

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физика диэлектриков

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 6

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.ф.м.н., доцент, Диденко Ирина Сергеевна*

Рабочая программа

**Физика диэлектриков**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Оганов А.Р.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	формирование компетенций, в соответствие с учебным планом: сформировать у обучающегося современные представления о физических свойствах различных классов активных диэлектриков, научить объяснять возникновение физических эффектов и проявление физических свойств анизотропных диэлектрических сред, выполнять измерения характеристик диэлектрических материалов, используя стандартные методики и обрабатывать полученные экспериментальные данные для выявления происходящих физических процессов
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.2	Актуальные проблемы современной электроники, нанoeлектроники и магнитоэлектроники	
2.1.3	Статистическая физика	
2.1.4	Физические свойства кристаллов	
2.1.5	Электроника	
2.1.6	Методы математической физики	
2.1.7	Основы квантовой механики	
2.1.8	Практическая кристаллография	
2.1.9	Физика	
2.1.10	Физическая химия	
2.1.11	Электротехника	
2.1.12	Математика	
2.1.13	Органическая химия	
2.1.14	Информатика	
2.1.15	Химия	
2.1.16	Аналитическая геометрия	
2.1.17	Инженерная и компьютерная графика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.2.2	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.2.3	Компьютерные технологии проектирования процессов нанoeлектроники	
2.2.4	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.2.5	Методы исследования материалов и структур электроники	
2.2.6	Научно-исследовательская работа	
2.2.7	Научно-исследовательская работа	
2.2.8	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.2.9	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок	
2.2.10	Полевые полупроводниковые приборы	
2.2.11	Полупроводниковая нанoeлектроника	
2.2.12	Приемники оптического излучения	
2.2.13	Физика импульсного отжига	
2.2.14	Физико-математические модели процессов нанoeлектроники	
2.2.15	Физические основы электроники	
2.2.16	Функциональная нанoeлектроника	
2.2.17	Магнитные измерения	
2.2.18	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики	
2.2.19	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники	
2.2.20	Нанoeлектроника полупроводниковых приборов и устройств	
2.2.21	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.22	Основы радиационной стойкости изделий электронной техники	
2.2.23	Основы технологии электронной компонентной базы	
2.2.24	Приборы квантовой и оптической электроники	
2.2.25	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	

2.2.26	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.27	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом
2.2.28	Элементы и устройства магнитоэлектроники
2.2.29	Методы математического моделирования
2.2.30	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур
2.2.31	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники
2.2.32	Силовые полупроводниковые приборы
2.2.33	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур
2.2.34	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
2.2.35	Физика наноструктур
2.2.36	Физико-химия и технология наноструктур
2.2.37	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.38	Микросхемотехника
2.2.39	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.40	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.41	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.42	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.43	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.44	Технология наногетероструктур
2.2.45	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.46	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.47	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.48	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.49	Физика и техника магнитной записи
2.2.50	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.51	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A <sub>2</sub> B <sub>6</sub>
2.2.52	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.53	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.54	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.55	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности**

**Знать:**

ОПК-1-31 Современные представления о различных классах активных кристаллических диэлектриков и их свойствах

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач**

**Знать:**

УК-1-31 Правила техники безопасности при работе на оборудовании

**ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности**

**Уметь:**

ОПК-1-У1 Объяснять возникновение физических эффектов и проявление физических свойств анизотропных диэлектрических сред

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач**

**Уметь:**

УК-1-У1 Выполнять измерения характеристик кристаллических материалов и элементов электронной техники, используя стандартные методики, анализировать и интерпретировать полученные экспериментальные результаты

**ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники**

**Уметь:**

ПК-5-У1 Анализировать свойства и характеристики диэлектрических материалов, выбирать перспективные диэлектрические материалы и их срезы для использования в микроэлектронике

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач**

**Владеть:**

УК-1-В1 Опытном проведении электрофизических и оптических измерений

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Основные физические процессы в диэлектриках</b>							
1.1	Кристаллические диэлектрики. Электропроводность диэлектриков /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э2			
1.2	Поляризация. Диэлектрические потери. Электреты. Пироэлектрические явления. Электрокалорический эффект /Лек/	6	3	ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э2			
1.3	Электромеханическое преобразование. Электрострикция. Пьезоэлектрический эффект. Применение пьезоэффекта /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э2			
1.4	Исследование пьезоэлектрических свойств материалов динамическим методом /Лаб/	6	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л3.2 Э1 Э2	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569</a>	КМ5,К М4	Р1
1.5	Исследование температурной зависимости диэлектрической проницаемости и потерь мостовым методом /Лаб/	6	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л3.2 Э1 Э2	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569</a>	КМ5,К М4	Р2
1.6	Виды электропроводности в диэлектриках. Электрическое старение и пробой /Пр/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
1.7	Основные виды поляризации. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости /Пр/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
1.8	Первичный и вторичный пироэлектрический эффект. Электрокалорический эффект /Пр/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			

1.9	Соотношения между физическими коэффициентами, измеренными при различных механических, электрических и тепловых условиях /Пр/	6	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
1.10	Подготовка к лабораторным работам и к защите лабораторных работ. Тесты /Ср/	6	47	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э2	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569</a>	КМ1,К М2	
	<b>Раздел 2. Сегнетоэлектрики, магнитные диэлектрики, жидкие кристаллы</b>							
2.1	Сегнетоэлектрики. Домены и доменные структуры. /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.3 Э2			
2.2	Термодинамическая теория фазовых переходов в сегнетоэлектриках /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.3 Э2			
2.3	Структура и свойства антисегнетоэлектриков. Сегнетоэластики. Области применения сегнетоэлектриков в науке и технике /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.3 Э2			
2.4	Магнитные свойства кристаллов. Упорядоченные и неупорядоченные магнетики /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.2Л2.4 Э2			
2.5	Жидкие кристаллы. Структура, свойства, применение /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.3Л2.2 Э2			
2.6	Исследование доменной структуры сегнетоэлектрического кристалла поляризационно-оптическим методом /Лаб/	6	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л3.2 Э1 Э2	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569</a>	КМ4,К М5	Р3
2.7	Изучение свойств сегнетоэлектриков по петле гистерезиса /Лаб/	6	5	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л3.2 Э1 Э2	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569</a>	КМ4,К М5	Р4
2.8	Свойства сегнетоэлектриков. Определение направлений векторов спонтанной поляризации в сегнетоэлектриках /Пр/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э2			
2.9	Сегнетоэлектрик во внешнем электрическом поле /Пр/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э2			
2.10	Магнитная симметрия. Магнитные диэлектрики /Пр/	6	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л1.2Л2.4 Э2			
2.11	Подготовка к лабораторным работам и к защите лабораторных работ. Тест /Ср/	6	46	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569</a>	КМ3	

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Тест № 1	ОПК-1-31	Электропроводность диэлектриков Электрическое старение и пробой Поляризация диэлектрика во внешнем электрическом поле Основные виды поляризации Диэлектрические потери Частотная зависимость диэлектрической проницаемости
КМ2	Тест № 2	ОПК-1-31	Электреты Пироэлектрические явления Первичный и вторичный пироэлектрический эффект Электрокалорический эффект Электромеханическое преобразование Электрострикция Пьезоэлектрический эффект
КМ3	Тест № 3	ОПК-1-31	Структура сегнетоэлектриков Свойства сегнетоэлектриков Домены и доменные структуры Сегнетоэлектрик во внешнем электрическом поле Термодинамическая теория фазовых переходов в сегнетоэлектриках Структура и свойства антисегнетоэлектриков Сегнетоэластики
КМ4	Тест по технике безопасности	УК-1-31	Правила техники безопасности при работе на оборудовании

КМ5	Защита лабораторных работ	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-У1;УК-1-В1;УК-1-31	<p>Контрольные вопросы лабораторной работы № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить основные характерные свойства сегнетоэлектриков.</li> <li>2. Что общего и чем различаются физические свойства пирозлектриков и сегнетоэлектриков?</li> <li>3. Как ориентируется вектор спонтанной поляризации в классах 1, 2, m, mm2, 4mm?</li> <li>4. Почему сегнетоэлектрики называют нелинейными диэлектриками?</li> <li>5. Зависимость каких физических величин носит в сегнетоэлектриках гистерезисный характер?</li> <li>6. Какие физические параметры можно определить по петле гистерезиса?</li> <li>7. В каких классах симметрии при изменении температуры измеряется только величина спонтанной поляризации?</li> <li>8. В каких классах симметрии при изменении температуры может меняться направление спонтанной поляризации?</li> <li>9. При каких полях происходит интенсивная перестройка доменов?</li> <li>10. Какую картину мы увидим на экране осциллографа, если подсоединим к схеме Сойера-Тауэра вместо сегнетоэлектрика линейный диэлектрик?</li> <li>11. Какую картину мы увидим на экране осциллографа, если подсоединим к схеме Сойера-Тауэра монодоменный сегнетоэлектрик?</li> <li>12. Почему на экране осциллографа в схеме Сойера-Тауэра при исследовании сегнетоэлектриков при нулевом электрическом поле не наблюдается спонтанная поляризация?</li> <li>13. Почему при повышении температуры исчезают петли диэлектрического гистерезиса?</li> </ol> <p>Контрольные вопросы лабораторной работы № 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назвать основные электрические характеристики диэлектрического материала при приложении электрического поля.</li> <li>2. Какими параметрами описывается энергетическое состояние кристалла как термодинамической системы?</li> <li>3. Какими процессами обусловлены диэлектрические потери в диэлектрике?</li> <li>4. Как осуществляется измерение диэлектрической проницаемости мостовым методом?</li> <li>5. Указать основные различия между фазовыми переходами I и II рода?</li> <li>6. Дать характеристику коэффициентам <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math> для фазовых переходов I и II рода.</li> <li>7. С помощью каких измерений можно определить термодинамические коэффициенты <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math>?</li> <li>8. Каковы признаки фазовых переходов I и II рода на зависимости <math>1/\epsilon</math> от температуры?</li> <li>9. Как определить температуру Кюри-Вейсса по зависимости <math>1/\epsilon</math> от температуры?</li> </ol> <p>Контрольные вопросы лабораторной работы № 3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему сегнетоэлектрические кристаллы разбиваются на домены?</li> <li>2. Какие факторы влияют на форму и размер доменов?</li> <li>3. Какие внешние факторы могут изменить доменную структуру?</li> <li>4. Какая доменная структура образуется, если симметрия параэлектрической фазы 2/m, а сегнетоэлектрической – 2? Каким методом следует исследовать такую доменную структуру?</li> <li>5. Сколько кристаллографически равных направлений спонтанной поляризации образуется при сегнетоэлектрических фазовых переходах 23 – 2, m3 – m?</li> <li>6. В чем сущность поляризационно-оптического метода?</li> <li>7. Сравнить толщину доменных стенок в сегнетоэлектриках и ферромагнетиках.</li> <li>8. Какими методами можно исследовать доменную структуру?</li> <li>9. Как можно различить a- и c-домены в титанате бария?</li> <li>10. Почему в точке Кюри доменная структура исчезает?</li> <li>11. Привести примеры, когда 180градусные домены наблюдаются поляризационно-оптическим методом, а когда нет; дать</li> </ol>
-----	---------------------------	---	--



			<p>объяснение.</p> <p>Контрольные вопросы лабораторной работы № 4</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какими методами можно исследовать пьезоэлектрические свойства кристаллов?</li> <li>2. Дать характеристику колебаний пьезоэлектрической пластинки вблизи резонансной частоты.</li> <li>3. Дать основные технические характеристики приборов, входящих в комплект установки.</li> <li>4. Какие физические параметры пьезоэлектрического материала можно определить при измерении частоты резонанса и антирезонанса?</li> <li>5. Какие уравнения описывают прямой пьезоэлектрический эффект?</li> <li>6. Какие уравнения описывают обратный пьезоэлектрический эффект?</li> <li>7. Почему ось 2 кварца называют электрической осью?</li> <li>8. На каком срезе кварца невозможно обнаружить пьезоэлектрический эффект?</li> <li>9. Под действием каких механических напряжений у кристаллов ниобата лития возникает поляризация вдоль оси 3?</li> <li>10. Какие преимущества, и какие недостатки обнаруживает пьезоэлектрическая керамика при практическом использовании?</li> <li>11. Какие виды колебаний можно возбудить в пьезоэлектрический резонатор?</li> <li>12. С какой эквивалентной электрической схемой можно сравнить пьезоэлектрический резонатор?</li> </ol>
--	--	--	--

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Лабораторная работа № 4	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	Исследование пьезоэлектрических свойств материалов динамическим методом
P2	Лабораторная работа № 2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	Исследование температурной зависимости диэлектрической проницаемости и потерь мостовым методом
P3	Лабораторная работа № 3	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	Исследование доменной структуры сегнетоэлектрического кристалла поляризационно-оптическим методом
P4	Лабораторная работа № 1	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	Изучение свойств сегнетоэлектриков по петле гистерезиса

#### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

экзамен не предусмотрен

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Студент получает оценку за зачет на основании средней оценки по всем работам, выполняемым в течении семестра (четыре лабораторных работы и три теста), по следующей методике:

"отлично" - более 85 %;

"хорошо" - от 75% до 85 %;

"удовлетворительно" - от 50 % до 75 %;

"неудовлетворительно" - менее 50 % либо при невыполнении хотя бы одной работы из перечня работ по дисциплине.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Поплавко Ю. М., Переверзева Л. П., Раевский И. П., Сахненко В. П.	Физика активных диэлектриков: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Басалаев Ю. М.	Кристаллофизика и кристаллохимия: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014
Л1.3	Донских С. А., Сёмин В. Н.	Основы современного материаловедения: учебное пособие для средних профессиональных и высших учебных заведений: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2020

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Филяк М. М.	Основные физические процессы в проводниках, полупроводниках и диэлектриках: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015
Л2.2	Чандрасекар С., Веденов А. А., Чистяков И. Г.	Жидкие кристаллы: монография	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1980
Л2.3	Струков Б. А., Лебедев А. И.	Физика сегнетоэлектриков: современный взгляд: монография	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л2.4	Сиротин Ю. И., Шаскольская М. П.	Основы кристаллофизики: Учеб. пособие для физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1979

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Переломова Наталья Владиславовна, Тагиева Марианна Мамедовна, Пархоменко Юрий Николаевич	Кристаллофизика: сборник задач с решениями	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л3.2	Диденко Ирина Сергеевна, Закутайлов Константин Владимирович	Физика диэлектриков: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Физика диэлектриков Лабораторный практикум	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8569</a>
Э2	Физика диэлектриков	<a href="http://lms.misis.ru">lms.misis.ru</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

К-415	Лаборатория	установка для выращивания водорастворимых кристаллов с кристаллизаторами (5шт.), катетометр В-630, микроскоп, вытяжной шкаф, сушильный шкаф / лабораторные стенды для исследования: свойств сегнетоэлектриков по петле гистерезиса, температурной зависимости диэлектрической проницаемости и потерь мостовым методом, доменной структуры сегнетоэлектрических кристаллов поляризационно-оптическим методом, пьезоэлектрических свойств динамическим методом; исследования генерации оптических гармоник в нелинейных оптических кристаллах; микротвердомер Tukon с ПК и лицензионным ПО
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Изучение и отработка прослушанных лекций без промедления значительно экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения данного курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

При подготовке к выполнению лабораторных работ, при их выполнении, обработке полученных результатов и составлении отчета по лабораторной работе необходимо следовать указаниям, представленным в лабораторном практикуме.

При освоении данного курса студент должен пользоваться библиотекой вуза, а также электронными базами учебной литературы, в соответствии с настоящей программой.