

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.07.2023 15:40:33

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)

Электретные и магнитоэлектрические материалы и технологии их получения

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Материалы и технологии магнитоэлектроники

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

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
Вид занятий	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

Электретные и магнитоэлектрические материалы и технологии их получения

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 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и наноэлектроника, 11.04.04-МЭН-22-1.plx Материалы и технологии магнитоэлектроники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.04.04 Электроника и наноэлектроника, Материалы и технологии магнитоэлектроники, утвержденной Ученым советом 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 "Электретные и магнитоэлектрические материалы и технологии их получения" 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.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.1.2	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	
2.1.3	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники	
2.1.4	Методы исследования материалов	
2.1.5	Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур	
2.1.6	Научно-исследовательская практика	
2.1.7	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 2	
2.1.8	Физико-химия и технология наноструктур	
2.1.9	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	
2.1.10	История и методология науки и техники в области электроники	
2.1.11	Методы математического моделирования	
2.1.12	Основы технологии углеродных наноматериалов	
2.1.13	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.14	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 1	
2.1.15	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования	
2.1.16	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
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

ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-наноэлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники	
Знать:	
ПК-4-31 Способы получения новых знаний в профессиональной области; классификацию результатов научной деятельности;	
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях	
Знать:	
ОПК-1-31 Основные виды электретных и магнитоэлектрических материалов	
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций	
Знать:	
ПК-2-31 Технический английский язык	
ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-наноэлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники	
Знать:	
ПК-4-32 Способы использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры	

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
Знать:
УК-1-32 Мировой опыт развития технологических процессов изготовления наноэлектронного изделия; опыт разработки наноэлектронной элементной базы изделия
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
ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-наноэлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Уметь:
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
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У1 Работать на технологическом оборудовании (выполнять все действия, которые делает оператор)
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У2 Оценивать эффективность внедрения результатов научной деятельности
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
Уметь:
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
УК-1-У2 Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У1 Планировать и проводить технологические эксперименты
ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-наноэлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Владеть:
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
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
Владеть:
УК-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

ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-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)
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
Владеть:
УК-1-В2 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
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Владеть:
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
	Раздел 1. Поляризация диэлектриков							
1.1	Поляризация диэлектриков. Виды поляризации диэлектриков. Выдача тем рефератов. /Лек/	3	5	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.2	Поляризация диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.3	История открытия электретов. Современные представления об электретном эффекте. Свойства электретов. Современные теории электретного эффекта. Практическое применение электретного эффекта. Начало работы над рефератом. /Ср/	3	14	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
	Раздел 2. Магнитоэлектрические явления в магнитоупорядоченных средах							
2.1	Магнитоэлектрические явления в магнитоупорядоченных средах. Линейный магнитоэлектрический эффект. /Лек/	3	5	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э6 Э7 Э8 Э9			

2.2	Диэлектрические потери. Активные диэлектрики. Контрольная работа №1. /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-1-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э6 Э7 Э8 Э9			
2.3	Магнитоэлектрические явления в магнитоупорядоченных средах. Квадратичный магнитоэлектрический эффект. Эффект гигантской магнитоемкости. Спин-флексозлектрический эффект. Микроскопические механизмы магнитоиндуцированной электрической поляризации. Работа над рефератом. /Ср/	3	13	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э6 Э7 Э8 Э9			
	Раздел 3. Магнитоэлектрические материалы							
3.1	Магнитоэлектрические материалы. Мультиферроики. /Лек/	3	4	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э9 Э10 Э11 Э12 Э13			
3.2	Электретный эффект и электрическая релаксация. Электрические поля электретов. /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-1-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э9 Э10 Э11 Э12 Э13			
3.3	Перовскитоподобные мультиферроики. Феррит висмута. Возможные практические применения магнитоэлектриков и мультиферроиков. Работа над рефератом. /Ср/	3	14	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э9 Э10 Э11 Э12 Э13			
	Раздел 4. Технологии получения электретов, магнитоэлектриков и мультиферроиков							
4.1	Технологии получения электретов. /Лек/	3	3	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э4 Э9 Э12 Э13			

4.2	Линейный магнитоэлектрический эффект. Квадратичный магнитоэлектрический эффект. Магнитоэлектрические материалы. Контрольная работа №2. Сдача и защита рефератов. /Пр/	3	5	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-1-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э4 Э9 Э12 Э13			
4.3	Технологии получения основных типов магнитоэлектриков и мультиферроиков. Завершение работы над рефератом. /Ср/	3	15	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э4 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	Экзамен	ПК-2-31;ПК-4-31;ПК-4-32;УК-1-31;ОПК-1-31;УК-1-32	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные особенности диэлектрических соединений. 2. Виды поляризации диэлектриков. 3. История открытия электретов. 4. Современные представления об электретном эффекте. 5. Свойства электретов. 6. Современные теории электретного эффекта. 7. Практическое применение электретного эффекта. 8. Магнитоэлектрические явления в магнитоупорядоченных средах. 9. Линейный магнитоэлектрический эффект. 10. Квадратичный магнитоэлектрический эффект. 11. Эффект гигантской магнитоемкости. 12. Спин-флексозлектрический эффект. 13. Микроскопические механизмы магнитоиндуцированной электрической поляризации. 14. Магнитоэлектрические материалы. 15. Мультиферроики. 16. Перовскитоподобные мультиферроики. 17. Феррит висмута. 18. Возможные практические применения магнитоэлектриков и мультиферроиков. 19. Технологии получения электретов. 20. Технологии получения основных типов магнитоэлектриков и мультиферроиков.
КМ2	Контрольная работа №1	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;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;УК-1-В2	<p>Вопросы к контрольной работе №1 "Поляризация диэлектриков. Электреты.":</p> <ol style="list-style-type: none"> 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.

КМ3	Контрольная работа №2	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;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2;УК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-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.
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	Реферат	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;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2;УК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Ниже представлены темы рефератов: 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.
P2	ПР №1	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2	Поляризация диэлектриков. Электропроводность диэлектриков.
P3	ПР №2	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2	Диэлектрические потери. Активные диэлектрики.

P4	ПР №3	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2	Электретный эффект и электрическая релаксация. Электрические поля электретов.
P5	ПР №4	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2	Линейный магнитоэлектрический эффект. Квадратичный магнитоэлектрический эффект. Магнитоэлектрические материалы.

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

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов и одной задачи. Задачи являются типовыми и подобные обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины. Экзамен сдается устно. Билеты хранятся на кафедре. Для допуска к экзамену необходимо выполнение реферата, также написание контрольных работ №1, №2.

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

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется следующая шкала оценок:

«отлично» – студент 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;

«хорошо» – студент 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;

«удовлетворительно» – студент 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;

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

«неявка» – студент на экзамен 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
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
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	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	https://lms.misis.ru/login/canvas
Э2	Electret	https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/electret
Э3	Electret	https://www.britannica.com/science/electric-susceptibility
Э4	A Flexible Electret Membrane with Persistent Electrostatic Effect and Resistance to Harsh Environment for Energy Harvesting	https://www.nature.com/articles/s41598-017-07747-y
Э5	WHAT IS AN ELECTRET?	https://www.afssociety.org/what-is-an-electret/
Э6	МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ	https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=11306
Э7	Магнитоэлектрический эффект в окрестности магнитных неоднородностей в пленках типа ферритов-гранатов	https://www.imsp.ru/sites/default/files/Диссертация%20Максимова.pdf
Э8	Magnetoelectric phenomena and devices	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3895980/
Э9	Magnetoelectric Interaction Phenomena in Crystals	https://www.springer.com/gp/book/9781402023880
Э10	МУЛЬТИФЕРРОИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СВЧ ЭЛЕКТРОНИКЕ И НАНОЭНЕРГЕТИКЕ	https://etu.ru/assets/files/nauka/dissertacii/2017/semenov/dissertaciya_semenov.pdf
Э11	МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУЛЬТИФЕРРОИКОВ NDXB11-XFE03	https://cyberleninka.ru/article/n/magnitoelektricheskie-svoystva-multiferroikov-ndxbi1-xfeo3
Э12	Advances in magnetoelectric multiferroics	https://www.nature.com/articles/s41563-018-0275-2
Э13	Multiferroics and applications	https://www.nature.com/collections/badcahbjie

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 http://elibrary.ru/
И.2	American Institute of Physics (AIP) http://scitation.aip.org/
И.3	Springer materials http://materials.springer.com/

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.