#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

### Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

		УТВЕРЖДАЮ		
Пр	орен	стор по учебной ра	бот	e
		П. Е. Т <sub>1</sub>	пос	H
<b>‹</b> ‹	<b>&gt;&gt;</b>	20	) ]	Г

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Материалы нелинейной оптики и динамической голографии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки (специальность): 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Микроэлектроника в информационных и управляющих системах

Форма обучения: очная

Факультет: ФБ, Факультет безопасности

Кафедра: МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и

управляющих систем

Курс: **1** Семестр: **2** 

Учебный план набора 2016 года

#### Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Всего аудиторных занятий	40	40	часов
4	Из них в интерактивной форме	20	20	часов
5	Самостоятельная работа	32	32	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	3.E

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Рассмотрена и	одо	обрена на	і за	седании	кафед	ры
протокол №	1	от « <u>1</u>	<u>5</u> »	5		20 <u>17</u> г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом тр вательного стандарта высшего образования (ФГО сти) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утверждена на заседании кафедры «»	вержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и
Разработчики:	
доцент каф. КУДР	М. Г. Кистенева
Заведующий кафедрой каф. ЭП	С. М. Шандаров
Заведующий обеспечивающей каф. МИТУС  Рабочая программа согласована с факульте направления подготовки (специальности).	Р. З. Хафизов том, профилирующей и выпускающей кафедрами
Декан ФБ	Е. М. Давыдова
Заведующий выпускающей каф. МИТУС	Р. З. Хафизов
Эксперт:	
доцент каф. КИБЭВС	А. А. Конев

#### 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.7.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники, Фоторефрактивная и нелинейная оптика.

#### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-5 способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения;
- ПК-10 способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;
- ПК-18 способностью проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров;

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 табли-

це 4.1. Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	40	40
Лекции	16	16
Практические занятия	24	24
Из них в интерактивной форме	20	20
Самостоятельная работа (всего)	32	32
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24
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	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
	2 семестр	)			
1 Введение. Классификация нелинейных оптических материалов	2	2	4	8	ПК-10, ПК-18, ПК-5
2 Физические свойства монокристаллических материалов	4	6	8	18	ПК-10, ПК-18, ПК-5
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	4	6	8	18	ПК-10, ПК-18, ПК-5
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	2	6	7	15	ПК-10, ПК-18, ПК-5
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	4	4	5	13	ПК-10, ПК-18, ПК-5
Итого за семестр	16	24	32	72	
Итого	16	24	32	72	

# 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2. Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
	2 семестр		
1 Введение. Классификация нелинейных оптических материалов	Классификация нелинейныхоптических материалов и нелинейно-оптических эффектов. Принципыотбора веществ, перспективных дляприменения в динамическойголографии.	2	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	2	
2 Физические свойства монокристаллических материалов	Кристаллы — преобразователи одноговида энергии в другой. Лазерные, акустические, нелинейно-оптические, полупроводниковые, сегнетоэлектрические, магнитные кристаллы и их применение. Монокристаллические материалы УФ-ИК диапазонов	4	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	4	
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Кристаллы на основе оксидов ниобия, тантала и титана. Описаниемонокристаллов по справочнику. Методы выращивания кристалловниобатов, танталатов. Дефектыструктуры кристаллов ниобатов итанталатов. Двойникование. Монододоменизация кристаллов	4	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	4	
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия КТР	Нелинейные кристаллы семействаКТР. Бораты лития, бария. Водорастворимые нелинейные кристаллы КDР (КН2РО4) и иодатылития. Расствор-расплавный методвыращивания кристаллов симействаКТР и боратов	2	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	2	
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Фоторефрактивный эффект вкислородно-октаэдрических кристаллах. Основные причиныфоторефракции. Фоторефракция впрактически важных кристаллах:ниобат лития, ниобат бария-стронция, ниобат бария-натрия, ниобат калия. Фазовые переходы исегнетоэлектрическое переключениекак способ управлениях арактеристиками фоторефрактивной голографической за-	4	ПК-10, ПК-18, ПК-5

	писи.		
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

# 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин		бходимо из		ины, для ко спечивающи сциплин	•
	1	2	3	4	5
Предшест	Предшествующие дисциплины				
1 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	+	+			
2 Фоторефрактивная и нелинейная оптика	+	+			+

#### 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

		Виды занятий		
Компетенции	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Формы контроля
ПК-5	+	+	+	Конспект самоподготовки, Собеседование, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-10	+	+	+	Конспект самоподготовки, Собеседование, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-18	+	+	+	Конспект самоподготовки, Собеседование, Опрос на занятиях, 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	Интерактивн ые лекции	
2 семестр				

Мозговой штурм	2	2	4
Презентации с использованием раздаточных материалов с обсуждением	4	2	6
Поисковый метод	2	2	4
Презентации с использованием видеофильмов с обсуждением	4	2	6
Итого за семестр:	12	8	20
Итого	12	8	20

### 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 прииспользовании оптических иголографических методов в задачахраспознавания образов.	2	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	2	
2 Физические свойства монокристаллических материалов	Сегнетоэлектрические кристаллы.Пьезоэлектрические кристаллы.Электрооптические кристаллы.Кристаллы для акустооптическихприложений. Кристаллы —преобразователи одного вида энергии вдругой. Кристаллы с кубическойнелинейностью, используемые дляпреобразования оптическогоизлучения.	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	6	
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Свойства монокристаллов ниобаталития. Способы выращиваниямонокристаллов ниобата лития. Методы исследования состава и дефектности кристаллов ниобаталития. Методики исследованиядоменной структуры в кристаллахниобата лития. Свойствамонокристаллов танталата лития. Способы выращиваниямонокристаллов танталата лития. Дефекты структуры кристалловтанталата лития.	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	6	

4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия КТР	Оптические свойства кристаллов КТР.Исследование влияния на оптиче- скуюи нелинейно-оптическуюоднород- ность кристаллов КТРтехнологических параметровростового процесса. Ис- пользованиекристаллов КТР длявысо- коэффективного нелинейногопреоб- разования излучениятвердотельных ла- зеров.	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	6	
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Механизм возникновенияфоторефракции. Фоторефрактивный эффект в кристаллах ZnGeP2.Фоторефрактивный эффект вкристаллах класса силленитов.Фоторефрактивные голограммы вкристаллах класса силленитов.Фоторефрактивный эффект вкристаллах ниобата лития.	4	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

### 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость,	Формируемые компетенции	Формы контроля
	2 семест	p		
1 Введение. Классификация нелинейных оптических	Подготовка к практиче- ским занятиям, семина- рам	2	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготов- ки, Опрос на занятиях, Собеседование
материалов	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Физические свойства монокристаллических материалов	Подготовка к практиче- ским занятиям, семина- рам	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготов- ки, Опрос на занятиях, Собеседование
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала	Подготовка к практиче- ским занятиям, семина- рам	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготов- ки, Опрос на занятиях, Собеседование
и титана	Проработка лекционного материала	2		

	Итого	8		
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия КТР	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготов- ки, Опрос на занятиях, Собеседование
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
5 Использование фоторефрактивных материалов в	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготов- ки, Опрос на занятиях, Собеседование
динамической голографии	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
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		
Конспект самоподготов-ки	5	5	5	15
Опрос на занятиях	5	10	10	25
Реферат	10	10	10	30
Собеседование	10	10	10	30
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	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	А (отлично)
	85 - 89	В (очень хорошо)
4 (хорошо) (зачтено)	75 - 84	С (хорошо)
	70 - 74	D (************************************
2 (	65 - 69	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	Е (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 по дисциплине «Оптические свойства твердых тел» для магистров направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» программы академической магистратуры «Проектирование и технология микро- и наноэлектронных средств» / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. 2016. 126 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/5935
- 2. Оптическое материаловедение: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. 2013. 148 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/2992
- 3. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. 2012. 197 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/750

#### 12.2. Дополнительная литература

- 1. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. 2012. 244 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/1553
- 2. 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.)
- 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]. https://edu.tusur.ru/publications/1093
- 2. Материалы нелинейной оптики и динамической голографии: Методические указания по самостоятельной работе / Шварцман Г. И., Кистенева М. Г. 2012. 19 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/1094

#### 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. 1. Образовательный портал университета
- 2. 2. Библиотека университета

#### 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

#### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины, демонстрационных плакатов, переносных макетов для демонстрации на лекциях.

#### 13.1.2. 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.

#### 13.1.3. 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 Ce1eron 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

тиониди г. допомительные средстви оденными для студентов с инвинидностью			
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 OB3 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.

#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

# Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

	У	TBEP	ЖДАЮ	
Пр	орект	ор по у	учебной рабо <sup>л</sup>	те
			П. Е. Троя	łΗ
<b>«</b>	<u></u> »		20	Γ

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Материалы нелинейной оптики и динамической голографии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки (специальность): 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Микроэлектроника в информационных и управляющих системах

Форма обучения: очная

Факультет: ФБ, Факультет безопасности

Кафедра: МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и

управляющих систем

Курс: **1** Семестр: **2** 

Учебный план набора 2016 года

#### Разработчики:

- доцент каф. КУДР М. Г. Кистенева
- Заведующий кафедрой каф. ЭП С. М. Шандаров

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

#### 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

	<ul> <li>Перечень закрепленных за дисциплиной ком</li> </ul>	петенции
Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-5	способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	Должен знать группы кристаллов, используемых для создания преобразователей лазерного изучения, параметрических генераторов света, оптических модуляторов, и их свойства; группы кристаллов, используемых для формирова-
ПК-10	способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	ния динамических голограмм за счет явления фоторефракции; этапы технологических процессов и оборудование для выращивания оптических кристаллов из расплавов и высокотемпературных
ПК-18	способностью проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров	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 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.;

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
----------------------------------

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, совер- шенствует действия ра- боты
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 ис- следовании, приспосаб- ливает свое поведение к обстоятельствам в реше- нии проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми об- щими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом на- блюдении

#### 2 Реализация компетенций

#### 2.1 Компетенция ПК-5

ПК-5: способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

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.	делать научно- обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований материалов нелинейной оптики и динамической голографии и готовить научные публикации и заявки на изобретения.	навыками обобщения теоретических и экспериментальных исследований материалов нелинейной оптики и динамической голографии, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем.
Виды занятий	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Собеседование;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Реферат;</li> </ul>	<ul><li>Конспект самоподготовки;</li><li>Собеседование;</li><li>Опрос на занятиях;</li><li>Реферат;</li></ul>	<ul><li>Реферат;</li><li>Зачет;</li></ul>

• Зачет;	• Зачет;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в та-

блице 4. 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 осуще- ствлять рациональный выбор материалов нели- нейной оптики и дина- мической голографии для изготовления изде- лий приборостроения и обосновывать его как с технической, так и с экономической точек зрения;	• 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;	• умеет решать типовые задачи, математически выражать и с физической точки зрения аргументировать результаты анализа экспериментальных и теоретических исследований материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• терминологией, основами измерения, анализа и моделирования материалов нелинейной оптики и динамической голографии;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• обладает базовыми общими знаниями;	<ul> <li>умеет работать со справочной литературой;</li> <li>умеет объяснить результаты своей работы;</li> </ul>	• навыками работы с учебной и справочной литературой и базами данных при выборе материалов нелинейной оптики и динамической голографии;

#### 2.2 Компетенция ПК-10

ПК-10: способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.

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 эта-	основные этапы проек-	разрабатывать техниче-	навыками проектирова-
ПОВ	тирования технологиче-	ские задания на проекти-	ния технологических
	ских процессов произ-	рование технологиче-	процессов производства
	водства материалов не-	ских процессов произ-	материалов нелинейной
	линейной оптики и дина-	водства материалов не-	оптики и динамической
	мической голографии.	линейной оптики и дина-	голографии.
		мической голографии.	
Виды занятий	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-

	тические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	тические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	тические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	<ul> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Собеседование;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Реферат;</li> <li>Зачет;</li> </ul>	<ul> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Собеседование;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Реферат;</li> <li>Зачет;</li> </ul>	<ul><li>Реферат;</li><li>Зачет;</li></ul>

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

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• современные экспериментальные методы и приборы, используемые при изучении материалов нелинейной оптики и динамической голографии, основные этапы проектирования технологических процессов производства материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• осваивать и эксплуатировать новое оборудование, разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов нелинейной оптики и динамической голографии; • осваивать и эксплуатировать новое оборудование, разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• навыками проектирования технологических процессов производства материалов нелинейной оптики и динамической голографии, самостоятельного подбора и подготовки для эксперимента необходимого оборудования;
Хорошо (базовый уровень)	• основные экспериментальные методы, приборы и этапы проектирования технологических процессов, используемые при изучении материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	<ul> <li>проводить исследования физических свойств материалов нелинейной оптики и динамической голографии на основе технического задания и с выбором технических средств, методов измерений и обработки результатов;</li> <li>проводить исследования физических свойств материалов нелинейной</li> </ul>	<ul> <li>навыками измерения, анализа исследуемых характеристик материалов нелинейной оптики и динамической голографии;</li> <li>самостоятельно работает на исследовательских установках;</li> </ul>

		оптики и динамической голографии на основе технического задания и с выбором технических средств, методов измерений и обработки результатов;	
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• стандартные методы проектирования технологических процессов производства материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• эксплуатировать типовое оборудование для исследования физических свойств 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-18

ПК-18: способностью проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.

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	основные понятия, определения, термины; модели и методы, используемые для проведения лабораторных и практических занятия по изучению материалов нелинейной оптики и динамической голографии.	руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.	навыками проведения лабораторные и практические занятия со студентами.
Виды занятий	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul><li>Конспект самоподготовки;</li><li>Собеседование;</li></ul>	<ul><li>Конспект самоподготовки;</li><li>Собеседование;</li></ul>	<ul><li>Реферат;</li><li>Зачет;</li></ul>

• Опрос на занятиях;	• Опрос на занятиях;	
• Реферат;	• Реферат;	
• 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)	• может анализировать связи между различными физическими понятиями и моделями, представляет способы и результаты использования различных физикоматематических моделей оптических свойств материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• умеет решать задачи повышенной сложности, обладает практическими умениями по сбору и наладке экспериментальных установок, необходимыми для проведения лабораторных работ и практических занятий;	• самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; • владеет разными способами представления результатов в графической, математической форме, в форме физических моделей;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает связи между различными физическими понятиями, имеет представление о физико-математических моделях в данной области знаний;	• обладает практиче- скими умениями, необ- ходимыми для проведе- ния лабораторных работ и практических заня- тий;	• самостоятельно работает на исследовательских установках; • может интерпретировать и иллюстрировать полученные экспериментальные и теоретические результаты;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• дает определения основных понятий, воспроизводит основные физические факты, идеи; знает основные алгоритмы решения типовых задач;	• обладает основными умениями, требуемыми для проведения лабораторных работ и практических занятий;	• правильно использует приборы, указанные в описании лабораторной работы, понимает терминологию и сущность процессов;

#### 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

- 1. Классификация нелинейных оптических материалов по области применения и
- нелинейно-оптических эффектов 2. Сегнетоэлектрики 3. Пьезоэлектрики 4. Акустооптические
- материалы 5. Электрооптические материалы 6. Магнитные кристаллы 7. Кристаллы для генерации
- лазерного излучения 8. Механизм преобразование одного вида энергии в другую с помощью
- нелинейных оптических кристаллов. 9. Способы выращивания кристаллов на основе оксилов
  - ниобия, тантала и титана. 10. Дефекты структуры кристаллов на основе оксидов ниобия,

#### тантала и

- титана. 11. Основные свойства кристаллов на основе оксидов ниобия, тантала и титана.
   12
- Монодоменизация в сегнетоэлектрических кристаллах 13. Способы выращивания нелинейных
- кристаллов титанилфосфата калия (КТР) 14. Электрические и оптические свойства кристаллов
- титанилфосфата калия (КТР) 15. Способы выращивания нелинейных кристаллов КDР
   16.
- Основные свойства кристаллов KDP 17. Способы выращивания нелинейных кристаллов иодата
- лития 18. Основные свойства кристаллов иодата лития 19. Способы выращивания нелинейных
- кристаллов боратов 20. Основные свойства кристаллов боратов 21. Способы выращивания
- нелинейных кристаллов карбида кремния 22. Основные политипы карбида кремния 23.
   Основные
- свойства кристаллов карбида кремния 24. Способы выращивания нелинейных кристаллов нитрида
- галлия 25. Основные свойства кристаллов нитрида галлия 26. Фоторефрактивный эффект 27.Основные фоторефрактивные материалы 28. Методы изучения фоторефрактивного эффекта 29.
- Методы повышения дифракционной эффективности голограмм в фоторефрактивных кристаллах.

#### 3.2 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.

#### 3.3 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) Нели-

#### нейно-

- 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.

#### 3.4 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
- КТР. Бораты лития, бария.
- Водорастворимые нелинейные
- кристаллы KDP (KH2PO4) и иодаты
- лития. Расствор-расплавный метод
- выращивания кристаллов симейства
- КТР 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.

#### 3.5 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 КТР 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.

#### 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 по дисциплине «Оптические свойства твердых тел» для магистров направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» программы академической магистратуры «Проектирование и технология микро- и наноэлектронных средств» / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. 2016. 126 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/5935
- 2. Оптическое материаловедение: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. 2013. 148 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/2992
- 3. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. 2012. 197 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/750

#### 4.2. Дополнительная литература

- 1. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. 2012. 244 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/1553
- 2. 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.)
- 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]. https://edu.tusur.ru/publications/1093
- 2. Материалы нелинейной оптики и динамической голографии: Методические указания по самостоятельной работе / Шварцман Г. И., Кистенева М. Г. 2012. 19 с. [Электронный ресурс]. https://edu.tusur.ru/publications/1094

#### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

- 1. 1. Образовательный портал университета
- 2. 2. Библиотека университета