собеседование, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Реферат
ПК-9	+	+	Собеседование, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Реферат

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	6	6

Согласована на портале № 18720

Презентации с использованием видеофильмов с обсуждением	6	6
Поисковый метод	6	6
Исследовательский метод	6	6
Презентации с использованием раздаточных материалов с обсуждением	6	6
Итого за семестр:	30	30
Итого	30	30

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 Введение. Классификация нелинейных оптических материалов	Роль оптических материалов при использовании оптических и голографических методов в задачах распознавания образов.	6	ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	6	
2 Физические свойства монокристаллических материалов	Сегнетоэлектрические кристаллы. Пьезоэлектрические кристаллы. Электрооптические кристаллы. Кристаллы для акустооптических приложений. Кристаллы – преобразователи одного вида энергии в другой. Кристаллы с кубической нелинейностью, используемые для преобразования оптического излучения.	8	ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	8	
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Свойства монокристаллов ниобата лития. Способы выращивания монокристаллов ниобата лития. Методы исследования состава и дефектности кристаллов ниобата лития. Методики исследования доменной структуры в кристаллах ниобата лития. Свойства монокристаллов танталата лития. Способы выращивания монокристаллов танталата лития. Дефекты структуры кристаллов танталата лития.	8	ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	8	
4 Кристаллы семейства	Оптические свойства кристаллов KTP.	10	ПК-7, ПК-

Согласована на портале № 18720

титанилфосфата калия KTP	Исследование влияния на оптическую и нелинейно-оптическую однородность кристаллов KTP технологических параметров ростового процесса. Использование кристаллов KTP для высокоэффективного нелинейного преобразования излучения твердотельных лазеров.		8, ПК-9
	Итого	10	
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Механизм возникновения фоторефракции. Фоторефрактивный эффект в кристаллах ZnGeP2. Фоторефрактивный эффект в кристаллах класса силленитов. Фоторефрактивные голограммы в кристаллах класса силленитов. Фоторефрактивный эффект в кристаллах ниобата лития.	8	ПК-7, ПК-8, ПК-9
	Итого	8	
Итого за семестр		40	

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
2 семестр				
1 Введение. Классификация нелинейных оптических материалов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-7, ПК-8, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Собеседование
	Итого	6		
2 Физические свойства монокристаллических материалов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-7, ПК-8, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Собеседование
	Итого	8		
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-7, ПК-8, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Реферат, Собеседование
	Итого	6		
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-7, ПК-8, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Реферат, Собеседование
	Итого	6		
5 Использование фоторефрактивных	Подготовка к практическим занятиям, семина-	6	ПК-7, ПК-8,	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на заня-

Согласована на портале № 18720

материалов в динамической голографии	рам		ПК-9	тиях, Реферат, Собеседование
	Итого	6		
Итого за семестр		32		
Итого		32		

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	12	12	34
Опрос на занятиях	6	6	6	18
Реферат	10	10	10	30
Собеседование	6	6	6	18
Итого максимум за период	32	34	34	100
Нарастающим итогом	32	66	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 № 18720

	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. Оптические свойства твердых тел: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. - 2016. 126 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5935, дата обращения: 20.04.2017.
2. Оптическое материаловедение: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. - 2013. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2992, дата обращения: 20.04.2017.
3. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750, дата обращения: 20.04.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Акустические кристаллы : Справочник / А. А. Блистанов [и др.] ; ред. : М. П. Шаскольская. - М. : Наука, 1982. - 632 с. : ил. - Библиогр.: с. 589-632. - Б. ц. УДК 539.2:534(031) (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)
2. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553, дата обращения: 20.04.2017.
3. Ярив, Амнон. Квантовая электроника и нелинейная оптика : Пер. с англ. / А. Ярив ; пер. А. А. Барыбин, пер. Ю. Н. Горин, пер. А. И. Соколов, пер. Л. Т. Тер-Мартиросян, ред. пер. О. Г. Вендик, ред. пер. Я. И. Ханин. - М. : Советское радио, 1973. - 454[2] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 432-446. - Предм. указ.: с. 447-449. - (в пер.) : Б. ц. УДК 621.373.8 535:530.182 (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)
4. Гейко, П. П. Прикладная нелинейная оптика : учебное пособие / П. П. Гейко ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 109 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 68, 109 (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Материалы нелинейной оптики и динамической голографии: Методические указания к практическим занятиям / Шварцман Г. И., Кистенева М. Г. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1093, дата обращения: 20.04.2017.
2. Материалы нелинейной оптики и динамической голографии: Методические указания по самостоятельной работе / Шварцман Г. И., Кистенева М. Г. - 2012. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1094, дата обращения: 20.04.2017.

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.

Согласована на портале № 18720

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

1. Образовательный портал университета
2. 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 занятий, 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 наглядные пособия в виде презентаций, раздаточного и справочного материала.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 1.5ГГц. - 16 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную 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

Согласована на портале № 18720

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 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.

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 № 18720

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

Материалы нелинейной оптики и динамической голографии

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

Разработчик:
- Доцент каф. КУДР М. Г. Кистенева

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18720

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-9	способностью использовать оптические методы для решения задач распознавания образов и искусственного интеллекта	Должен знать Группы кристаллов, используемых для создания преобразователей лазерного изучения, параметрических генераторов света, оптических модуляторов, и их свойства; группы кристаллов, используемых для формирования динамических голограмм за счет явления фоторефракции; этапы технологических процессов и оборудование для выращивания оптических кристаллов из расплавов и высокотемпературных растворов; методы послеростовой обработки выращенных кристаллов для получения материалов с заданными свойствами; Должен уметь Рационально выбирать оптические материалы, используемые в нелинейной оптике, электрооптике, динамической голографии, в зависимости от предъявляемых к ним технических требований; рационально выбирать процессы послеростовой обработки кристаллов, с учетом результатов входного контроля параетров выращенного кристалла и требований к изготавливаемым из него элементам; организовать процесс входного контроля параметров выращенного кристалла и выходного контроля параметров оптических элементов изготовленных из него; Должен владеть Навыками разработки маршрутной карты технологического процесса роста кристаллов на затравку из высокотемпературного раствора и расплава; навыками организации процессов входного контроля параметров выращенного кристалла и выходного контроля параметров оптических элементов, изготовленных из него;
ПК-8	способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства	
ПК-7	способностью применять современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов	

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	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 18720

критерии			
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-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 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основные свойства материалов нелинейной оптики и динамической голографии, результаты теоретических и экспериментальных исследований этих материалов	Использовать оптические методы исследования материалов нелинейной оптики и динамической голографии для решения задач распознавания образов и искусственного интеллекта	Навыками обобщения теоретических и экспериментальных исследований материалов нелинейной оптики и динамической голографии, давать рекомендации по совершенствованию устройств распознавания образов и 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	• Собеседование; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;	• Собеседование; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;	• Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;

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

Согласована на портале № 18720

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает теоретическими знаниями в области материалов нелинейной оптики и динамической голографии с пониманием границ применимости этого класса материалов.;	• Строить осуществлять рациональный выбор материалов нелинейной оптики и динамической голографии для изготовления изделий приборостроения и обосновывать его как с технической, так и с экономической точек зрения;	• Владеет навыками измерения, анализа исследуемых характеристик и моделирования материалов нелинейной оптики и динамической голографии.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает принципы, процессы, общие понятия в области материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• меет решать типовые задачи, математически выражать и с физической точки зрения аргументировать результаты анализа экспериментальных и теоретических исследований материалов нелинейной оптики и динамической голографии.;	• Владеет терминологией, основами измерения, анализа и моделирования материалов нелинейной оптики и динамической голографии.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Умеет работать со справочной литературой. Умеет объяснить результаты своей работы.;	• Навыками работы с учебной и справочной литературой и базами данных при выборе материалов нелинейной оптики и динамической голографии.;

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	Основные свойства материалов нелинейно оптики и динамической голографии, применяемых для создания фотонных устройств	Выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства на основе материалов нелинейно оптики и динамической голографии	Навыками разработки фотонных устройств на основе материалов нелинейно оптики и динамической голографии
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная ра-	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная ра-	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 18720

	бота;	бота;	
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;	• Собеседование; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;	• Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • 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)	• Современные экспериментальные методы и приборы, используемые при изучении материалов нелинейной оптики и динамической голографии, основные этапы проектирования фотонных устройств на основе материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• Осваивать и эксплуатировать новое оборудование, разрабатывать фотонные устройства на основе материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• Навыками проектирования технологических процессов производства фотонных устройств на основе материалов нелинейной оптики и динамической голографии, самостоятельного подбора и подготовки для эксперимента необходимого оборудования.;
Хорошо (базовый уровень)	• Основные экспериментальные методы, приборы и этапы проектирования фотонных устройств на основе материалов нелинейной оптики и динамической голографии ;	• Проводить исследования физических свойств материалов нелинейной оптики и динамической голографии на основе технического задания и с выбором технических средств, методов измерений и обработки результатов.;	• Навыками измерения, анализа исследуемых характеристик материалов нелинейной оптики и динамической голографии. Самостоятельно работает на исследовательских установках. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Стандартные методы проектирования фотонных устройств на основе материалов нелинейной оптики и динамической голографии ;	• Эксплуатировать типовое оборудование для исследования физических свойств материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• Навыками эксплуатации типовых приборов и устройств при исследовании материалов нелинейной оптики и динамической голографии. ;

2.3 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 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 18720

Содержание этапов	Современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов, этапы роектирования технологических процессов производства материалов нелинейной оптики и динамической голографии	Применять современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов	Навыками применения современных методик исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;	• Собеседование; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;	• Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • 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)	• Современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов;	• Осваивать и эксплуатировать новое оборудование, применять современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов;	• Навыками применения современных методик исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методик прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов, самостоятельного подбора и подготовки для эксперимента необходимого оборудования.;
Хорошо (базовый уровень)	• Основные экспериментальные методы и приборы для исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кри-	• Проводить исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов на основе технического за-	• Навыками исследования и моделирования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов.;

Согласована на портале № 18720

	сталлов ;	дания. ;	
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Типовые методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов;	• Эксплуатировать типовое оборудование для исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов;	• Навыками эксплуатации типовых приборов и методик при исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов.;

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 Темы рефератов

– 1) Структура кристаллов титанил-фосфата калия. 2) Оптические свойства кристаллов КТР. 3) Сегнетоэлектрические фазовые переходы в кристаллах КТР. 4) Влияния на оптическую и нелинейно-оптическую однородность кристаллов КТР технологических параметров ростового процесса. 5) Использование кристаллов КТР для высокоэффективного нелинейного преобразования излучения твердотельных лазеров. 6) Основные причины фоторефракции. 7) Механизм возникновения фоторефракции. 8) Фоторефрактивный эффект в кристаллах ZnGeP2. 9) Оптические свойства кристаллов силленитов. 10) Фоторефрактивный эффект в кристаллах класса силленитов. 11) Фоторефрактивные голограммы в кристаллах класса силленитов. 12) Фоторефрактивный эффект в кристаллах ниобата лития. 13) Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение. 14) Алюмоиттриевый гранат. 15) Алюминат иттрия. 16) Калий- недим-фосфатное стекло. 17) Материалы, используемые для мини-лазеров.

3.2 Вопросы на собеседование

– 1) Нелинейные оптические материалы. Классификация. 2) Принципы отбора веществ, перспективных для применения в динамической голографии. 3) Оптические и голографические методы и схемы решения задач распознавания образов. 4) Методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов. 5) Монокристаллические материалы УФ-ИК диапазонов. 6) Оптические преобразователи частоты. 7) Магнитные кристаллы. 8) Нелинейно-оптические компоненты на основе периодически поляризованного ниобата лития для преобразования инфракрасного излучения лазера в ультрафиолетовый, синий и зеленый оптический спектр. 9) Исследование фазового перехода в танталате лития методом бриллюэновской спекроскопии. 10) Свойства и применение кристаллов силленитов. 11) Материалы для записи оптической информации. 12) Свойства и применение кристаллов ниобата лития. 13) Свойства монокристаллов танталата лития. 14) Кристаллы дидейтерофосфата калия для нелинейных и электрооптических приложений. 15) Кристаллы пентобарата калия и дигидрофосфата калия для преобразования лазерного излучения в третью и четвертую гармоники. 16) Кристаллы для генерации лазерного излучения. 17) Материалы для генерации второй гармоники. 18) Кристаллы нитрата натрия и нитрата бария для преобразования излучения твердотельных лазеров на основе эффекта вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР). 19) Исследование оптической и нелинейно-оптической однородности кристаллов КТР. 20) Изготовление нелинейных элементов из кристаллов КТР и их характеристики. 21) Узкозонные полупроводниковые кристаллы. 22) Широкозонные оптические кристаллы. 23) Отрицательные кристаллы карбида кремния. 24) Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение как способ управления характеристиками фоторефрактивной голографической записи. 25) Материалы с отрицательным показателем преломления. 26) Нанокристаллические материалы. 27) Нелинейные кристаллы с регулярной и нерегулярной доменными структурами. 28) Влияние фотоиндуцированного поглощения света на фоторефрактивный эффект в кристаллах силленитов. 29) Влияние легирования на фоторефрактивные свойства кристаллов ниобата лития. 30) Взаимодействие световых волн на отражательной голографической решетке в кубических фоторефрактивных кристаллах.

Согласована на портале № 18720

3.3 Темы опросов на занятиях

– Классификация нелинейных оптических материалов и нелинейно-оптических эффектов. Принципы отбора веществ, перспективных для применения в динамической голографии.

– Кристаллы – преобразователи одного вида энергии в другой. Лазерные, акустические, нелинейно-оптические, полупроводниковые, сегнетоэлектрические, магнитные кристаллы и их применение. Монокристаллические материалы УФ-ИК диапазонов

– Кристаллы на основе оксидов ниобия, тантала и титана. Описание монокристаллов по справочнику. Методы выращивания кристаллов ниобатов, танталатов. Дефекты структуры кристаллов ниобатов и танталатов. Двойникование. Монододоменизация кристаллов

– Нелинейные кристаллы семейства KTP. Бораты лития, бария. Водорастворимые нелинейные кристаллы KDP (KH2PO4) и иодаты лития. Расствор-расплавный метод выращивания кристаллов симейства KTP и боратов

– Фоторефрактивный эффект в кислородно-октаэдрических кристаллах. Основные причины фоторефракции. Фоторефракция в практически важных кристаллах: ниобат лития, ниобат бария-стронция, ниобат бария-натрия, ниобат калия. Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение как способ управления характеристиками фоторефрактивной голографической записи

3.4 Темы докладов

– 1) Методы выращивания кристаллов титанил-фосфата калия. 2) Оптические свойства кристаллов KTP. 3) Сегнетоэлектрические фазовые переходы в кристаллах KTP. 4) Использование кристаллов KTP в динамической голографии. 5) Фоторефрактивные кристаллы. 6) Фоторефрактивный эффект. 7) Фоторефрактивный эффект в кристаллах ZnGeP2. 8) Оптические свойства кристаллов силленитов. 9) Фоторефрактивный эффект в кристаллах класса силленитов. 10) Применение кристаллов силленитов в нелинейной оптике. 11) Фоторефрактивный эффект в кристаллах ниобата лития. 12) Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение. 13) Оптические свойства алюмоиттриевого граната. 14) Алюминат иттрия. 15) Калий- недим-фосфатное стекло. 16) Нелинейные оптические материалы, используемые для мини-лазеров.

– 1) Методы выращивания кристаллов титанил-фосфата калия. 2) Оптические свойства кристаллов KTP. 3) Сегнетоэлектрические фазовые переходы в кристаллах KTP. 4) Использование кристаллов KTP в динамической голографии. 5) Фоторефрактивные кристаллы. 6) Фоторефрактивный эффект. 7) Фоторефрактивный эффект в кристаллах ZnGeP2. 8) Оптические свойства кристаллов силленитов. 9) Фоторефрактивный эффект в кристаллах класса силленитов. 10) Применение кристаллов силленитов в нелинейной оптике. 11) Фоторефрактивный эффект в кристаллах ниобата лития. 12) Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение. 13) Оптические свойства алюмоиттриевого граната. 14) Алюминат иттрия. 15) Калий- недим-фосфатное стекло. 16) Нелинейные оптические материалы, используемые для мини-лазеров.

3.5 Зачёт

– Пример тестового опроса для получения зачета: Тема: «Физические свойства нелинейных кристаллов» 1. Электрооптический эффект обусловлен 1) изменением показателя преломления под действием света; 2) изменением показателя преломления под действием электрического поля; 3) изменением показателя преломления под действием механического напряжения; 4) изменением показателя преломления под действием температуры. Тема: «Кристаллы на основе оксидов ниобия, тантала и титана» 1. Параметры, на которые при выращивании кристаллов методом Чохральского обращают внимание, это 1) параметр решетки кристалла; 2) скорость вращения кристалла; 3) плотность кристалла; 4) скорость вытигивания кристалла; 5) осевой градиент температуры в зоне кристаллизации. Тема: «Нелинейные кристаллы титанилфосфата калия (KTP)» 1. Кристаллы KTP имеют 1) кубическую структуру; 2) гексагональную структуру; 3) орторомбическую структуру; 4) тетрагональную структуру; 5) моноклинную структуру. Тема: «Фоторефрактивные эффекты в кристаллах» 1. Фоторефрактивный эффект заключается в 1) изменении коэффициента поглощения под действием света; 2) изменении показателя преломления под действием света; 3) изменении показателя преломления под действием деформации; 4) изменении показателя преломления под действием температуры.

Согласована на портале № 18720

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. Оптические свойства твердых тел: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. - 2016. 126 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5935, свободный.
2. Оптическое материаловедение: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. - 2013. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2992, свободный.
3. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Акустические кристаллы : Справочник / А. А. Блистанов [и др.] ; ред. : М. П. Шаскольская. - М. : Наука, 1982. - 632 с. : ил. - Библиогр.: с. 589-632. - Б. ц. УДК 539.2:534(031) (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)
2. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553, свободный.
3. Ярив, Амнон. Квантовая электроника и нелинейная оптика : Пер. с англ. / А. Ярив ; пер. А. А. Барыбин, пер. Ю. Н. Горин, пер. А. И. Соколов, пер. Л. Т. Тер-Мартиросян, ред. пер. О. Г. Вендик, ред. пер. Я. И. Ханин. - М. : Советское радио, 1973. - 454[2] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 432-446. - Предм. указ.: с. 447-449. - (в пер.) : Б. ц. УДК 621.373.8 535:530.182 (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)
4. Гейко, П. П. Прикладная нелинейная оптика : учебное пособие / П. П. Гейко ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 109 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 68, 109 (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Материалы нелинейной оптики и динамической голографии: Методические указания к практическим занятиям / Шварцман Г. И., Кистенева М. Г. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1093, свободный.
2. Материалы нелинейной оптики и динамической голографии: Методические указания по самостоятельной работе / Шварцман Г. И., Кистенева М. Г. - 2012. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1094, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета
2. Библиотека университета

Согласована на портале № 18720