

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 08.09.2024 00:35:06

Уникальный программный ключ:

efd3ecd8bd183f7649d0e3e73c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Мультиферроики»

Цель преподавания дисциплины: Формирование у студентов знаний основ теории намагничивания ферромагнетиков и поляризации сегнетоэлектриков, описания структуры и свойств магнитных и магнитоэлектрических материалов, явления гигантского магнетосопротивления, ознакомление с классификацией методов записи информации, основной задачей спиновой электроники (преобразованием информации, представленной в форме намагниченности, в электрическое напряжение и обратно) и способами ее решения с применением мультиферроиков – кристаллов, обладающих одновременно ферромагнитным (спонтанная намагниченность) и электрическим (спонтанная поляризация) упорядочением.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение основных представлений о процессах намагничивания и поляризации мультиферроиков, механизмах, определяющих структуру доменных границ в мультиферроиках,

- подготовка обучающихся к решению задач профессиональной деятельности проектно-технологического типа: формирование навыков работы с магнитными и сегнетоэлектрическими материалами, с оборудованием для определения параметров таких материалов, необходимых для проектирования устройств на их основе.

- овладение базовыми профессиональными представлениями о процессах переполяризации и намагничивания, возможностях мультиферроиков в спинтронике и эффективном применении гистерезисных свойств сегнетоэлектрических и магнитных материалов в современной технике.

- формирование профессиональных представлений о приемах моделирования индуктивных элементов с использованием программного обеспечения.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- составляет рабочий план на проведение процесса измерения параметров и свойств наноматериалов (ПК-3.1);

- осуществляет подбор заданий для определения параметров наноматериалов по отдельным темам изучаемых в бакалавриате дисциплин (ПК-3.2).

Разделы дисциплины:

Магнитоэлектрические материалы. Магниторезисторы. Основные понятия теории магнитных свойств вещества и физики сегнетоэлектричества. Перовскитоподобные мультиферроики.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета
естественно-научного
(наименование ф-та полностью)

 П.А. РЯПОЛОВ
(подпись, инициалы, фамилия)

« 31 » 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Мультиферроики

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии»

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Курс – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» марта 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии» на заседании кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики № 1 «31» августа 2019 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

Разработчик программы

к.ф.-м.н., доцент _____ Кузько А.В.

(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2021 г., на заседании кафедры НМО и ПР 21.08.2020 № 1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета протокол № 6 «26» 02 2021 г., на заседании кафедры НМО и ПР 31.08.2021 № 1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «28» 02 2022 г., на заседании кафедры НМО и ПР № 1 от 31.08.2022 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «28» 02 2023 г. на заседании кафедры ММиДН1 31.08.23

Зав. кафедрой _____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № __ «__» _____ 20__ г. на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой _____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № __ «__» _____ 20__ г. на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой _____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № __ «__» _____ 20__ г. на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой _____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № __ «__» _____ 20__ г. на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой _____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Формирование у студентов знаний основ теории намагничивания ферромагнетиков и поляризации сегнетоэлектриков, описания структуры и свойств магнитных и магнитоэлектрических материалов, явления гигантского магнетосопротивления, ознакомление с классификацией методов записи информации, основной задачей спиновой электроники (преобразованием информации, представленной в форме намагниченности, в электрическое напряжение и обратно) и способами ее решения с применением мультиферроиков – кристаллов, обладающих одновременно ферромагнитным (спонтанная намагниченность) и электрическим (спонтанная поляризация) упорядочением.

1.2 Задачи дисциплины

- освоение основных представлений о процессах намагничивания и поляризации мультиферроиков, механизмах, определяющих структуру доменных границ в мультиферроиках,

- подготовка обучающихся к решению задач профессиональной деятельности проектно-технологического типа: формирование навыков работы с магнитными и сегнетоэлектрическими материалами, с оборудованием для определения параметров таких материалов, необходимых для проектирования устройств на их основе.

- овладение базовыми профессиональными представлениями о процессах переполаризации и намагничивания, возможностях мультиферроиков в спинтронике и эффективном применении гистерезисных свойств сегнетоэлектрических и магнитных материалов в современной технике.

- формирование профессиональных представлений о приемах моделирования индуктивных элементов с использованием программного обеспечения.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
ПК-3	ПК-3 Способен к организации и контролю процессов измерений параметров наномате-	ПК-3.1 Составляет рабочий план на проведение процесса измерения параметров и	Знать: - этапы планирования работ по измерению параметров магнитных

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
	риалов и наноструктур	свойств наноматериалов	<p>и диэлектрических материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - требования к сопроводительной документации магнитных и сегнетоэлектрических устройств; - требования системы менеджмента безопасности и здоровья для организации и контроля процессов измерений параметров магнитных и диэлектрических материалов при проведении лабораторных занятий; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать проведение работ по измерению параметров магнитных и диэлектрических материалов; - обеспечивать и контролировать выполнение требований охраны труда, пожарной безопасности, правил технической эксплуатации установок при проведении лабораторных занятий; - организовывать измерения параметров магнитных и сегнетоэлектрических материалов и устройств на их основе. <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком измерений параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - методикой составления рабочего плана для проведения процесса измерения параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - навыком организации измерений и подбора соответствующего оборудования для определения параметров устройств и свойств маг-

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			нитных и сегнетоэлектрических материалов.
		ПК-3.2 Осуществляет подбор заданий для определения параметров наноматериалов по отдельным темам изучаемых в бакалавриате дисциплин	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структуру сопроводительной документации устройств на основе магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - требования к квалификации и уровню сформированности компетенций бакалавров, для которых осуществляется подбор заданий по расчету параметров устройств на основе магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - порядок разработки инструкций (учебно-методических указаний) по определению параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать инструкции (учебно-методические указания) по определению параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - обеспечивать и контролировать выполнение требований охраны труда, пожарной безопасности, правил технической эксплуатации электроустановок при проведении лабораторных занятий; - находить и адаптировать информацию о достижениях и новых тенденциях в области применения мультиферроиков в современной технике. <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения параметров устройств на основе магнит-

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			ных и сегнетоэлектрических материалов для подбора соответствующих заданий; - навыками самостоятельного приобретения знаний и умений при подборе заданий в области магнитных и диэлектрических материалов; - готовностью к управлению деятельностью и подбору заданий при решении производственной проблемы в области применения магнитных и сегнетоэлектрических материалов в ходе профессиональной деятельности.

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Мультиферроики» является элективной дисциплиной, входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры (бакалавриата, специалитета) 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии». Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	44,1

Виды учебной работы	Всего, часов
в том числе:	
лекции	8
лабораторные занятия	18
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	63,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрен
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Магнитоэлектрические материалы.	Магнитоэлектрические материалы. Магнитоэлектрический эффект и эффект гигантской магнетоемкости. Практическое применение магнитоэлектрических материалов.
2	Магниторезисторы.	«Монолитные» магниторезисторы. Эффект гигантского магнетосопротивления. «Пленочные» магниторезисторы (ГМС, ТМС сенсоры). Принципы работы MRAM.
3	Основные понятия теории магнитных свойств вещества и физики сегнетоэлектричества.	Сравнительная характеристика электрических и магнитных свойств материалов. Намагниченность и вектор поляризации, магнитная и диэлектрическая проницаемости, магнитная и диэлектрическая восприимчивости, единицы измерения. Классификация веществ по типу магнитного упорядочения. Классификация сегнетоэлектриков. Устройство жесткого диска.
4	Перовскитоподобные мультиферроики.	Мультиферроик BiFeO_3 . Симметричный подход к описанию сегнетоэлектрических, магнитных и магнитоэлектрических свойств феррита висмута. Электрическое переключение магнитного состояния в пленках феррита висмута, использовании пленок феррита висмута в элементах сегне-

тоэлектрической оперативной памяти FRAM.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек. час.	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
2 семестр							
1	Магнитоэлектрические материалы.	2	1	1	У-1, У-2, У-3, У-5, У-7, МУ-1, МУ-2	ЛР-4 ПР-4 Т-4	ПК-3
2	Магниторезисторы.	2	2	2	У-1, У-4, У-6, У-8, МУ-1, МУ-2	ЛР-8 ПР-8 Т-8	ПК-3
3	Основные понятия теории магнитных свойств вещества и физики сегнетоэлектричества.	2	3	3	У-1, У-9, У-10, МУ-1, МУ-2	ЛР-12 ПР-12 Т-12	ПК-3
4	Перовскитоподобные мультиферроики.	2	4	4	У-1, У-11, У-12, МУ-1, МУ-2, МУ-3	ЛР-16 ПР-16 Т-16	ПК-3

ЛР-лабораторная работа, ПР-практическая работа, Р-реферат

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час
1	2	3
1	Планирование и проведение измерений кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетика с помощью осциллографа в переменных магнитных полях	6
2	Планирование и проведение измерений по исследованию эффекта Холла как принципа работы магнитометра	4
3	Планирование и проведение измерений гистерезиса сегнетоэлектрика	4
4	Планирование и проведение измерений температуры фазового перехода «ферромагнетик-парамагнетик» индукционным методом	4
Итого		18

4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического (семинарского) занятия	Объем, час
1	2	3
1	Подбор заданий, их аналитическое решение, численное компьютерное мо-	4

	делирование для проектирования магнитных цепей и их параметров	
2	Подбор заданий и проектирование соленоида, моделирование создаваемого им магнитного поля в программной среде FEMM	4
3	Подбор заданий по определению свойств диэлектриков и их решение	4
4	Подбор заданий по определению магнитных свойств вещества и их решение	6
Итого		18

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
2 семестр			
1	Магнитоэлектрические материалы.	4 неделя	16
2	Магниторезисторы.	8 неделя	16
3	Основные понятия теории магнитных свойств вещества и физики сегнетоэлектричества.	12 неделя	16
4	Перовскитоподобные мультиферроики.	16 неделя	15,9
Итого			63,9

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литера-

туры, современных программных средств.

- путем разработки:
 - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
 - вопросов к зачету;
 - методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д. *типографией университета:*
 - помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
 - удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	Лекция по теме: «Магнитоэлектрические материалы»	Компьютерная симуляция	2
2	Лекция по теме: «Магниторезисторы»	Разбор конкретных ситуаций	2
3	Лекция по теме: «Основные понятия теории магнитных свойств вещества и физики сегнетоэлектричества»	Разбор конкретных ситуаций	2
4	Лекция по теме: «Перовскитоподобные мультиферроики»	Разбор конкретных ситуаций	2
Итого			8

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Код и наименование компетенции		Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
		начальный	основной	завершающий
1		2	3	4
ПК-3 Способен к организации и контролю процессов измерений параметров наноматериалов и наноструктур	ПК-3.1	Квантовая и оптическая электроника Мультиферроики		Микро- и нанодвижители Электрические приводы для микро- и наносистемной техники
	ПК-3.2	Квантовая и оптическая электроника Мультиферроики		

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-3/ начальный, основной, завершающий	ПК-3.1 Составляет рабочий план на проведение процесса измерения параметров и свойств наноматериалов	Знать: - этапы планирования работ по измерению параметров магнитных и диэлектрических материалов;	Знать: - этапы планирования работ по измерению параметров магнитных и диэлектрических материалов; - требования к сопроводительной документации магнитных и сегнетоэлектрических устройств;	Знать: - этапы планирования работ по измерению параметров магнитных и диэлектрических материалов; - требования к сопроводительной документации магнитных и сегнетоэлектрических устройств; - требования системы менеджмента безопасности и здоровья для организации и контроля про-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать проведение работ по измерению параметров магнитных и диэлектрических материалов; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком измерений параметров устройств и свойств магнитных и сегне- 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать проведение работ по измерению параметров магнитных и диэлектрических материалов; - обеспечивать и контролировать выполнение требований охраны труда, пожарной безопасности, правил технической эксплуатации установок при проведении лабораторных занятий; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком измерений параметров устройств и свойств магнитных и сегне- 	<p>цессов измерений параметров магнитных и диэлектрических материалов при проведении лабораторных занятий;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать проведение работ по измерению параметров магнитных и диэлектрических материалов; - обеспечивать и контролировать выполнение требований охраны труда, пожарной безопасности, правил технической эксплуатации установок при проведении лабораторных занятий; - организовывать измерения параметров магнитных и сегнетоэлектрических материалов и устройств на их основе. <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком измерений параметров устройств и свойств магнитных и сегне-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	ПК-3.2 Осуществляет подбор заданий для определения параметров наноматериалов по отдельным темам изучаемых в бакалавриате дисциплин	тоэлектрических материалов; Знать: - структуру сопроводительной документации устройств на основе магнитных и сегнетоэлектрических материалов;	тоэлектрических материалов; - методикой составления рабочего плана для проведение процесса измерения параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов; Знать: - структуру сопроводительной документации устройств на основе магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - требования к квалификации и уровню сформированности компетенций бакалавров, для которых осуществляется подбор заданий по расчету параметров устройств на ос-	тоэлектрических материалов; - методикой составления рабочего плана для проведение процесса измерения параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - навыком организации измерений и подбора соответствующего оборудования для определения параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов. Знать: - структуру сопроводительной документации устройств на основе магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - требования к квалификации и уровню сформированности компетенций бакалавров, для которых осуществляется подбор заданий по расчету параметров устройств на ос-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать инструкции (учебно-методические указания) по определению параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов; 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать инструкции (учебно-методические указания) по определению параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - обеспечивать и контролировать выполнение требований охраны труда, пожарной безопасности, правил технической эксплуатации электроустановок при проведении лабораторных занятий; 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать инструкции (учебно-методические указания) по определению параметров устройств и свойств магнитных и сегнетоэлектрических материалов; - обеспечивать и контролировать выполнение требований охраны труда, пожарной безопасности, правил технической эксплуатации электроустановок при проведении лабораторных занятий; - находить и адаптировать информацию о достижениях и новых тенденциях

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения параметров устройств на основе магнитных и сегнетоэлектрических материалов для подбора соответствующих заданий; 	<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения параметров устройств на основе магнитных и сегнетоэлектрических материалов для подбора соответствующих заданий; - навыками самостоятельного приобретения знаний и умений при подборе заданий в области магнитных и диэлектрических материалов; 	<p>в области применения мультiferроиков в современной технике.</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения параметров устройств на основе магнитных и сегнетоэлектрических материалов для подбора соответствующих заданий; - навыками самостоятельного приобретения знаний и умений при подборе заданий в области магнитных и диэлектрических материалов; - готовностью к управлению деятельностью и подбору заданий при решении производственной проблемы в области применения магнитных и сегнетоэлектрических материалов в ходе профессиональной деятельности.

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характери-

зующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Магнитоэлектрические материалы	ПК-3	лекция, практическое занятие, лабораторная работа, СРС	отчет по лаб. работе	№1	согласно табл 7.2
				отчет по практике	№1	
				тест	№1	
2.	Магниторезисторы	ПК-3	лекция, практическое занятие, лабораторная работа, СРС	отчет по лаб. работе	№ 2	согласно табл 7.2
				отчет по практике	№ 2	
				тест	№ 2	
3.	Основные понятия теории магнитных свойств вещества и физики сегнетоэлектричества	ПК-3	лекция, практическое занятие, лабораторная работа, СРС	отчет по лаб. работе	№ 3	согласно табл 7.2
				отчет по практике	№ 3	
				тест	№ 3	
4.	Перовскитоподобные мультиферроики	ПК-3	лекция, практическое занятие, лабораторная работа, СРС	отчет по лаб. работе	№ 4	согласно табл 7.2
				отчет по практике	№ 4	
				тест	№ 4	

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы в тестовой форме по теме «Магниторезисторы»

1. Эффект туннельного магнетосопротивления используется для создания оперативной памяти

- а) MRAM
- б) Флеш-памяти
- в) DRAM
- г) FRAM
- д) HAMR

2. Туннельное магнетосопротивление -

а) квантовомеханический эффект, проявляется при протекании тока между двумя слоями ферромагнетиков разделенных тонким (около 1 нм) слоем диэлектрика, при этом общее сопротивление устройства, в котором квантовомеханический эффект, проявляется при протекании тока между двумя слоями ферромагнетиков разделенных тонким (около 1 нм) слоем диэлектрика, при этом общее сопротивление устройства, в котором протекает ток из-за туннельного эффекта, зависит от взаимной ориентации полей намагничивания двух магнитных слоев.

б) квантовомеханический эффект, наблюдаемый в тонких металлических плёнках, состоящих из чередующихся ферромагнитных и проводящих немагнитных слоёв.

в) квантовомеханический эффект, заключающийся в сильной зависимости электрического сопротивления материала от величины внешнего магнитного поля, термин применяется в отношении некоторых ферромагнитных и антиферромагнитных полупроводников, обычно оксидов металлов на базе манганитов со структурой перовскита.

г) квантовомеханический эффект, заключающийся в преодолении микрочастицей потенциального барьера в случае, когда её полная энергия (остающаяся при туннелировании неизменной) меньше высоты барьера. протекает ток из-за туннельного эффекта, зависит от взаимной ориентации полей намагничивания двух магнитных слоев.

д) квантовомеханический эффект, заключающийся в преодолении микрочастицей потенциального барьера в случае, когда её полная энергия (остающаяся при туннелировании неизменной) меньше высоты барьера.

Примеры вопросов к лабораторным работам

Вопросы в открытой форме по теме «Планирование и проведение измерений кривой намагничения и петли гистерезиса ферромагнетика с помощью осциллографа в переменных магнитных полях»

1. Каков план проведения измерений по кривой намагничения и петли гистерезиса ферромагнетика?
2. Исходя из составленного плана проведения измерений, проанализируйте перечень необходимого оборудования для определения вида кривой намагничения ферромагнетика?
3. Для чего при планировании измерений гистерезиса необходимо использовать ферромагнитный образец в форме торроида?
4. Каким информационным ресурсом нужно воспользоваться, чтобы найти инструкцию менеджмента безопасности лабораторий кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики?

5. В чем отличие петель гистерезиса магнитомягкой и магнито жесткой стали?
6. Как определить коэрцитивную силу стали по кривой гистерезиса?
7. Почему сердечники трансформаторов, дросселей и т. д. набираются из отдельных пластин?
8. Почему ток в намагничивающей катушке носит нелинейный характер?

Примеры заданий по практическим занятиям

Задания по теме «Подбор заданий и проектирование соленоида, моделирование создаваемого им магнитного поля в программной среде FEMM»

Задание 1. Выбрать аксиальный тип задачи, частота равна 100000 Гц, единица измерения – сантиметры. Радиус рабочей области 12, её центр расположен в точке с координатами [0; 0].

Построить электромагнитную катушку согласно чертежу на рисунке 7. Исходные данные для построения выбрать из таблицы 1 согласно номеру варианта задания, учитывая, что r и z с индексами A, B, C и D – координаты соответствующих точек, I – сила тока в исследуемом контуре, N – число витков соленоида. В качестве материала обмотки использовать медный провод AWG26 (его диаметр равен 0,4 мм).

Задание 2. Определить модуль магнитной индукции в точке [0,0].

Задание 3. Определить радиальную составляющую вектора индукции в точке [4,4].

Задание 4. Определить магнитный поток, проходящий через окно катушки. Измерение проводить между точками [0, 0] и [rA , 0].

Задание 5. Определить суммарную энергию генерируемого магнитного поля

Задание 6. Построить график изменения модуля индукции между точками [0.1, -10] и [0.1, 10].

Задание 7. Построить график изменения модуля индукции между точками [0, 0] и [12, 0].

Задание 8. Построить картину распределения напряжённости магнитного поля. Отображать в гамме от голубого до пурпурного, нижняя граница интервала 0, верхнюю границу определить автоматически. Отображение силовых линий оставить по умолчанию.

Задание 9. Определить падение напряжения на созданной катушке.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового и/или компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

1. Для чего предназначен GMR сенсор?
 - а) для считывания информации;
 - б) для записи информации;
 - в) для записи/считывания информации
 - г) для экранирования поля магнитопровода
2. Магниторезистивная головка считывания - ...
 - а) это резистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от напряженности магнитного поля;
 - б) транзистор, управляющий током в зависимости от намагниченности домена
 - в) полупроводниковый диод, пропускающий ток в зависимости от внешнего магнитного поля
 - г) постоянный магнит, препятствующий проникновению магнитного потока?
3. Гигантское магнетосопротивление (ГМС)
 - а) квантовомеханический эффект, наблюдаемый в тонких металлических плёнках, состоящих из чередующихся ферромагнитных и проводящих немагнитных слоёв.
 - б) квантовомеханический эффект заключающийся в сильной зависимости электрического сопротивления материала от величины внешнего магнитного поля, термин

применяется в отношении некоторых ферромагнитных и антиферромагнитных полупроводников, обычно оксидов металлов на базе манганитов со структурой перовскита.

в) физическая величина, характеризующая свойства проводника препятствовать прохождению электрического тока и равная отношению напряжения на концах проводника к силе тока, протекающего по нему

г) собственный момент импульса элементарных частиц, имеющий квантовую природу и не связанный с перемещением частицы как целого

Задание в открытой форме:

1. Что называют мультиферроиками?

2. В современной электронике широко применяются устройства, использующие преобразование энергии переменного магнитного поля в электрическое поле и наоборот, принцип действия таких устройств основан на явлении электромагнитной индукции, но тенденция к применению монолитных твердотельных элементов, уменьшению их размеров и обеспечению совместимости с интегральной технологией требует поиска новых способов преобразования переменных магнитных и электрических полей. Использование какого эффекта для этой цели является одним из наиболее перспективных направлений?

Задание на установление правильной последовательности,

Расставьте типы магнитных материалов в порядке увеличения их магнитной проницаемости: ферромагнетик, диамагнетик, парамагнетик.

Задание на установление соответствия:

Установите соответствие между материалами и типом их реакции на магнитное поле:

1) Алюминий

А) Ферромагнетик

2) Медь

Б) Диамагнетик

3) Никель

В) Парамагнетик

Компетентностно-ориентированная задача:

1. Длинный прямой соленоид из проволоки диаметром $d=0,5$ мм намотан так, что витки плотно прилегают друг к другу. Какова напряженность H магнитного поля внутри соленоида при силе тока $I=4$ А? Толщиной изоляции пренебречь.

2. Железный сердечник находится в однородном магнитном поле напряженностью $H=1$ кА/м. Определить индукцию B магнитного поля в сердечнике и магнитную проницаемость μ железа.

3. На железное кольцо намотано в один слой $N=500$ витков провода. Средний диаметр d кольца равен 25 см. Определить магнитную индукцию B в железе и магнитную проницаемость μ железа, если сила тока I в обмотке: 1) 0,5 А; 2) 2,5 А.

4. Замкнутый соленоид (тороид) со стальным сердечником* имеет $n=10$ витков на каждый сантиметр длины. По соленоиду течет ток $I=2$ А. Вычислить магнитный поток Φ в сердечнике, если его сечение $S=4$ см².

5. Определить магнитодвижущую силу F_m необходимую для получения магнитного потока $\Phi=0,3$ мВб в железном сердечнике замкнутого соленоида (тороида). Длина l средней линии сердечника равна 120 см, площадь сечения $S=2,5$ см².

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Лабораторная работа № 1 (Планирование и проведение измерений кривой намагничения и петли гистерезиса ферромагнетика с помощью осциллографа в переменных магнитных полях)	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 2 (Планирование и проведение измерений по исследованию эффекта Холла как принципа работы магнитометра)	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 3 (Планирование и проведение измерений гистерезиса сегнетоэлектрика)	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 4 (Планирование и проведение измерений температуры фазового перехода)	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие № 1 (Подбор заданий, их аналитическое решение, численное компьютерное моделирование для проектирова-	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»

ния магнитных цепей и их параметров)				
Практическое занятие № 2 (Подбор заданий и проектирование соленоида, моделирование создаваемого им магнитного поля в программной среде FEMM)	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие № 3 (Подбор заданий по определению свойств диэлектриков и их решение)	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие № 4 (Подбор заданий по определению магнитных свойств вещества и их решение)	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Войтович, И. Д. Нанозлектронная элементная база информатики на основе полупроводников и ферромагнетиков [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Д. Войтович, В. М. Корсунский. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 457 с. - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429108>.

2. Аплеснин С. С. Магнитные и электрические свойства сильнокоррелированных магнитных полупроводников с четырехспиновым взаимодействием и с орби-

тальным упорядочением [Текст] : монография / С. С. Аплеснин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 176 с.

3. Аплеснин, С. С. Магнитные и электрические свойства сильнокоррелированных магнитных полупроводников с четырехспиновым взаимодействием и с орбитальным упорядочением [Электронный ресурс]: монография / С. С. Аплеснин. - М. : Физматлит, 2013. - 172 с. - Режим доступа :

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275465>

8.2 Дополнительная учебная литература

4. Марков, В. Ф. Материалы современной электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедзянов, Л. Н. Маскаева. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 272 с. - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275825>

5. Семенов, А.Л. Магнитные материалы микро- и нанoeлектроники [Текст]: учебное пособие / А. Л. Семенов, А. А. Гаврилук, Н. К. Душутин, Ю. В. Ясюкевич. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 147 с.

6. Чертов, А.Г. Задачник по физике [Текст]: учебное пособие / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - М.: Издательство Физико-математической литературы, 2001. - 640 с.

7. Суздальев, И.П. Электрические и магнитные переходы в нанокластерах и наноструктурах [Текст]: монография / И. П. Суздальев. - М.: URSS, 2012. - 480 с.

8. Поплавко, Ю.М. Физика активных диэлектриков [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. М. Поплавко, Л. П. Переверзева, И. П. Раевский, под ред. В. П. Сахненко. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2009. - 480 с. - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240943>

9. Вонсовский С. В. Магнетизм [Текст]: учебное пособие / С. В. Вонсовский. - М.: Наука, 1971. - 1032 с.

10. Суздальев, И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст]: учебное пособие / И. П. Суздальев. - М.: КомКнига, 2006. - 592 с.

11. Аплеснин С. С. Основы спинтроники [Текст]: учебное пособие / С. С. Аплеснин. - СПб.: Лань, 2010. - 288 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Мультиферроики: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Кузько, А.Е. Кузько. - Электрон. текстовые дан. - Курск: ЮЗГУ, 2021. - 31 с.

2. Мультиферроики: методические указания к выполнению практических работ для студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Кузько, В.П. Зыков. - Электрон. текстовые дан. - Курск: ЮЗГУ, 2021. - 55 с.

3. Мультиферроики [Электронный ресурс]: методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотех-

нологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Кузько. – Электрон. текстовые дан. – Курск: ЮЗГУ, 2021. - 11 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:
 Нанотехнологии: наука и производство

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.strf.ru/> - Интернет- издание «Наука и технологии России – strf.ru»
2. <http://www.nanometer.ru/> -сайт "Нанометр"
3. <http://www.rusnano.com/> - Группа РОСНАНО
4. <http://thesaurus.rusnano.com>- Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов.
5. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
6. <https://phys.org/> - новости науки, исследований и технологий (press release on-line).
7. <http://www.consultant.ru> - Официальный сайт компании «Консультант Плюс».
8. <http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Мультиферроики» являются лекции, практические и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Ос-

нову докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Мультиферроики»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, отработку студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Мультиферроики» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Мультиферроики» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Libreoffice операционная система Windows
Антивирус Касперского (или ESETNOD)

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры нанотехнологии и инженерной физики, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Экран мобильный Draper Consul 60x60" 152x152 (3146,40), проектор BenQ MX522P, мобильный ПК ACER "Aspire 5720-102G16Mi (32032). Осциллограф С1-112 (9800), автотрансформатор ЛАТР-2,5(10А), потенциометр Р 363/1 Харьков м/с Приборы ПО-159, исследуемый сегнетоконденсатор, эталонный конденсатор, вольтметр переменного тока GVT-417 В (2 шт), мультиметр FLUKE-15b (2 шт.), комплект измерительных катушек, образцовое сопротивление 1 Ом, регулировочный реостат, источник питания Matrix MPS-7061 (19500), микроскоп MST-131 Москва Главснаб ПО-73, образец тонкой ферромагнитной пленки, магнитная суспензия. ПВЭМ тип 3 (Asus-P7P55LX-/DD34096Mb/Corei5760/SATA-11 1TB Samsung/PCI-E 512Mb Монитор TFT Wide 23).

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

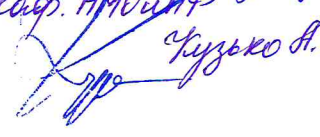
При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			
1	-	23, 24	-	-	2	19.01.21	протокол №8 засед. кафедр. НМОЦАФ  Гудько А. Е.