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): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	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 № 15325

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 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 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. КУДР _____ Кистенева М. Г.

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП _____ Шандаров С. М.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

профессор кафедра ЭП _____ Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 15325

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.3.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

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

Последующими дисциплинами являются: Динамическая голография.

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

Согласована на портале № 15325

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 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	6	14	ПК-10, ПК-18, ПК-5
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	4	4	6	14	ПК-10, ПК-18, ПК-5
Итого за семестр	16	24	32	72	
Итого	16	24	32	72	

Согласована на портале № 15325

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 нелинейных оптических материалов и нелинейно-оптических эффектов. Принципы отбора веществ, перспективных для применения в динамической голографии.	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, 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. Описание монокристаллов по справочнику. Методы выращивания кристаллов ниобатов, танталатов. Дефекты структуры кристаллов ниобатов и танталатов. Двойникование. Монододоменизация кристаллов	4	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	4	
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	Нелинейные кристаллы семейства KTP. Бораты лития, бария. Водорастворимые нелинейные кристаллы KDP (KH2PO4) и иодаты лития. Расствор-расплавный метод выращивания кристаллов симейства KTP и боратов	2	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	2	
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Фоторефрактивный эффект в кислородно-октаэдрических кристаллах. Основные причины фоторефракции. Фоторефракция в практически важных кристаллах: ниобат лития, ниобат бария-стронция, ниобат бария-натрия, ниобат калия.	4	ПК-10, ПК-18, ПК-5

Согласована на портале № 15325

	Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение как способ управления характеристиками фоторефрактивной голографической записи		
	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	+	+			+
Последующие дисциплины					
1 Динамическая голография	+		+		+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	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

Согласована на портале № 15325

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			
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 при использовании оптических и голографических методов в задачах распознавания образов.	2	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	2	
2 Физические свойства монокристаллических материалов	Сегнетоэлектрические кристаллы. Пьезоэлектрические кристаллы. Электрооптические кристаллы. Кристаллы для акустооптических приложений. Кристаллы – преобразователи одного вида энергии в другой. Кристаллы с кубической нелинейностью, используемые для преобразования оптического излучения.	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	6	
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Свойства монокристаллов ниобата лития. Способы выращивания монокристаллов ниобата лития. Методы исследования состава и	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5

Согласована на портале № 15325

	дефектности кристаллов ниобата лития. Методики исследования доменной структуры в кристаллах ниобата лития. Свойства монокристаллов танталата лития. Способы выращивания монокристаллов танталата лития. Дефекты структуры кристаллов танталата лития.		
	Итого	6	
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	Оптические свойства кристаллов KTP. Исследование влияния на оптическую и нелинейно-оптическую однородность кристаллов KTP технологических параметров ростового процесса. Использование кристаллов KTP для высокоэффективного нелинейного преобразования излучения твердотельных лазеров.	6	ПК-10, ПК-18, ПК-5
	Итого	6	
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Механизм возникновения фоторефракции. Фоторефрактивный эффект в кристаллах ZnGeP2. Фоторефрактивный эффект в кристаллах класса силленитов. Фоторефрактивные голограммы в кристаллах класса силленитов. Фоторефрактивный эффект в кристаллах ниобата лития.	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		

Согласована на портале № 15325

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		
	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	0		
	Итого	6		
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	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		32		
Итого		32		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
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

Согласована на портале № 15325

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5935, дата обращения: 14.02.2017.

2. Оптическое материаловедение: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. - 2013. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2992, дата обращения: 14.02.2017.

3. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750, дата обращения: 14.02.2017.

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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553, дата обращения: 14.02.2017.

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

Согласована на портале № 15325

библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

4. Гейко, П. П. Прикладная нелинейная оптика : учебное пособие / П. П. Гейко ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 109 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 68, 109 (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Материалы нелинейной оптики и динамической голографии: Методические указания к практическим занятиям / Шварцман Г. И., Кистенева М. Г. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1093, дата обращения: 14.02.2017.
2. Материалы нелинейной оптики и динамической голографии: Методические указания по самостоятельной работе / Шварцман Г. И., Кистенева М. Г. - 2012. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1094, дата обращения: 14.02.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. Образовательный портал университета
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.

Согласована на портале № 15325

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

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

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

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

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

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;

Согласована на портале № 15325

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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

Согласована на портале № 15325

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): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- Доцент каф. КУДР Кистенева М. Г.

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15325

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.

Согласована на портале № 15325

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

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-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 маериалов	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;

Согласована на портале № 15325

Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Собеседование; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Собеседование; • Зачет;	• Реферат; • 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;	• Владеет навыками измерения, анализа исследуемых характеристик и моделирования материалов нелинейной оптики и динамической голографии.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает принципы, процессы, общие понятия в области материалов нелинейной оптики и динамической голографии;	• Умеет решать типовые задачи, математически выражать и с физической точки зрения аргументировать результаты анализа экспериментальных и теоретических исследований материалов нелинейной оптики и динамической голографии.;	• Владеет терминологией, основами измерения, анализа и моделирования материалов нелинейной оптики и динамической голографии.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями ;	• Умеет работать со справочной литературой. Умеет объяснить результаты своей работы. ;	• Навыками работы с учебной и справочной литературой и базами данных при выборе материалов нелинейной оптики и динамической голографии.;

2.2 Компетенция ПК-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

Согласована на портале № 15325

Содержание этапов	Основные этапы роектирования 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 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	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Собеседование; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Собеседование; • 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;	• 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	• Проводить исследования физических свойств материалов нелинейной оптики и динамической голографии на основе технического задания и с выбором технических средств, методов измерений и обработки	• Навыками измерения, анализа исследуемых характеристик материалов нелинейной оптики и динамической голографии. Самостоятельно работает на исследовательских установках. ;

Согласована на портале № 15325

	голографии.;	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;	• 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	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Собеседование; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Собеседование; • Зачет;	• 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	• Умеет решать задачи повышенной сложности, обладает	• Самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента

Согласована на портале № 15325

	физическими понятиями и моделями, представляет способы и результаты использования различных физико-математических моделей оптических свойств материалов нелинейной оптики и динамической голографии.;	практическими умениями по сбору и наладке экспериментальных установок, необходимыми для проведения лабораторных работ и практических занятий.;	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, 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 (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 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.

Согласована на портале № 15325

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) Нелинейно-оптические компоненты на основе периодически поляризованного ниобата лития для преобразования инфракрасного излучения лазера в ультрафиолетовый, синий и зеленый оптический спектр. 9) Исследование фазового перехода в танталате лития методом бриллюэновской спекроскопии. 10) Свойства и применение кристаллов силленитов. 11) Материалы для записи оптической информации. 12) Свойства и применение кристаллов ниобата лития. 13) Свойства монокристаллов танталата лития. 14) Кристаллы дидейтерофосфата калия для нелинейных и электрооптических приложений. 15) Кристаллы пентобарата калия и дигидрофосфата калия для преобразования лазерного излучения в третью и четвертую гармоники. 16) Кристаллы для генерации лазерного излучения. 17) Материалы для генерации второй гармоники. 18) Кристаллы нитрата натрия и нитрата бария для преобразования излучения твердотельных лазеров на основе эффекта вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР). 19) Исследование оптической и нелинейно-оптической однородности кристаллов KTP. 20) Изготовление нелинейных элементов из кристаллов KTP 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 KTP. Бораты лития, бария. Водорастворимые нелинейные кристаллы KDP (KH_2PO_4) и иодаты лития. Расствор-расплавный метод выращивания

Согласована на портале № 15325

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.

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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5935, свободный.

2. Оптическое материаловедение: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. - 2013. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2992, свободный.

3. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553, свободный.

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 ;

Согласована на портале № 15325

Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 109 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 68, 109 (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

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

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета
2. Библиотека университета

Согласована на портале № 15325