

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:01

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

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 6

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.ф.м.н., доцент, Диденко И.С.*

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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-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:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , 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.ДВ.11
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.2	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.3	Компьютеризация эксперимента	
2.1.4	Материалы альтернативной энергетики	
2.1.5	Материалы наукоемких технологий	
2.1.6	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.7	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.8	Планирование научного эксперимента	
2.1.9	Современные проблемы материаловедения	
2.1.10	Теория поверхностных явлений	
2.1.11	Теория симметрии	
2.1.12	Электроника	
2.1.13	Кристаллография	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Атомное строение фаз	
2.2.2	Биохимия наноматериалов	
2.2.3	Инженерия поверхности	
2.2.4	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.2.5	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.2.6	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.2.7	Наноматериалы	
2.2.8	Научно-исследовательская работа	
2.2.9	Научно-исследовательская работа	
2.2.10	Научно-исследовательская работа	
2.2.11	Научно-исследовательская работа	
2.2.12	Сверхтвердые материалы	
2.2.13	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.2.14	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.2.15	Физика магнитных явлений	
2.2.16	Физика полупроводниковых приборов	
2.2.17	Физика прочности	
2.2.18	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.2.19	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.2.20	Физические основы деформации и разрушения	
2.2.21	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.2.22	Композиционные материалы	
2.2.23	Конструирование композиционных материалов	
2.2.24	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.2.25	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.2.26	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.27	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.28	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.29	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	

2.2.30	Специальные сплавы
2.2.31	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы
2.2.32	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.33	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы
2.2.34	Биофизика
2.2.35	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы
2.2.36	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве
2.2.37	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.38	Методы исследования характеристик и свойств материалов
2.2.39	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники
2.2.40	Метрология и испытания функциональных материалов
2.2.41	Основы научно-технического перевода
2.2.42	Практика научно-технического перевода и редактирования
2.2.43	Тензорные методы в кристаллофизике
2.2.44	Технология получения кристаллов
2.2.45	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов
2.2.46	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований
2.2.47	Функциональные наноматериалы
2.2.48	Химия и технология полимерных материалов
2.2.49	Биоорганическая химия
2.2.50	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.51	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.52	Квантовая теория твердого тела
2.2.53	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.54	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.55	Методы непараметрической статистики
2.2.56	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.57	Объемные наноматериалы
2.2.58	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.59	Структура и технологичность сплавов
2.2.60	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.61	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.62	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.63	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.64	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.65	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.66	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.67	Менеджмент качества
2.2.68	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.69	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.70	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.71	Методология научных исследований
2.2.72	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.73	Основы клеточной биологии
2.2.74	Оформление результатов научной деятельности
2.2.75	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.76	Симметрия наносистем
2.2.77	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.78	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.79	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.80	Управление коллективами
2.2.81	Управление проектами
2.2.82	Химические основы биологических процессов

2.2.83	Цифровое материаловедение
2.2.84	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.85	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.86	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.87	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.88	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.89	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.90	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.91	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.92	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

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

**ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям**

**Знать:**

ПК-1-33 Методы проведения экспериментов по измерению характеристик диэлектрических материалов

ПК-1-32 Правила техники безопасности при работе на оборудовании

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

**Уметь:**

ПК-1-У3 Обработать полученные экспериментальные данные, анализировать и интерпретировать их

ПК-1-У2 Выполнять измерения характеристик диэлектрических материалов, используя стандартные методики

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

**Владеть:**

ПК-1-В1 Опыт проведения 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. Электрическое старение и пробой /Лек/	6	4	ПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э2			
1.2	Поляризация диэлектриков во внешнем электрическом поле. Диэлектрические потери. /Лек/	6	6	ПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э2			
1.3	Электреты. Пироэлектрические явления. Электрокалорический эффект /Лек/	6	2	ПК-1-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
1.4	Электромеханическое преобразование. Электрострикция. Пьезоэлектрический эффект /Лек/	6	6	ПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э2			

1.5	Исследование пьезоэлектрических свойств материалов динамическим методом /Лаб/	6	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	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	Р1
1.6	Исследование температурной зависимости диэлектрической проницаемости и потерь мостовым методом /Лаб/	6	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	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
1.7	Подготовка к лабораторным работам и к защите лабораторных работ. Тесты /Ср/	6	27	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У3	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. Структура и свойства. Области применения сегнетоэлектриков в науке и технике /Лек/	6	6	ПК-1-31	Л1.1Л2.3 Э2			
2.2	Термодинамическая теория фазовых переходов в сегнетоэлектриках /Лек/	6	2	ПК-1-31	Л1.1Л2.3 Э2			
2.3	Антисегнетоэлектрики, сегнетиэлектрики, сегнетоэластики /Лек/	6	2	ПК-1-31	Л1.1Л2.3 Э2			
2.4	Магнитные свойства кристаллов. Упорядоченные и неупорядоченные магнетики. Магнитная симметрия /Лек/	6	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.4 Э2			
2.5	Жидкие кристаллы. Структура, свойства, применение /Лек/	6	4	ПК-1-31	Л1.3Л2.2 Э2			
2.6	Исследование доменной структуры сегнетоэлектрического кристалла поляризационно-оптическим методом /Лаб/	6	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	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	Р3
2.7	Изучение свойств сегнетоэлектриков по петле гистерезиса /Лаб/	6	5	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	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	Р4
2.8	Подготовка к лабораторным работам и к защите лабораторных работ. Тест /Ср/	6	30	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У3	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	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Тест № 1	ПК-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	ПК-1-31	Электреты Пироэлектрические явления Первичный и вторичный пироэлектрический эффект Электрокалорический эффект Электромеханическое преобразование Электрострикция Пьезоэлектрический эффект
КМ3	Тест № 3	ПК-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	ПК-1-32	Правила техники безопасности при работе на оборудовании

КМ5	Защита лабораторных работ	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1	<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 пирозэлектриков 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	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1	Исследование пьезоэлектрических свойств материалов динамическим методом
P2	Лабораторная работа № 2	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1	Исследование температурной зависимости диэлектрической проницаемости и потерь мостовым методом
P3	Лабораторная работа № 3	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1	Исследование доменной структуры сегнетоэлектрического кристалла поляризационно-оптическим методом
P4	Лабораторная работа № 1	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-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 выполняемым работам и контрольным мероприятиям 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
---------------------	----------	------------	-------------------

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

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
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.

### 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.