МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕРИАЛЫ НЕЛИНЕЙНОЙ ОПТИКИ И ДИНАМИЧЕСКОЙ ГОЛОГРАФИИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **электронных приборов (ЭП)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	26	26	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	12	12	часов
Самостоятельная работа	64	64	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80810

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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

1. Получение базовых знаний в области технологии производства нелинейно-оптических и электрооптических кристаллов.
2. Получение базовых знаний по методам легирования нелинейно-оптических и электрооптических кристаллов и их послеростовой обработки.
3. 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

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.01.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 80810

ПК-2. Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	ПК-2.1. Знает численные методы моделирования приборов квантовой электроники	Знать численные методы моделирования приборов квантовой электроники и фотоники, а также физические параметры нелинейных кристаллов с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий и приборов квантовой электроники и фотоники.
	ПК-2.2. Умеет определять параметры разрабатываемых устройств квантовой и оптической электроники	Уметь определять выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора на основе нелинейных оптических кристаллов
	ПК-2.3. Владеет навыками проектирования приборов квантовой электроники	Владеть математическим аппаратом для разработки мат. моделей приборов квантовой электроники и фотоники, а также навыками проведения компьютерного моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе нелинейных кристаллов.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	44	44
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	26	26
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Подготовка к зачету	20	20
Выполнение индивидуального задания	15	15
Выполнение практического задания	15	15
Подготовка к тестированию	14	14
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 80810

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Классификация нелинейных оптических материалов	4	4	13	21	ПК-2
2 Физические свойства монокристаллических материалов	4	6	13	23	ПК-2
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	4	4	13	21	ПК-2
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	2	6	13	21	ПК-2
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	4	6	12	22	ПК-2
Итого за семестр	18	26	64	108	
Итого	18	26	64	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Классификация нелинейных оптических материалов	Роль оптических материалов при использовании оптических и голографических методов в задачах распознавания образов.	4	ПК-2
	Итого	4	
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.	4	ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 80810

3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Свойства монокристаллов ниобата лития. Способы выращивания монокристаллов ниобата лития. Методы исследования состава и дефектности кристаллов ниобата лития. Методики исследования доменной структуры в кристаллах ниобата лития. Свойства монокристаллов танталата лития. Способы выращивания монокристаллов танталата лития. Дефекты структуры кристаллов танталата лития	4	ПК-2
	Итого	4	
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.	2	ПК-2
	Итого	2	
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-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Классификация нелинейных оптических материалов	Оптические и голографические методы	4	ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 80810

2 Физические свойства монокристаллических материалов	Сегнетоэлектрические кристаллы. Пьезоэлектрические кристаллы. Электрооптические кристаллы. Акустооптические кристаллы.	6	ПК-2
	Итого	6	
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Ниобат лития. Дефекты структуры кристаллов танталата лития.	4	ПК-2
	Итого	4	
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	Оптические свойства кристаллов KTP.	6	ПК-2
	Итого	6	
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Фоторефрактивные голограммы в кристаллах класса силленитов. Фоторефрактивный эффект в кристаллах ниобата лития.	6	ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Классификация нелинейных оптических материалов	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Выполнение индивидуального задания	3	ПК-2	Индивидуальное задание
	Выполнение практического задания	3	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	3	ПК-2	Тестирование
	Итого	13		

Согласована на портале № 80810

2 Физические свойства монокристаллических материалов	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Выполнение индивидуального задания	3	ПК-2	Индивидуальное задание
	Выполнение практического задания	3	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	3	ПК-2	Тестирование
	Итого	13		
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Выполнение индивидуального задания	3	ПК-2	Индивидуальное задание
	Выполнение практического задания	3	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	3	ПК-2	Тестирование
	Итого	13		
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Выполнение индивидуального задания	3	ПК-2	Индивидуальное задание
	Выполнение практического задания	3	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	3	ПК-2	Тестирование
	Итого	13		
5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	Подготовка к зачету	4	ПК-2	Зачёт
	Выполнение индивидуального задания	3	ПК-2	Индивидуальное задание
	Выполнение практического задания	3	ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	12		
Итого за семестр		64		
Итого		64		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 80810

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	Зачёт, Индивидуальное задание, Практическое задание, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
1 семестр				
Зачёт	5	5	5	15
Индивидуальное задание	10	10	10	30
Практическое задание	10	10	10	30
Тестирование	5	10	10	25
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

Согласована на портале № 80810

1. Оптические свойства твердых тел: Учебное пособие / Симонова Г. В., Кистенева М. Г. - 2016. 126 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5935.

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

7.2. Дополнительная литература

1. Акустические кристаллы : Справочник / А. А. Блистанов [и др.] ; ред. : М. П. Шаскольская. - М. : Наука, 1982. - 632 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.).

2. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : монография. - Томск : ТУСУР , 2007. - 241 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.).

3. 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.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптическое материаловедение: Методические указания по практическим занятиям / М. Г. Кистенева - 2018. 54 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7672.

2. Оптическое материаловедение: Методические указания по самостоятельной работе / М. Г. Кистенева - 2018. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7660.

3. Оптические свойства твердых тел: Методические указания по практическим занятиям по дисциплине «Оптические свойства твердых тел» для магистров направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» / М. Г. Кистенева - 2016. 48 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5936.

4. Оптические свойства твердых тел: Методические указания по самостоятельной работе по дисциплине «Оптические свойства твердых тел» для магистров направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» / М. Г. Кистенева - 2016. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5948.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Согласована на портале № 80810

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата**

Согласована на портале № 80810

используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Классификация нелинейных оптических материалов	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Физические свойства монокристаллических материалов	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Способы синтеза соединений основе оксидов ниобия, тантала и титана	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Кристаллы семейства титанилфосфата калия KTP	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 80810

5 Использование фоторефрактивных материалов в динамической голографии	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.

Согласована на портале № 80810

3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

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.
2. Диэлектрическая проницаемость сегнетоэлектриков
   1) не зависит от напряженности электрического поля;
   2) зависит от напряженности поля только при переменном напряжении;
   3) не зависит от напряженности поля в области слабых полей и изменяется с ростом поля в области средних и сильных полей;
   4) зависит от величины коэрцитивной силы.
3. Температура Кюри – это температура,
   1) при которой происходит зарождение и рост новых доменов;
   2) выше которой исчезает спонтанная поляризация;
   3) при которой изменяется направления вектора спонтанной поляризации;
   4) при которой диэлектрическая проницаемость достигает максимального значения;
   5) выше которой происходит перестройка кристаллической решетки;
   6) при которой отсутствует остаточная поляризация.
4. Необходимым условием наличия пьезоэффекта в кристалле является
   1) наличие в нем плоскости симметрии;
   2) наличие ионов кремния и кислорода;
   3) отсутствие центра симметрии;
   4) наличие спонтанной поляризации;
   5) отсутствием вращательной оси симметрии 4-го порядка.
5. При обратном пьезоэлектрическом эффекте деформация диэлектрика
   1) зависит от напряженности поля по квадратичному закону;
   2) не зависит от направления напряженности электрического поля;
   3) линейно зависит от напряженности электрического поля;
   4) линейно зависит от приложенного механического напряжения.
6. Направления электрических моментов ячеек сегнетоэлектрика внутри одного домена в отсутствии электрического поля
   1) разупорядочены, и суммарный электрический момент домена равен нулю;
   2) сонаправлены, и домен поляризован до насыщения при температуре, ниже температуры Кюри;
   3) определяются смещением зарядов за счет процессов релаксационной поляризации;
   4) сонаправлены, и домен поляризован до насыщения при температуре, ниже температуры Кюри;
   5) сонаправлены, и домен поляризован до насыщения при температуре, выше температуры Кюри.

Согласована на портале № 80810

7. Параметры, на которые при выращивании кристалл 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 кристаллизаци
8. Кристаллы ниобата лития выращиваются
   1) методом Бриджмена;
   2) гидротермальным методом;
   3) методом Чохральского;
   4) методом кристаллизации из раствора;
9. Дефектами структуры кристаллов ниобата лития являются
   1) дислокации;
   2) ростовая полосчатость;
   3) двойникование;
   4) границы зерен;
   5) ячеистая структура.
10. Монодоменизация включает в себя
   1) нагрев до температуры, превосходящей температуру Кюри;
   2) нагрев до температуры, не превосходящей температуру Кюри;
   3) выдержку под действием поля при заданной температуре;
   4) охлаждение под действием поля до температуры, ниже температуры Кюри на 40°C и последующее охлаждение при выключенном поле до комнатной температуры;
   5) охлаждение при выключенном поле до комнатной температуры.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Как классифицируются нелинейные оптические материалы?
2. Где применяются нелинейные оптические материалы?
3. Как классифицируются нелинейно-оптические эффекты?
4. Как различаются спектральные характеристики нелинейных оптических материалов?
5. Каковы физико-механические свойства нелинейных оптических материалов и методы их измерения?
6. Какие кристаллы и поликристаллы, используемые в динамической голографии, Вы знаете?
7. Каковы принципы отбора веществ, перспективных для применения в динамической голографии
8. Каковы современные тенденции развития нелинейных оптических материалов?

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Сегнетоэлектрические кристаллы.
2. Пьезоэлектрические кристаллы.
3. Электрооптические кристаллы.
4. Кристаллы для акустооптических приложений.
5. Кристаллы – преобразователи одного вида энергии в другой.
6. Оптические преобразователи частоты
7. Кристаллы с кубической нелинейностью, используемые для преобразования оптического излучения.
8. Магнитные кристаллы.

9.1.4. Темы практических заданий

1. Механизм возникновения фоторефракции.
2. Фоторефрактивный эффект в кристаллах ZnGeP2.
3. Фоторефрактивный эффект в кристаллах класса силленитов.
4. Влияние фотоиндуцированного поглощения света на фоторефрактивный эффект в

Согласована на портале № 80810

кристаллах силленитов.
5. Фоторефрактивные голограммы в кристаллах класса силленитов.
6. Фоторефрактивный эффект в кристаллах ниобата лития.
7. Влияние легирования на фоторефрактивные свойства кристаллов ниобата лития.
8. Фазовые переходы и сегнетоэлектрическое переключение как способ управления характеристиками фоторефрактивной голографической записи.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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

Согласована на портале № 80810

С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 80810

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ЭП	С.С. Шмаков	Разработано, 88e475f2-a75f-42f8-9429-534b8c83ef1e

Согласована на портале № 80810