Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 07.09.2026 11:56:05
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Физика диэлектриков»

Цель преподавания дисциплины: формирование у учащихся целостного, в рамках существующих естественнонаучных положений и современного развития физики диэлектриков, представления об основных физических характеристиках диэлектрических материалов, процессах, происходящих в диэлектриках под действием физических полей и областях применения таких материалов.

Задачи изучения дисциплины: освоение физическими основами основных типов поляризации диэлектрических веществ и взаимодействие диэлектриков с электромагнитным полем; ознакомление студентов с основными типами диэлектриков и их физическими свойствами; формирование умения применять полученные знания в профессиональной деятельности, связанной с выбором и эксплуатацией диэлектриков как материалов, используемых в нанотехнологиях и микросистемной технике; овладение основными измерительными методиками по изучению характеристик диэлектрических материалов; формирование навыков практической работы по исследованию свойств диэлектрических материалов.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности (ОПК-1.1);
- использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности (ОПК-1.2);
- проводит измерение основных электрических величин, определяет параметры и характеристик электрических и электронных устройств (ОПК-1.4);
- формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций (ОПК-3.2).

Разделы дисциплины:

Введение в физику диэлектрической поляризации. Общее представление о диэлектриках. Физические основы поляризации диэлектриков. Расчёты полей внутри диэлектриков. Электропроводность, электрическая прочность диэлектриков, диэлектрические потери. Активные диэлектрики.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

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

_____ П.А. Ряполов
(подпись, инициалы, фамилия)

«31» 08 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика диэлектриков
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы»
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы», 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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы» на заседании кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики № 1 «31» 08 20 19 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

Разработчик программы

к.ф.-м.н., доцент _____ Кузько А.Е.

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

Согласовано: на заседании кафедры заседании кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики № « » 20 г.

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

(название кафедры, дата, номер протокола, подпись заведующего кафедрой; согласование производится с кафедрами, чьи дисциплины основываются на данной дисциплине, а также при необходимости руководителями других структурных подразделений)

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета протокол №7 «25» 02 2020 г., на заседании кафедры НТО и ПФ 31.08.2020 №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 плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета протокол №9 «25» 06 2021 г., на заседании кафедры НМОиПФ 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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета протокол №7 «28» 02 2022 г., на заседании кафедры НМОиПФ №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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «27» 02 2023 г.
на заседании кафедры НМОиПР, протокол №1 от 31.08.2023 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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «27» 03 2024 г.
на заседании кафедры НМОиПР, №1 от 31.08.2024 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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «31» 03 2025 г.
на заседании кафедры НМОиПР, №1 от 30.08.2025 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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 8 «24» 02 2026 г.
на заседании кафедры НМОиПР №1 от 31.08.2026
(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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № __ «__» _____ 20___ г.
на заседании кафедры _____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

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 учащихся целостного, в рамках существующих естественнонаучных положений и современного развития физики диэлектриков, представления об основных физических характеристиках диэлектрических материалов, процессах, происходящих в диэлектриках под действием физических полей и областях применения таких материалов.

1.2 Задачи дисциплины

– освоение физических основ поляризации диэлектрических веществ и взаимодействия диэлектриков с электромагнитным полем, позволяющих выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ознакомление студентов с основными типами диэлектриков и их физическими свойствами;

– формирование умения применять полученные знания в профессиональной деятельности, использовать базовое контрольно-измерительное оборудование для метрологического обеспечения исследований и промышленного производства, связанными с выбором и эксплуатацией диэлектриков как материалов, используемых в нанотехнологиях и микросистемной технике.

– овладение основными измерительными методиками по изучению характеристик диэлектрических материалов, навыками наладки, испытания, проверки работоспособности измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения задач в области использования диэлектрических материалов в нанотехнологии и микросистемной техники;

– формирование навыков практической работы по исследованию свойств диэлектрических материалов.

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

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
ОПК-1	ОПК-1 Способен решать задачи професси-	ОПК-1.1 Владеет математическим аппара-	***Знать:*** -теоретические сведения по ха-

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
	ональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	том для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности	рактеристикам диэлектрических материалов, используемых в профессиональной сфере ***Уметь:*** -применять физико-математический аппарат по физике диэлектриков в решении профессиональных задач ***Владеть (****или* ***Иметь опыт деятельности):*** -навыками систематического применения знаний по физике диэлектриков при проведении научных исследований и решении задач профессиональной сферы
		ОПК-1.2 Использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности	***Знать:*** - условия реализации и границы применения этих методов; тенденции развития методов характеризации материалов и структур нано и микросистем для разработки методик проведения исследований и измерений параметров, и характеристик изделий ***Уметь:*** - выбирать оптимальные методы исследования и диагностики необходимых свойств параметров и характеристик изделий из нано- и микросистем; ***Владеть (****или* ***Иметь опыт деятельности):*** - навыками применения современных методов исследования структур, материалов и компонентов нано и микросистем, интерпретации экспериментальных данных.
		ОПК-1.4 Проводит измерение основных электрических величин, определяет параметры и характеристик электрических и элек-	***Знать:*** - принципы действия технических средств измерений, основы теории погрешности измерений - правила выбора методов и средств измерений правила об-

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
		тронных устройств	работки результатов измерений и оценивания погрешностей ***Уметь:*** - правильно выбирать и применять средства измерений - организовывать измерительный эксперимент - обрабатывать и представлять результаты измерений в соответствии с принципами метрологии ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** - навыками выбора современных методов контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники - интерпретации данных измерительного эксперимента - навыками самостоятельного использования законодательной и прикладной метрологии
ОПК-3	ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.2 Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций	***Знать:*** - установленные стандарты оформления отчетов, статей, рефератов и пр. - физическую терминологию и физические законы - правила оформления протоколов результатов измерений характеристик сегнетоэлектриков и ферромагнетиков - основные методы аппроксимации результатов изменений представленных в виде пар значений «воздействие - отклик» - возможности прикладного применения законов электрических и магнитных явлений; ***Уметь:*** - использовать типовые программные продукты для оформления результатов измерения характеристик композиционных материалов;

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
			- использовать типовые программные продукты для создания презентаций и корректного представления данных; - пользоваться словарями профессиональных терминов в области записывающих головок и считывающих ГМС сенсоров, нанотехнологии и микросистемной техники; ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** - навыками написания и оформления рефератов; - навыками использования и цитирования научной литературы и публикаций при написании рефератов. - навыками работы с учебными пособиями и научными статьями в области применения магнитоэлектрического эффекта

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Физика диэлектриков» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата (специалитета, магистратуры) 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы». Дисциплина изучается на 1 курсе в 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 4 зачетных единицы (з.е.), 144 академических часа.

Таблица 3 – Объём дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	37,15
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	79,85
Контроль (подготовка к экзамену)	27
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,25
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрен
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	2

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	Введение в физику диэлектрической поляризации	Рационализованная запись закона Кулона в векторном виде. Расчёт напряжённостей и потенциалов системы зарядов. Энергия заряда в электрическом поле и энергия системы зарядов. Электрический диполь. Расчёт потенциала и напряжённости электрического поля диполя. Момент сил, действующих на электрический диполь во внешнем электрическом поле. Энергия диполя в электрическом поле. Поведение диполя во внешнем неоднородном электрическом поле. Поле системы зарядов на больших расстояниях. Понятие дипольного электрического момента системы зарядов. Мультиполя.
2.	Общее представление о диэлектриках	Понятие о диэлектриках. Виды и строение диэлектриков. Диэлектрики согласно зонной теории. Дипольный момент молекулы. Диполь-дипольное взаимодействие. Энергия молекулы во внешнем электрическом поле. Полярные и неполярные молекулы. Поляризуемость молекулы. Упругий и жёсткий диполи. Диэлектрики, диэлектрические и электроизоляционные материалы, электрические, механические, термические, физико-механические и физико-химические свойства в связи с химическим составом и строением материала.

3	Физические основы поляризации диэлектриков	Диэлектрическая поляризация и её виды. Поляризованность диэлектрика в случае изотропных и анизотропных диэлектриков. Макроскопический и микроскопический подходы к изучению диэлектрической поляризации. Механизмы поляризации диэлектриков. Электронная, ионная, дипольная (ориентационная) поляризация. Ориентационная и деформационная энергии молекулы в электрическом поле. Диэлектрическая восприимчивость, тензор диэлектрической восприимчивости. Поляризация неполярных диэлектриков. Поляризация полярных диэлектриков. Ориентационная поляризация молекул по Дебаю и связь с температурой. Электронная, атомная, ориентационная суммарная поляризуемость. Поляризация ионных кристаллов.
4	Расчёты полей внутри диэлектриков	Микроскопическое и макроскопическое поле внутри диэлектрика. Объёмные и поверхностные заряды. Связь поверхностной плотности связанного заряда с поляризованностью. Связь объёмной плотности связанных зарядов с градиентом поляризованности. Понятие вектора электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость среды. Теорема Гаусса для вектора электрической индукции. Уравнение Клаузиуса-Моссотти. Примеры расчёта электрических полей внутри диэлектрических слоёв. Условия на границе двух диэлектриков. Силы действующие на заряд в диэлектрике.
5	Электропроводность, электрическая прочность диэлектриков, диэлектрические потери.	Основные механизмы электропроводности диэлектриков. Механизмы генерации зарядов. Контактные явления на границе металл-диэлектрик. Электрическая прочность. Первая и вторая стадии пробоя в зависимости от агрегатного состояния диэлектрика. Время развития необратимых процессов. Понятие электродеградации диэлектриков. Тангенс угла диэлектрических потерь. Классификация механизмов потерь.
6	Активные диэлектрики	Понятия пьезоэлектрического эффекта и электрострикции. Пьезоэлектрические материалы. Пьезопреобразователи энергии и электрических сигналов. Электреты и их типы. Сегнетоэлектрики: основные свойства и применение. Классификация диэлектрических оптических сред.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее 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
1	Введение в физику диэлектрической поляризации	2	1	1	У-1,2 МУ-1,2,3	С2 ЗР3	ОПК-1 ОПК-3
2	Общее представление о диэлектриках	2	2	2	У-1,3,4,5 МУ-1,2,3	ЗР5	ОПК-1 ОПК-3
3	Физические основы поляризации диэлектриков	4	3	3	У-1,3 МУ-1,2,3	ЗР7 С7	ОПК-1 ОПК-3

4	Расчёты полей внутри диэлектриков	4	4	4	У-1,3,4 МУ-1,2,3	ЗР9	ОПК-1 ОПК-3
5	Электропроводность, электрическая прочность диэлектриков, диэлектрические потери.	4	5	5	У-1,3,4 МУ-1,2,3	ЗР11 К11	ОПК-1 ОПК-3
6	Активные диэлектрики	2	6	6	У-2,4,5 МУ-1,2,3	ЗР13 Т	ОПК-1 ОПК-3

С - собеседование, ЗР - защита лаб. работы, К - коллоквиум, Т - тест

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№ зан.	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1	Определение диэлектрической проницаемости диэлектриков	2
2	Изучение механизмов упругой поляризации в твердых диэлектриках	2
3	Определение постоянной Верде в оптически активном диэлектрике	4
4	Исследование поляризации сегнетоэлектриков	4
5	Проверка закона Вальдена	4
6	Методы исследования диэлектрических материалов на РЭМ	2
Итого		18

4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.3 – Практические занятия

№ зан.	Наименование и краткое содержание занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Электрический диполь. Свойства диэлектриков	4
2	Физический диктант: Дипольный момент. Энергия диполя	2
3	Электрическая емкость. Конденсаторы	4
4	Энергия заряженного проводника. Энергия электрического поля	4
5	Коллоквиум "Свойства диэлектриков"	2
6	Тест по физике диэлектриков	2
Итого		18

4.3 Самостоятельной работы студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение

			СРС, час.
1	2	3	4
1	Введение в физику диэлектрической поляризации	3 неделя	6
2	Общее представление о диэлектриках	6 неделя	8
3	Физические основы поляризации диэлектриков	9 неделя	10
4	Расчёты полей внутри диэлектриков	12 неделя	10
5	Электропроводность, электрическая прочность диэлектриков, диэлектрические потери.	15 неделя	10
6	Активные диэлектрики	18 неделя	10
Итого:			54

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 литературы, современных программных средств.
- путем разработки:

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

– заданий для самостоятельной работы;

– тем рефератов и докладов;

– тем курсовых работ и проектов и методические рекомендации по их выполнению;

– вопросов к экзаменам и зачетам;

–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. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

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 (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	Лекция " Физические основы поляризации диэлектриков "	Разбор конкретных ситуаций	4
2	Лекция "Расчёты полей внутри диэлектриков "	Разбор конкретных ситуаций	4
Итого:			8

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общей и профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства), высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства, а также примеры творческого мышления;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

<table>
<tr><td rowspan="2">Код и наименование компетенции</td><td colspan="3">Этапы* формирования компетенций
и дисциплины (модули)и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция</td></tr>
<tr><td>начальный</td><td>основной</td><td>завершающий</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования</td><td colspan="2">Высшая математика</td><td rowspan="2">Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем</td></tr>
<tr><td>Физика
Химия
Прикладная механика
Физика диэлектриков</td><td>Кристаллография
Квантовая механика и статистическая физика
Физика конденсированного состояния
Учебная ознакомительная практика</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</td><td colspan="2">Высшая математика</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Физика
Химия
Электротехника
Метрология, стандартизация и сертификация
Физика диэлектриков</td><td colspan="2">Физика конденсированного состояния</td></tr>
<tr><td>Квантовая механика и статистическая физика
Учебная ознакомительная практика</td><td></td></tr>
</table>

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

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап *(указывается назва-ние 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
ОПК-1/ начальный	ОПК-1.1 Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности	Знать: общие, но не структурированные теоретические основы о физике диэлектриков Уметь: использовать общие, но не структурированные теоретические сведения по физике диэлектриков в решении профессиональных задач Владеть: навыками в целом успешного, но не систематического применения теоретических сведений по физике диэлектриков при проведении научных исследований	Знать: сформированные, но содержащие отдельные пробелы, теоретические сведения о физике диэлектриков Уметь: использовать сформированные, но содержащие отдельные пробелы, теоретические сведения по физике диэлектриков в решении профессиональных задач Владеть: навыками в целом успешного, но содержащего отдельные недочеты применения физико-математического аппарата для решения естественнонаучных проблем при проведении научных исследований	Знать: -теоретические сведения по характеристикам диэлектрических материалов, используемых в профессиональной сфере Уметь: -применять физико-математический аппарат по физике диэлектриков в решении профессиональных задач Владеть (или Иметь опыт деятельности): -навыками систематического применения знаний по физике диэлектриков при проведении научных исследований и решении задач профессиональной сферы
	ОПК-1.2 Использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности	Знать: - принципы действия технических средств измерений, основы теории погрешности измерений Уметь: - правильно выбирать и применять средства измерений Владеть:	Знать: - принципы действия технических средств измерений, основы теории погрешности измерений - правила выбора методов и средств измерений Уметь: - правильно выбирать и применять средства измерений	Знать: - условия реализации и границы применения этих методов; тенденции развития методов характеризации материалов и структур нано и микросистем для разработки методик проведения исследований и измерений параметров, и характеристик изделий Уметь:

		- навыками выбора современных методов контроля качества изделий нанотехнологии и микросистемной техники	- организовывать измерительный эксперимент Владеть: - навыками выбора современных методов контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники - интерпретации данных измерительного эксперимента	- выбирать оптимальные методы исследования и диагностики необходимых свойств параметров и характеристик изделий из нано- и микросистем; Владеть (или Иметь опыт деятельности): - навыками применения современных методов исследования структур, материалов и компонентов нано и микросистем, интерпретации экспериментальных данных.
	ОПК-1.4 Проводит измерение основных электрических величин, определяет параметры и характеристик электрических и электронных устройств	Знать: - какими современными измерительными приборами можно изучать заданные физические свойства материала нанотехнологии и микросистемной техники Уметь: - выбирать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий Владеть: - навыком выбора современных измерительных методик в определении заданных физических свойств материалов	Знать: - физические принципы основных экспериментальных высоколокальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем Уметь: - использовать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий Владеть: - навыком использования современных измерительных приборов в определении заданных физических свойств материалов	Знать: - принципы действия технических средств измерений, основы теории погрешности измерений - правила выбора методов и средств измерений правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей Уметь: - правильно выбирать и применять средства измерений - организовывать измерительный эксперимент - обрабатывать и представлять результаты измерений в соответствии с принципами метрологии Владеть (или Иметь опыт деятельности): - навыками выбора современных методов контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники - интерпретации данных измерительного эксперимента - навыками самостоятельного использования законодательной и прикладной метрологии
ОПК-3/ началь-	ОПК-3.2 Формирует	Знать: - Установленные	Знать: - Научную термино-	Знать: - установленные стандар-

ный	демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций	стандарты оформления отчетов, рефератов, курсовых работ Уметь: -оформлять работы в соответствии с ГОСТ - Работать с поисковыми площадками Владеть: - текстовыми редакторами - программами для работы с презентациями	логию -Основные законы физики Уметь: - Обрабатывать информацию, полученную из разных источников. - Оформлять отчет в логической последовательности, делая акцент на полученные данные или на известные физические законы. Владеть: -грамотной письменной и устной речью -текстовыми редакторами и программами для работ с презентациями.	ты оформления отчетов, статей, рефератов и пр. - физическую терминологию и физические законы - правила оформления протоколов результатов измерений характеристик сегнетоэлектриков и ферромагнетиков - основные методы аппроксимации результатов изменений представленных в виде пар значений «воздействие - отклик» - возможности прикладного применения законов электрических и магнитных явлений; Уметь: - использовать типовые программные продукты для оформления результатов измерения характеристик композиционных материалов; - использовать типовые программные продукты для создания презентаций и корректного представления данных; - пользоваться словарями профессиональных терминов в области записывающих головок и считывающих ГМС сенсоров, нанотехнологии и микросистемной техники; Владеть (или Иметь опыт деятельности): - навыками написания и оформления рефератов; - навыками использования и цитирования научной литературы и публикаций при написании рефератов. - навыками работы с учебными пособиями и научными статьями в области применения магнитоэлектрического эффекта

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения 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.	Введение в физику диэлектрической поляризации	ОПК-1.1 ОПК-3.2	Лекция, практическое занятие, СРС, лабораторные работы	Собеседование	1-10	согласно табл 7.2
				(ЗР) Контрольные вопросы к лаб.№1	1-9	
2.	Общее представление о диэлектриках	ОПК-1.1 ОПК-3.2	Лекция, практическое занятие, СРС, лабораторная работа	Контрольный опрос	1-19	согласно табл 7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№2	1-9	
3.	Физические основы поляризации диэлектриков	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-3.2	Лекция, практическое занятие, СРС, лабораторная работа	Собеседование	1-6	согласно табл 7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№3	1-2	
4.	Расчёты полей внутри диэлектриков	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-3.2	Лекция, практическое занятие, СРС, лабораторные работы	Собеседование	7-12	согласно табл 7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№4	3-9 1-10	
5.	Электропроводность, электрическая прочность диэлектриков, диэлектрические потери.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-3.2	Лекция, практическое занятие, СРС, лабораторные работы	Тест 1	1-27	согласно табл 7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№5	1-7 1-3	
				Коллоквиум	1-24	
6.	Активные диэлектрики	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-3.2	Лекция, практическое занятие, СРС, лабораторные работы	Контрольный опрос	13-22	согласно табл 7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№6	4-10 1-7	

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

1. Тест

1. Какой вид химической связи самый прочный?
А) ковалентная;
В) молекулярная;
С) ионная;
Д) металлическая.

2. За счет чего, в первую очередь, у полярной молекулы появился электрический момент?
А) за счет сдвига центра масс;
В) за счет образования химической связи между атомами;
С) за счет вращения электронов;
Д) за счет разнесения центров положительного и отрицательного зарядов;

3. У каких веществ самая широкая «запрещенная зона»?
А) диэлектрики;
В) полупроводники;
С) проводники;
Д) ферромагнетики;

4. Какая величина характеризует процесс поляризации?
А) электрическая прочность;
В) электрическое сопротивление;
С) диэлектрическая проницаемость;
Д) магнитная проницаемость;

5. Что показывает относительная диэлектрическая проницаемость?
А) на сколько диэлектрик увеличивает заряд конденсатора по сравнению с вакуумом;
В) прозрачность материала;
С) механическую вязкость по сравнению с вакуумом;
Д) электрическую прочность по сравнению с вакуумом;

6. Что такое поляризация?
А) это перемещение зарядов под действием магнитного поля;
В) это упругое смещение связанных зарядов под действием электрического поля;
С) это направленное движение единичных зарядов в электрическом поле;
Д) это вращение электронов вокруг своей оси в гравитационном поле;

7. Какой вид поляризации присущ всем диэлектрикам?

A) ионно-релаксационная;
B) электронно-релаксационная;
C) электронная;
Д) дипольная;

8) 8. Чем отличается электронная и электронно-релаксационная поляризации?
A) первая характерна для диэлектриков,
B) вторая – для полупроводников;
C) первая происходит с выделением света, вторая – нет;
Д) первая происходит практически мгновенно, вторая – с задержкой;
E) ни чем не отличаются.

2. КИМ

1. Выражение для потенциала на оси диполя: 1) E; 2) A; 3) B; 4) C; 5) D.

A) $\varphi = \frac{1}{4\pi}\frac{(\pm Q)}{\varepsilon r^3}$ B) $\varphi = \pm\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p}{r^3}$ C) $\varphi = \pm\frac{1}{4}\frac{p}{r^2}$ D) $\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p}{r}$ E) $\varphi = \pm\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p}{r^2}$

2. Укажите выражение для модуля вектора напряжённости электрического поля диполя, помещённого в диэлектрической среде: 1) A; 2) B; 3) C; 4) D; 5) E.

A) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^3}\sqrt{1+3\cos^2(\alpha)}$

B) $E = \frac{1}{4\pi r}\sqrt{1+3\cos^2(\alpha)}$

C) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^3}(1+3\cos^2(\alpha))$

D) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r}\sqrt{1+3\sin^2(\alpha)}$

E) $E = \frac{1}{4\pi}\frac{Q_1Q_2}{\varepsilon r}$

3. Укажите выражение вектора напряжённости электрического поля диполя, помещённого в диэлектрической среде: 1) B; 2) A; 3) C; 4) D; 5) E.

A) $\vec{E} = \frac{p}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon}\left(\frac{3\vec{p}}{r^4} - \frac{\vec{p}}{r^3}\right)$

B) $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon}\left(\frac{3(\vec{p}\vec{r})}{r^4}\frac{\vec{r}}{r} - \frac{\vec{p}}{r^3}\right)$

C) $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon}\left(\frac{\vec{p}}{r^3}\right)$

D) $\vec{E} = \frac{1}{4\pi}\left(\frac{3(\vec{p}\vec{r})}{r^4} - \frac{\vec{p}}{r^3}\right)$

E) $\vec{E} = \frac{\vec{p}}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{3\vec{r}}{r^4} - \frac{\vec{p}}{r^3}\right)$

4. При помещении электрического диполя в электрическое поле в произвольной ориентации на диполь действуют со стороны электрического поля момент пары сил, направление и модуль которого определяется выражением: 1) B; 2) A; 3) C; 4) D; 5) E.

A) $M=pE^2$ B) $\vec{M} = [\vec{p}\vec{E}]$ C) $\vec{M} = [\vec{E}\vec{p}]$ D) $\vec{M} = \vec{p}\vec{E}$ E) $M = pE\cos\alpha$

5. При помещении электрического диполя в электрическое поле он приобретает потенциальную энергию, зависящую от ориентации диполя и поля, которая определяется соотношением: 1) E; 2) A; 3) B; 4) C; 5) D.

A) $\mathbf{W} = -\vec{\mathbf{r}}\vec{\mathbf{E}}$ B) $\mathbf{W} = -\mathbf{Q}\vec{\mathbf{E}}$ C) $\mathbf{W} = [\vec{\mathbf{E}}\vec{\mathbf{p}}]$ D) $\mathbf{W} = \vec{\mathbf{p}}\vec{\mathbf{E}}$ E) $\mathbf{W} = -\vec{\mathbf{p}}\vec{\mathbf{E}}$

6. Электрический диполь во внешнем однородном электрическом поле обладает наибольшей потенциальной энергией, когда: 1) направление его дипольного момента противоположно направлению напряжённости электрического поля; 2) направление его дипольного момента совпадает по направлению с напряжённостью электрического поля; 3) направление его дипольного момента перепендикулярно направлению напряжённости электрического поля; 4) направление его дипольного момента лежит на эквипотенциальной поверхности электрического поля; 5) направление его дипольного момента совпадает с направлением убыли потенциала электрического поля.

7. Электрический диполь во внешнем однородном электрическом поле обладает наибольшей потенциальной энергией, когда: 1) направление его дипольного момента совпадает по направлению с напряжённостью электрического поля; 2) направление его дипольного момента противоположно направлению напряжённости электрического поля; 3) направление его дипольного момента перепендикулярно направлению напряжённости электрического поля; 4) направление его дипольного момента лежит на эквипотенциальной поверхности электрического поля; 5) направление его дипольного момента совпадает с направлением роста потенциала электрического поля.

8. При помещении электрического диполя в неоднородное электрическое поле он: 1) повернётся так, что будет втягивается в область, где напряжённость электрического поля больше; 2) выталкивается из области более сильного электрического поля; 3) начинает вращаться с постоянной угловой скоростью; 4) поворачивается перпендикулярно направлению на область более сильного электрического поля; 5) заряды диполя начинают колебаться вдоль оси диполя.

9. Если взять систему из N зарядов, то дипольный электрический момент системы определяется как: 1) C; 2) A; 3) B; 4) D; 5) E.

A) $\vec{\mathbf{p}} = \sum_{i=1}^{N} q_i \varphi_i$ B) $\vec{\mathbf{p}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^{N} q_i \vec{r}_i$ C) $\vec{\mathbf{p}} = \sum_{i=1}^{N} q_i \vec{r}_i$ D) $\vec{\mathbf{p}} = \sum_{i=1}^{N} q_i \vec{\mathbf{E}}$ E) $\vec{\mathbf{p}} = \vec{\mathbf{E}} \sum_{i=1}^{N} q_i$

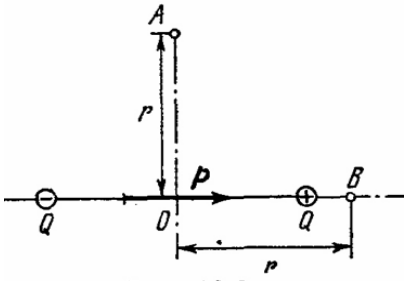
10. Расположите системы зарядов в порядке убывания потенциала их электрического поля: 1) монополь, диполь, квадруполь, октуполь; 2) диполь, монополь, октуполь, квадруполь; 3) октуполь, квадруполь, диполь, монополь; 4) квадруполь, октуполь, монополь, диполь; 5) монополь, октуполь, диполь, квадруполь.

11. Вычислить электрический момент p диполя, если его заряд Q= 10 нКл, плечо L=0,5 см: 1) 50 нКлм; 2) 50 мКлм; 3) 10 нКлм; 4) 10 мКлм; 5) 20 пКлм.

12. Расстояние l между зарядами Q= 3,2 нКл диполя равно 12 см. Найти напряженность E и потенциал φ поля созданного диполем в точке, удаленной на r = 8 см как от первого, так и от второго заряда:

1) 6,75 кВ/м, 0 В; 2) 5 кВ/м, 10 В; 3) 20 кВ/м, 15 мВ; 4) 20 кВ/м, 0 В; 5) 20 В/м, 15 В.

13. Диполь с электрическим моментом p=0,12 нКл•м образован двумя точечными зарядами Q= 1 нКл. Найти напряженность E и потенциал φ электрического поля в точках A и B, находящихся на расстоянии r = 8 см от центра диполя: 1) E_A = 1,08 кВ/м; φ_0 = 0 В; E_B = 22 кВ/м; φ_B = 386 В; 2) E_A = 5,6 кВ/м; φ_0 = 10 В; E_B = 32 кВ/м; φB = 500 В; 3) E_A = 15,8 кВ/м; φ_0 = 0 В; E_B =72 кВ/м; φ_B = 156 В; 4) E_A = 30кВ/м; φ_0 = 0 В; E_B = 32 кВ/м; φ_B = 500 В; 5) E_A = 76 кВ/м; φ_0 = 20 В; E_B = 32 кВ/м; φ_B = 500 В.



14. Связь поверхностных связанных зарядов диэлектрика с напряженностью внешнего электрического поля и поляризованностью задаётся выражением: 1) A; 2) B; 3) C; 4) D; 5) E.

A) $\sigma' = æ\varepsilon_0 E_n$ B) $\sigma' = æ E_n$ C) $\sigma' = E_n/(æ\varepsilon_0)$ D) $\sigma' = 4\pi\varepsilon_0 E_n$ E) $\sigma' = E_n$

15. Для границы двух диэлектриков сохраняется равенство: 1) B; 2) A; 3) C; 4) D; 5) E.

A) $E_{1n} = E_{2n}$ B) $E_{1\tau} = E_{2\tau}$ C) $D_{1\tau} = D_{2\tau}$ D) $P_{1\tau} = P_{2\tau}$ E) $\vec{E}_1 = \vec{E}_2$

16. *Кейс-задача:* Оцените величину температурного дрейфа пьезокерамики сканера АСМ длиной 0,8 см при увеличении его температуры в процессе сканирования, за счёт диссипации энергии при деформации, на 1,5 К. Считать, что сканер изготовлен из пьезокерамики ЦТС–19 с температурным коэффициентом линейного расширения $2 \cdot 10^{-6}$ $К^{-1}$.

Задание открытого типа:

В каких условиях применение ёмкостных датчиков определения реального положения кантилевера оправдано?

Задание на выбор:

Плечом диполя называют:

1) вектор направленный от отрицательного заряда диполя к положительному, модуль которого равен расстоянию между зарядами диполя; 2) расстояние между зарядами системы; 3) вектор направленный от отрицательного заряда диполя к положительному, модуль которого равен расстоянию между зарядами диполя; 4) векторную величину, соединяющую начало координат и точку в которой определяются характеристики поля; 5) векторную величину, направленную от центра диполя к рассматриваемой точке поля.

Кейс-задача:

При исследовании на РЭМ металлического образца полированного в эпоксидной смоле, как наполнителе, изображение области на поверхности образца начинает плыть. Найдите ответ - почему? Как решить проблему и получить чёткое изображение образца в эпоксидной смоле.

3. Собеседование

1. Рационализованное представление напряжённости и потенциала электрического поля. Принцип суперпозиции.
2. Работа электрического поля и её связь с потенциалом.
3. Энергия взаимодействия системы зарядов.
4. Связь напряжённости электрического поля с потенциалом. Понятие градиента. Градиент потенциала электрического поля по направлению.
5. Понятие электрического диполя. Расчёт потенциала и напряжённости электрического поля диполя в полярной системе координат. Общее выражение для напряжённости электрического поля в векторном виде.
6. Расчёт механического момента и потенциальной энергии диполя в однородном электрическом поле.
7. Расчёт сил действующих на диполь в неоднородном симметричном электрическом поле.
8. Расчёт электрического поля для системы зарядов. Монополь, квадруполь, октуполь и мультиполя n-го порядка.
9. Понятие диэлектриков. Полярные и неполярные диэлектрики. Дипольный электрический момент молекулы. Независимость дипольного момента молекулы от выбора от выбора системы координат.
10. Расчет потенциальной энергии молекулы во внешнем электрическом поле.
11. Поляризуемость молекулы. Упругий и жесткий диполь. Дипольный момент единицы объема диэлектрика.
12. Поляризованность в изотропных и анизотропных диэлектриках. Диэлектрическая востприимчивость. Тензор диэлектрической восприимчивости.
13. Электрическое поле внутри диэлектрика. Микроскопическое и макроскопическое поле. Деление на сторонние и связанные заряды.
14. Связь поверхностных связанных зарядов диэлектрика с напряженностью внешнего электрического поля и поляризованностью.
15. Вывод выражения для связанных объемных зарядов с использованием теоремы Остроградского-Гаусса. Истоки и стоки поля вектора поляризованности.
16. Вывод выражения связывающего объемную плотность заряда с градиентом диэлектрической восприимчивости и плотностью сторонних зарядов.
17. Введение понятия вектора электрического смещения (электрической индукции). Относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика.
18. Теорема Гаусса в дифференциальной и интегральной форме для вектора электрической индукции.
19. Физический смысл вектора электрической индукции и диэлектрической проницаемости на примере поля внутри плоской диэлектрической пластины.

20. Расчет электрического поля внутри диэлектрика в виде шарового слоя.

21. Применение теоремы Стокса и теоремы Гаусса для получения условий изменения вектора напряженности и индукции электрического поля на границе двух диэлектриков.

22. Ориентационный дипольный момент молекулы. Вывод ориентационной энергии молекулы с собственным дипольным моментом во внешнем электрическом поле.

23. Вывод деформационной энергии молекулы в электрическом поле. Деформационная атомная и электронная поляризуемость. Полная энергия молекулы в электрическом поле.

24. Вывод (по Дебаю) связи ориентационной поляризуемости молекулы с температурой. Соотношение поляризуемостей (ориентационной, атомной и электронной) и соответствующих дипольных моментом (с собственным дипольным моментом молекулы).

4. Контрольные вопросы для лаб. раб.

1. Понятие электрического диполя. Расчёт потенциала и напряжённости электрического поля диполя в полярной системе координат.
2. Общее выражение для напряжённости электрического поля в векторном виде.
3. Объясните особенности электронной упругой поляризации.
4. Особенности ионной поляризации.
5. Расчёт механического момента и потенциальной энергии диполя в однородном электрическом поле.
6. Расчёт сил действующих на диполь в неоднородном симметричном электрическом поле.
7. Расчёт электрического поля для системы зарядов. Монополь, квадруполь, октуполь и мультиполя n-го порядка.
8. Ориентационная поляризуемость в газах, жидкостях и твёрдых телах.
9. Объясните различия между статической диэлектрической проницаемостью и диэлектрической проницаемостью при высоких частотах.
10. Расскажите методику определения диэлектрической проницаемости по измерению ёмкости мостовым методом ёмкости.

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 экзамена. Экзамен 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.

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 «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
1	2	3	4	5
Лабораторная работа № 1	1	Задания выполнены, подготовлены отчеты, но «не защитил»	3	Выполнил и «защитил». Ответил на три контрольных вопроса к лаб. работе
Лабораторная работа № 2	1	Задания выполнены, подготовлены отчеты, но «не защитил»	3	Выполнил и «защитил». Ответил на три контрольных вопроса к лаб. работе
Лабораторная работа № 3	1	Задания выполнены, подготовлены отчеты, но «не защитил»	3	Выполнил и «защитил». Ответил на три контрольных вопроса к лаб. работе
Лабораторная работа № 4	1	Выполнил, но «не защитил»	3	Выполнил и «защитил». Ответил на три контрольных вопроса к лаб. работе
Лабораторная работа № 5	1	Задания выполнены, подготовлены отчеты, но «не защитил»	3	Выполнил и «защитил». Ответил на три контрольных вопроса к лаб. работе
Лабораторная работа № 6	1	Задания выполнены, подготовлены отчеты, но «не защитил»	3	Выполнил и «защитил». Ответил на три контрольных вопроса к лаб. работе
Практическое занятие № 1	1	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	3	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие № 2	1	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	3	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие № 3	1	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	3	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие № 4	1	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	3	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие № 5	1	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	3	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие № 6	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Тест 1	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
СРС	6		10	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	

Экзамен	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 –2 балла,
– 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. Поплавко, Ю. М. Физика активных диэлектриков [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. М. Поплавко, Л. П. Переверзева, И. П. Раевский ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет" ; 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

2. Филяк, М. М. Основные физические процессы в проводниках, полупроводниках и диэлектриках [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. М. Филяк ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Оренбург : ОГУ, 2015. - 134 с. - Режим доступа : http: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438992

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Коробейников, С. М. Электрофизические процессы в газообразных, жидких и твердых диэлектриках. Процессы в жидкостях [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. М. Коробейников. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 116 с. - Режим доступа : http: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228970

4. Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко ; науч. ред. Л. А. Алешина. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2012. - 560 с. - Режим доступа : http: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466

8.3 Перечень методических указаний

МУ-1 Физика диэлектриков [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / сост.: А. В. Кузько, А. Е. Кузько; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск: ЮЗГУ, 2017. – 63 с.

МУ-2 Физика диэлектриков [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / сост.: А. В. Кузько, А. Е. Кузько; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск: ЮЗГУ, 2017. – 31 с.

МУ-3 Физика диэлектриков [Электронный ресурс]: методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»/ сост.: А. В. Кузько, А. Е. Кузько; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск: ЮЗГУ, 2017. – 23 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

Нанотехнологии: наука и производство.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. http://biblioclub.ru - электронно-библиотечная система;
2. www.informika.ru - федеральный портал «Российское образование»;
3. http://thesaurus.rusnano.com - междисциплинарное обучение в сфере нанотехнологий;
4. http://elibrary.ru/defaultx.asp - научная электронная библиотека «Elibrary»;
5. www.diss.rsl.ru - электронная библиотека диссертаций;
6. http://www1.fips.ru - патентно-информационные продукты ФИПС;
7. https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri - сайт для поиска публикаций в scopus.

Наглядные пособия:

1. Образцы диэлектриков и конденсаторов.

2. Измерительные ячейки.
3. Образцы для лабораторных работ (держатели для РЭМ и т.д.).

Плакаты:

1. Сканирующие элементы зондовых микроскопов
2. Пьезосканеры и недостатки
3. Туннельный ток зонд-поверхность
4. Система обратной связи
5. Электросиловая микроскопия (ЭСМ)

6. Advanced X-Ray Solutions (Энергия активации атомов периодической системы и энергия их характеристических переходов).
7. Зависимость толщины напыления от тока и времени для JEOL JFC-1600.
8. Устройство энергодисперсионного спектрометра
9. Энергодисперсионный анализ характеристического рентгеновского излучения

Видеодемонстрации:

1. https://www.youtube.com/watch?v=CgneN69Tntc
2. https://www.youtube.com/watch?v=USGTBUbPH28
3. http://electrofaq.com/ETMbook/DIELECT/DIE_MENU.HTM - электронный учебник по диэлектрикам.

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

1. http://www.nano-edu.ru/ сайт образовательного сегмента национальной нанотехнологической сети
2. http://electrofaq.com/ETMbook/DIELECT/DIE_MENU.HTM - электронный учебник по диэлектрикам.
3. http://thesaurus.rusnano.com - словарь терминов от Роснано
4. http://www.nanometer.ru/ - сайт нанотехнологического сообщества, новости по нанотехнологиям
5. http://www.nanoindustry.su/journal - научно-технический журнал по наноиндустрии
6. https://www.rsl.ru/ru/4readers/ - Российская Государственная Библиотека
7. http://www.viniti.ru/products/viniti-database - Федеральная база отечественных и зарубежных публикаций по естественным, точным и техническим наукам, официальный сайт Всероссийского института научной и технической информации РАН

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Физика диэлектриков» являются лекции, лабораторные и практические 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 практического занятия студент должен внимательно слушать, задавать вопросы, комментировать другие выступления и конспектировать материал. Практические занятия обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: приобретение опыта работы с современным

электронно-оптическим оборудованием и проведением его текущего обслуживания и контроля работы, формирование навыков постановки задач исследований, обработки и анализа результатов исследований, аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыка работы в коллективе.

Лабораторно-практическим занятиям предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного для самостоятельной работы, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе и электронных ресурсах, рекомендованных преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, устным выступлениям, защитам лабораторных работ, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Электронная микроскопия»: конспектирование учебной литературы, учебно-методических пособий составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: объяснение сложного материала, привлечение студентов к творческому процессу на лабораторно-практических занятиях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных занятий, 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 закрепление освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима 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 готовить конспект к выполнению лабораторно-практических работ, знакомиться с соответствующими разделами учебника и учебно-методических разработок, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины, изучать инструкции используемого оборудования, правила работы с ним и обслуживания оборудования. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Физика диэлектриков» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Физика диэлектриков» - закрепить теоретические и практические знания, получен-

ные в процессе лекций и лабораторно-практических 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)

1. DreamSpark Premium Elektronic Software Delively (3 years)
2. Libreoffice
3. Антивирус Касперского Kaspersky Endpoint Security

Прикладные программы для управления электронно-оптическим оборудованием и обработки результатов исследований (поставляется вместе с оборудованием и обновляется поставщиками оборудования):

1. SEM Control User Interface v. 3.11
2. Aztec Version 2.0
3. INCA 5.04
4. Microsoft Windows 7 Профессиональная Версия 6.1.7601 Service Pack 1

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

Учебные аудитории и лаборатории кафедры нанотехнологий и инженерной физики и регионального центра нанотехнологий для проведения лабораторно-практических занятий, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя, доска с маркерами (мелом), проектор, ноутбук, наноаналитическим оборудованием

(http://nano.kursk.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=153&Itemid=34&lang=en):

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Г-815, 819: Проектор BenQ MX522P; Ноутбук Lenovo G5070; Экран настенный 200x200; Экран мобильный Draper Consul 60x60" 152x152; Проектор EIKI EIP-200 DLP. яркость 2000ANSI im. разрешение 800x600, Контрастность 200:1,вес (47228.78);

Лаборатории электронной микроскопии и рентгеновских методов(Г-209, Г-211):

Проектор NEC NP216 (22302); Экран мобильный Draper Consul 60x60" 152x152;

Программно-аппаратный комплекс для исследования морфологии, элементного, фазового состава и молекулярной структуры вещества и материалов (в т.ч: сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM 6610lv с модулем энергодисперсионного анализа Oxford X-Max (S1-XMX1002), оснащенный современным программным комплексом с выходом в Интернет; Установка для нанесения токопроводящих покрытий JEOL JFC-1600; Технологическая установка для нанесения нанослоев методом магнетронного распыления МВУ ТМ Магна (Россия); Наборы образцов и ин-

струментов для монтажа образцов и сервисного обслуживания РЭМ лабораторных работ); Лабораторная установка "Эффект Фарадея"; Комплект лабораторных работ "Минилаболатория "Science-In-Box"; Высоковольтный источник питания HT6000N; Высоковольтный источник питания HT6000P; Комплект измерительных ячеек; Нановольтметр селективный с поверкой Unipan-232B; Измеритель LCR-7821; Измеритель RLS АКИП-6101/1.

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, прочитать 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	заменен-ных	аннулирован-ных	новых			