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): **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	З.Е

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21254

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «15» 5 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. КУДР	_____	М. Г. Кистенева
Заведующий кафедрой каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров
Заведующий обеспечивающей каф. МИТУС	_____	Р. З. Хафизов

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

Декан ФБ	_____	Е. М. Давыдова
Заведующий выпускающей каф. МИТУС	_____	Р. З. Хафизов

Эксперт:

доцент каф. КИБЭВС	_____	А. А. Конев

Согласована на портале № 21254

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-

Согласована на портале № 21254

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	

Согласована на портале № 21254

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 одного-вида энергии в другой. Лазерные,акустические, нелинейно-оптические,полупроводниковые,сегнетоэлектрические, магнитныекристаллы 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 KTP	Нелинейные кристаллы семействаKTP. Бораты лития, бария.Водорастворимые нелинейныекристаллы KDP (KH_2PO_4) и иодатылития. Расствор-расплавный методвыращивания кристаллов семействаKTP и боратов	2	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	2	
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Фоторефрактивный эффект вкислородно-октаэдрическихкристаллах. Основные причиныфоторефракции. Фоторефракция впрактически важных кристаллах:ниобат лития, ниобат бария-стронция,ниобат бария-натрия, ниобат калия. Фазовые переходы исегнетоэлектрическое переключениекак способ управленияхарактеристиками фоторефрактивнойголографической за-	4	ПК-10, ПК-18, ПК-5

Согласована на портале № 21254

	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	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
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	Интерактивные лекции	Всего
2 семестр			

Согласована на портале № 21254

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 оптического излучения.	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	6	
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Свойства монокристаллов ниобатализия. 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	

Согласована на портале № 21254

4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	Оптические свойства кристаллов KTP.Исследование влияния на оптическуюи нелинейно-оптическуюоднородность кристаллов KTPтехнологических параметровростового процесса. Использованиекристаллов KTP длявысокоэффективного нелинейногопреобразования излученияатвердотельных лазеров.	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	6	
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Механизм возникновенияфоторефракции. Фоторефрактивныйэффект 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, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Введение. Классификация нелинейных оптических материалов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Собеседование
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Физические свойства монокристаллических материалов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Собеседование
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Собеседование
	Проработка лекционного материала	2		

Согласована на портале № 21254

	Итого	8		
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Собеседование
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-10, ПК-18, ПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Собеседование
	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 самоподготовки	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

Согласована на портале № 21254

11.3.

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 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

Согласована на портале № 21254

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 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

Согласована на портале № 21254

учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий 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:

Согласована на портале № 21254

- 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 № 21254

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): **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

Согласована на портале № 21254

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-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 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-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	

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 № 21254

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-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	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Опрос на занятиях; • Реферат;	• Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Опрос на занятиях; • Реферат;	• Реферат; • Зачет;

Согласована на портале № 21254

	• Зачет;	• Зачет;	

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• 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;	• 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;
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-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 этапов	основные этапы проектирования технологических процессов производства материалов нелинейной оптики и динамической голографии.	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.
Виды занятий	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-

Согласована на портале № 21254

	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	• Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Зачет;	• Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Зачет;	• 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 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;	• проводить исследования физических свойств материалов нелинейной оптики и динамической голографии на основе технического задания и с выбором технических средств, методов измерений и обработки результатов; • проводить исследования физических свойств материалов нелинейной	• навыками измерения, анализа исследуемых характеристик материалов нелинейной оптики и динамической голографии; • самостоятельно работает на исследовательских установках;

Согласована на портале № 21254

		оптики и динамической голографии на основе технического задания и с выбором технических средств, методов измерений и обработки результатов;	
Удовлетворительно (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	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Собеседование;	• Конспект самоподготовки; • Собеседование;	• Реферат; • Зачет;

Согласована на портале № 21254

	• Опрос на занятиях; • Реферат; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • 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)	• может анализировать связи между различными физическими понятиями и моделями, представляет способы и результаты использования различных физико-математических 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 практическими умениями, необходимыми для проведения лабораторных работ и практических занятий;	• самостоятельно работает на исследовательских установках; • может интерпретировать и иллюстрировать полученные экспериментальные и теоретические результаты;
Удовлетворительно (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 оксидов
– ниобия, тантала и титана. 10. Дефекты структуры кристаллов на основе оксидов ниобия,

Согласована на портале № 21254

тантала и
– титана. 11. Основные свойства кристаллов на основе оксидов ниобия, тантала и титана. 12.
– Монодоменизация в сегнетоэлектрических кристаллах 13. Способы выращивания нели-нейных
– кристаллов титанилфосфата калия (KTP) 14. Электрические и оптические свойства кристаллов
– титанилфосфата калия (KTP) 15. Способы выращивания нелинейных кристаллов KDP 16.
– Основные свойства кристаллов KDP 17. Способы выращивания нелинейных кристаллов иодата
– лития 18. Основные свойства кристаллов иодата лития 19. Способы выращивания нели-нейных
– 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
– KTP. 3) Сегнетоэлектрические фазовые переходы в кристаллах KTP. 4) Влияния на оптическую и
– нелинейно-оптическую однородность кристаллов KTP технологических параметров ростового
– процесса. 5) Использование кристаллов KTP 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-

Согласована на портале № 21254

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,

Согласована на портале № 21254

– 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.

3.5 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 № 21254

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

Согласована на портале № 21254