

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Электреты, мультиферроики, магнитоэлектрические явления

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

34

курсовая работа 3

самостоятельная работа

56

часов на контроль

54

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	56	56	56	56
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дфмн, Зав. каф., Костишин Владимир Григорьевич; ктн, Доцент, Тимофеев Андрей Владимирович*

Рабочая программа

**Электреты, мультиферроники, магнитоэлектрические явления**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.04.01-МНТМ-22-1.plx Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра технологии материалов электроники**

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Костишин В.Г.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины " Электреты, мультиферроики, магнитоэлектрические явления " является подготовка выпускников к научно-исследовательской деятельности при выполнении междисциплинарных проектов в профессиональной области, в том числе в интернациональном коллективе, в части касающейся физики и технологии электретных и магнитоэлектрических материалов, их применения.
1.2	Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности:
1.3	- получение материалов с набором новых свойств за счет проявления квантово-механических эффектов;
1.4	- поиска новых направлений развития современной электроники и наноэлектроники.

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Высоковакуумное оборудование в технологии нано- и микросистем	
2.1.2	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.1.3	Магнитные материалы для микро- и наносистем	
2.1.4	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники	
2.1.5	Методы исследования материалов	
2.1.6	Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур	
2.1.7	Микропроцессорные и микроконтроллерные системы. Часть 2	
2.1.8	Научно-исследовательская практика	
2.1.9	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 2	
2.1.10	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	
2.1.11	История и методология науки и техники в области электроники	
2.1.12	Методы математического моделирования	
2.1.13	Микро- и наносистемы в технике и технологии	
2.1.14	Микропроцессорные и микроконтроллерные системы. Часть 1	
2.1.15	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.16	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 1	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

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

<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31	Технический английский язык
<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31	Способы получения новых знаний в профессиональной области; классификацию результатов научной деятельности
<b>ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31	Технический английский язык
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-32	Мировой опыт развития технологических процессов изготовления наноэлектронного изделия; опыт разработки наноэлектронной элементной базы изделия

<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-32 Способность использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 Гражданский смысл будущей профессиональной деятельности; правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов
<b>ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 Основные виды электретных и магнитоэлектрических материалов
<b>ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Работать на технологическом оборудовании (выполнять все действия, которые делает оператор)
<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 Формулировать цели и задачи научных исследований в области физики и технологии электретных и магнитоэлектрических материалов в соответствии с тенденциями практического применения указанных материалов и перспективами развития магнитной микро- и наноэлектроники
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У2 Оценивать эффективность внедрения результатов научной деятельности
<b>ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Планировать и проводить технологические эксперименты
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 Оценивать последствия своей профессиональной деятельности; использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов
<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>
<b>Владеть:</b>

ПК-4-В1 Способностью выявлять перспективные направления исследований в области физики, химии и технологии электретных и магнитоэлектрических материалов с целью получения материалов и наноструктур с контролируемыми свойствами
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 Способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров; способность овладевать навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом; способностью демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи (креативность)
<b>ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
<b>ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

#### 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. Поляризация диэлектриков</b>							
1.1	Поляризация диэлектриков. Виды поляризации диэлектриков. История открытия электретов. Современные представления об электретном эффекте. Свойства электретов. Современные теории электретного эффекта. Практическое применение электретного эффекта. Выдача тем курсовых работ. /Лек/	3	4	УК-1-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.2	Поляризация диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			

1.3	Поляризация диэлектриков. Начало выполнения курсовой работы. /Ср/	3	14	УК-1-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
	<b>Раздел 2. Магнитоэлектрические явления в магнитоупорядоченных средах</b>							
2.1	Магнитоэлектрические явления в магнитоупорядоченных средах. Линейный магнитоэлектрический эффект. Квадратичный магнитоэлектрический эффект. Эффект гигантской магнетосопротивления. Спин-флексозлектрический эффект. Микроскопические механизмы магнитоиндуцированной электрической поляризации. /Лек/	3	5	УК-1-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э6 Э7 Э8 Э9			
2.2	Диэлектрические потери. Активные диэлектрики. Контрольная работа №1. /Пр/	3	5	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э6 Э7 Э8 Э9			
2.3	Магнитоэлектрические явления в магнитоупорядоченных средах. Выполнение курсовой работы. /Ср/	3	14	УК-1-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э6 Э7 Э8 Э9			
	<b>Раздел 3. Магнитоэлектрические материалы</b>							
3.1	Магнитоэлектрические материалы. Мультиферроики. Перовскитоподобные мультиферроики. Феррит висмута. Возможные практические применения магнитоэлектриков и мультиферроиков. /Лек/	3	4	УК-1-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э9 Э10 Э11 Э12 Э13			

3.2	Электретный эффект и электрическая релаксация. Электрические поля электретов. /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э4 Э5 Э9 Э13			
3.3	Магнитоэлектрические материалы. Выполнение курсовой работы. /Ср/	3	14	УК-1-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э4 Э6 Э8 Э9 Э12 Э13			
<b>Раздел 4. Технологии получения электретов, магнитоэлектриков и мультиферроиков</b>								
4.1	Технологии получения электретов. Технологии получения основных типов магнитоэлектриков. Технологии получения мультиферроиков. Технологии получения феррита висмута. /Лек/	3	4	УК-1-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э4 Э7 Э9 Э13			
4.2	Линейный магнитоэлектрический эффект. Квадратичный магнитоэлектрический эффект. Магнитоэлектрические материалы. Сдача и защита курсовых работ. /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э6 Э7 Э8 Э9 Э13			
4.3	Технологии получения электретов, магнитоэлектриков и мультиферроиков. Завершение выполнения курсовой работы. /Ср/	3	14	УК-1-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э7 Э9 Э12 Э13			

## 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	Контрольная работа №1	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-В1	Вопросы к контрольной работе №1 "Поляризация диэлектриков. Электреты.": 1. Основное свойство диэлектриков. 2. Упругая поляризация. 3. Поляризация и дефекты структуры. 4. Дипольная, ионная и электронная релаксационная поляризация. 5. Процесс установления релаксационной поляризации. Время релаксации. 6. Модель для описания релаксационной поляризации в твердых диэлектриках. 7. Объемно-зарядовая поляризация твердых диэлектриков. 8. "Внешняя" релаксационная поляризация (инжектированный заряд). 9. Поляризация диэлектриков в сильном диэлектрическом поле. 10. Спонтанная поляризация.
КМ2	Контрольная работа №2	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;УК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-В1	Вопросы к контрольной работе №2 "Магнитоэлектрические материалы. Мультиферроики.": 1. Теории Егучи, Сато, Наката. 2. Теория Адамса. 3. Теория Геманта. 4. Гипотеза Б. Гросса о двух видах зарядов электрета. 5. Общие соображения о возможностях практического применения электретов. 6. Электрометры на электретах. 7. Виды электретов. Термо-, фото-, электро-, радио-, короно-, магнето-, механо- и другие электреты. 8. Стабильность заряда электретов. 9. Роль закорачивания в электретном эффекте. 10. Остаточная поляризация электретов. Двойственная природа заряда электретов. 11. Краткая сводка основных свойств, присущих всем электретам.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Курсовая работа	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;УК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-В1	По курсу предусмотрено выполнение курсовой работы. Ниже представлены темы курсовых работ: 1. Первая модель электретного микрофона; 2. Генераторы переменного тока; 3. Вибродатчики на электретах; 4. Электретные тахометры; 5. Электретные датчики давления; 6. Генераторы высокого напряжения; 7. Фильтр для газов; 8. Дозиметр проникающей радиации на электретах; 9. Запись информации на электретах; 10. Электродвигатели на электретах; 11. Применение электретов в качестве кратковременных источников тока и пьезоэлементов; 12. Применение электретов в медицине. 13. Возможные практические применения магнитоэлектриков и мультиферроиков. 14. Технологии получения электретов. 15. Технологии получения основных типов магнитоэлектриков и мультиферроиков.
Р2	ПР №1	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;УК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-В1	Поляризация диэлектриков. Электропроводность диэлектриков.

P3	ПР №2	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;УК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-В1	Диэлектрические потери. Активные диэлектрики.
P4	ПР №3	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;УК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-В1	Электретный эффект и электрическая релаксация. Электрические поля электретов.
P5	ПР №4	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;УК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-В1	Линейный магнитоэлектрический эффект. Квадратичный магнитоэлектрический эффект. Магнитоэлектрические материалы.

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

Экзамен по курсу не предусмотрен.

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

По курсу предусмотрен зачет с оценкой. Зачет с оценкой выставляется на основе оценок текущего контроля (двух контрольных работ и курсовой работы).

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» - обучающийся на зачет не явился.

## 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	Тимохин В. М.	Физика диэлектриков. Термоактивационная и диэлектрическая спектроскопия кристаллических материалов. Протонный транспорт: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Горелик С. С., Дашевский М. Я.	Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учебник для студ. вузов по напр. 'Материаловедение и технология новых материалов', 'Материаловедение, технологии материалов и покрытий'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2003

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

Э1	LMS Canvas	<a href="https://lms.misis.ru/login/canvas">https://lms.misis.ru/login/canvas</a>
Э2	Electret	<a href="https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/electret">https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/electret</a>
Э3	Electret	<a href="https://www.britannica.com/science/electric-susceptibility">https://www.britannica.com/science/electric-susceptibility</a>
Э4	A Flexible Electret Membrane with Persistent Electrostatic Effect and Resistance to Harsh Environment for Energy Harvesting	<a href="https://www.nature.com/articles/s41598-017-07747-y">https://www.nature.com/articles/s41598-017-07747-y</a>
Э5	WHAT IS AN ELECTRET?	<a href="https://www.afssociety.org/what-is-an-electret/">https://www.afssociety.org/what-is-an-electret/</a>
Э6	МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ	<a href="https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=11306">https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=11306</a>
Э7	Магнитоэлектрический эффект в окрестности магнитных неоднородностей в пленках типа ферритов-гранатов	<a href="https://www.imsp.ru/sites/default/files/Диссертация%20Максутова.pdf">https://www.imsp.ru/sites/default/files/Диссертация%20Максутова.pdf</a>
Э8	Magnetoelectric phenomena and devices	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3895980/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3895980/</a>
Э9	Magnetoelectric Interaction Phenomena in Crystals	<a href="https://www.springer.com/gp/book/9781402023880">https://www.springer.com/gp/book/9781402023880</a>
Э10	МУЛЬТИФЕРРОИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СВЧ ЭЛЕКТРОНИКЕ И НАНОЭНЕРГЕТИКЕ	<a href="https://etu.ru/assets/files/nauka/dissertacii/2017/semenov/dissertaciya_semenov.pdf">https://etu.ru/assets/files/nauka/dissertacii/2017/semenov/dissertaciya_semenov.pdf</a>
Э11	МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУЛЬТИФЕРРОИКОВ NDXB11-XFE03	<a href="https://cyberleninka.ru/article/n/magnitoelektricheskie-svoystva-multiferroikov-ndxb11-xfeo3">https://cyberleninka.ru/article/n/magnitoelektricheskie-svoystva-multiferroikov-ndxb11-xfeo3</a>
Э12	Advances in magnetoelectric multiferroics	<a href="https://www.nature.com/articles/s41563-018-0275-2">https://www.nature.com/articles/s41563-018-0275-2</a>
Э13	Multiferroics and applications	<a href="https://www.nature.com/collections/badcahbjie">https://www.nature.com/collections/badcahbjie</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
П.6	MATLAB
П.7	MATCAD

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

И.1	eLIBRARY <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
И.2	American Institute of Physics (AIP) <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a>
И.3	Springermaterials <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

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

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.