

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) « 06 » 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика диэлектриков»

По направлению подготовки: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль: Электронные приборы и устройства

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика диэлектриков» по направлению подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (профиль «Электронные приборы и устройства») – 30 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика диэлектриков» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. №927 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации №1456 от 26.11.2020 г., №83 от 08.02.2021 г., №662 от 19.07.2022 г. и №208 от 27.02.2023 г.)

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.ф.-м.н., доцент Василенко Н. А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « ____ » _____ 20 ____ г., протокол № ____.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»

 Ю.В. Бородач

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – изучение особенностей структуры и свойств диэлектриков, основных физических явлений и процессов, происходящих в диэлектриках под действием электрического и магнитного полей, температуры, световых потоков, механических напряжений.

Задачи: ознакомление студентов с теоретическими основами физических процессов в диэлектриках, экспериментальными данными и примерами использования диэлектриков в электронике.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к условиям освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Физика диэлектриков» относится к циклу математических и естественнонаучных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания общей физики и математики, физики конденсированного состояния, квантовой механики, основ измерительной техники.

Содержание дисциплины основано на знаниях дисциплин «Математика», «Физика», «Физика конденсированного состояния», «Квантовая механика и статистическая физика», «Введение в технику измерений», «Основы отраслевых знаний» и служит основой для освоения дисциплин «Приборы и методы СВЧ», «Физические основы сенсорики», «Вакуумная и плазменная электроника», «Квантовая и оптическая электроника».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Знает математическое описание физических процессов, протекающих в материалах, компонентах и приборах электроники. ПК-1.2. Умеет строить физические и математические модели приборов, узлов, блоков. ПК-1.3. Владеет навыками компьютерного моделирования.	Знать: основные физические явления в диэлектриках и их математическое описание, обратный пьезоэффект, механизмы электропроводности диэлектриков, электрическую индукцию и поляризованность диэлектриков, вклады в диэлектрическую проницаемость различных механизмов индуцированной поляризации, математическое описание механизмов поляризации,

		прямого пьезоэффекта, внутреннего поля в диэлектриках, пьезоэлектрической поляризации, пьезоэлектрической поляризации; математическое описание диэлектрических потерь при тепловой и упругой поляризации, диэлектрических потерь неоднородных диэлектриков, электронного пробоя кристаллов, электротеплового пробоя твердых диэлектриков;
		Уметь: строить математические модели описывающие влияние на диэлектрик электрического и магнитного полей, механических напряжений, температуры, механизмы поляризации диэлектриков; составить математическую модель физического процесса и провести моделирование с использованием возможностей математического пакета MATLAB;
		Владеть: навыками построения обобщенной статической и динамической модели упругой поляризации; расчета на ЭВМ тангенса угла диэлектрических потерь, комплексной диэлектрической проницаемости; навыками моделирования поведения пьезоэлектрических и сегнетоэлектрических кристаллов в электрическом поле в среде MATLAB.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	68	12
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	17	6
Лабораторные работы	17	2
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	76	132
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основные физические явления в диэлектриках.

Введение. Общая характеристика свойств диэлектриков. Основные физические явления в диэлектриках. Влияние на диэлектрик электрического поля. Обратный пьезоэффект. Влияние на диэлектрик магнитного поля.

Влияние на диэлектрик механических напряжений. Прямой пьезоэффект. Влияние температуры на диэлектрик. Оптические эффекты в диэлектриках. Отличие диэлектриков от металлов и полупроводников.

Тема 2. Механизмы электропроводности и поляризации. Классификация диэлектриков.

Механизмы электропроводности диэлектриков. Основные параметры, характеризующие поляризацию диэлектриков. Механизмы поляризации диэлектриков. Классификация диэлектриков.

Тема 3. Макроскопическая теория поляризации диэлектриков.

Электрическая индукция и поляризованность диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Анизотропия диэлектрической проницаемости. Диэлектрики в макроскопической электродинамике.

Тема 4. Микромеханизмы индуцированной поляризации.

Взносы в диэлектрическую проницаемость различных механизмов индуцированной поляризации. Особенности механизмов упругой (деформационной) поляризации. Электронная упругая поляризация.

Ионная упругая поляризация. Дипольная упругая поляризация. Обобщенная статическая и динамическая модель упругой поляризации.

Основные особенности и динамические свойства тепловой (прыжковой) поляризации. Дипольная поляризация, обусловленная тепловым движением.

Ионная тепловая поляризация. Электронная поляризация, обусловленная тепловым движением.

Тема 5. Связь макро- и микроскопических свойств диэлектриков (расчет диэлектрической проницаемости).

Постановка задачи расчета диэлектрической проницаемости. Диэлектрическая проницаемость газов. Приближение Лорентца при расчете внутреннего поля в диэлектриках.

Поляризация ионных кристаллов. Кристаллы с высокой диэлектрической проницаемостью. Поляризация полярных (дипольных) диэлектриков.

Тема 6. Особенности поляризации нецентросимметричных диэлектриков.

Классификация механизмов поляризации, которая возникает и существует в отсутствие внешнего поля. Пьезоэлектрическая поляризация. Пироэлектрическая поляризация. Взаимосвязь упругих, тепловых и электрических свойств полярных кристаллов. Фотополяризация диэлектриков. Остаточная поляризация. Спонтанная поляризация и сегнетоэлектричество.

Тема 7 Электропроводность диэлектриков.

Электронная электропроводность. Поляронная (прыжковая) электропроводность. Ионная электропроводность диэлектриков. Молионная электропроводность. Частотная зависимость проводимости.

Тема 8. Теория диэлектрических потерь.

Потери как физический и технический параметр диэлектриков. Тангенс угла диэлектрических потерь. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Потери электрической энергии, обусловленные электропроводностью диэлектриков. Диэлектрические потери при тепловой поляризации. Диэлектрические потери при упругой поляризации. Диэлектрические потери неоднородных диэлектриков и объемнозарядная поляризация.

Тема 9. Свойства диэлектриков в сильных электрических полях.

Сильные поля и нелинейность. Нелинейность диэлектрической проницаемости. Нелинейные свойства параэлектриков. Электрооптические и нелинейные оптические свойства диэлектриков. Нелинейность проводимости диэлектриков. Инжекция носителей заряда в диэлектрик. Нелинейность диэлектрических потерь.

Тема 10. Электрическое старение и пробой диэлектриков.

Основные представления о явлениях электрического пробоя и старение. Пробой газов. Пробой жидких диэлектриков. Электронный пробой кристаллов. Электротепловой пробой твердых диэлектриков. Электрическое старение твердых диэлектриков.

Тема 11. Фазовые переходы в диэлектриках.

Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые переходы с изменением агрегатного состояния. Фазовые переходы типа диэлектрик — металл. Сегнетоэлектрические и антисегнетоэлектрические фазовые переходы.

Сегнетоэластичные фазовые переходы. Магнитные фазовые переходы в диэлектриках. Фотостимулированные фазовые переходы.

Фазовые переходы диэлектрик – сверхпроводник. Структурные фазовые переходы в твердых диэлектриках. Фазовые переходы в жидких диэлектриках.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Основные физические явления в диэлектриках.	4	1
2	Механизмы электропроводности и поляризации. Классификация диэлектриков.	4	-
3	Макроскопическая теория поляризации диэлектриков.	2	1
4	Микромеханизмы индуцированной поляризации.	6	-
5	Связь макро- и микроскопических свойств диэлектриков (расчет диэлектрической проницаемости).	2	1
6	Особенности поляризации нецентросимметричных диэлектриков.	2	-
7	Электропроводность диэлектриков.	2	1
8	Теория диэлектрических потерь.	2	-
9	Свойства диэлектриков в сильных электрических полях.	4	1
10	Электрическое старение и пробой диэлектриков.	2	-
11	Фазовые переходы в диэлектриках.	4	1
Итого:		34	6

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Тепловые свойства диэлектриков.	4	1
2	Поляризация газов.	3	-
3	Анизотропия диэлектрической проницаемости.	2	1
4	Пьезоэлектрики.	2	-
5	Сегнетоэлектрики.	2	1
6	Жидкие диэлектрики.	2	-
7	Диэлектрические потери. Электропроводность диэлектриков.	2	1
Итого:		17	4

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма

1	Изучение прямого и обратного пьезоэффекта.	2	-
2	Измерение диэлектрической проницаемости диэлектриков	2	-
3	Основные физические явления в диэлектриках. Механизмы электропроводности и поляризации. Классификация диэлектриков.	2	1
4	Исследование свойств композитов-диэлектриков	2	-
5	Макроскопическая теория поляризации диэлектриков. Микромеханизмы индуцированной поляризации.	2	-
6	Измерение диэлектрической проницаемости композиционного материала.	2	-
7	Связь макро- и микроскопических свойств диэлектриков. Особенности поляризации нецентросимметричных диэлектриков. Электропроводность диэлектриков.	2	1
8	Электропроводность диэлектриков. (Расчетная лабораторная работа)	2	-
9	Теория диэлектрических потерь. Свойства диэлектриков в сильных электрических полях. Электрическое старение и пробой диэлектриков. Фазовые переходы в диэлектриках.	1	-
Итого:		17	2

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Основные физические явления в диэлектриках. Механизмы электропроводности и поляризации. Классификация диэлектриков. Макроскопическая теория поляризации диэлектриков.	Подготовка к практическим занятиям	6	14
		Подготовка к тестированию	4	14
2	Изучение пиро- и пьезоэффекта.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	13
3	Микромеханизмы индуцированной поляризации. Связь макро- и микроскопических свойств диэлектриков. Особенности поляризации нецентросим-метричных диэлектриков.	Подготовка к практическим занятиям	6	13
		Подготовка к тестированию	4	13
4	Исследование сегнетоэлектриков и фотоэлектрического эффекта.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	13
5	Электропроводность диэлектриков. Теория диэлектрических потерь. Свойства диэлектриков в сильных электрических полях.	Подготовка к практическим занятиям	6	13
		Подготовка к тестированию	4	13
6	Определение диэлектрической проницаемости диэлектриков.	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	4	13
7	Электрическое старение и пробой диэлектриков. Фазовые переходы	Подготовка к практическим занятиям	6	13

	в диэлектриках. Дисперсия диэлектрической проницаемости.	Подготовка к тестированию	2	13
Итого:			76	132

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- контрольные вопросы к практическим занятиям;
- вопросы к лабораторным работам;
- тесты;
- вопросы к зачету.

Фонды оценочных средств, включающие контрольные вопросы, вопросы коллоквиумов, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме зачета в 4 семестре. Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Обучающийся глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	
Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Лебедев А.И., Физика полупроводниковых приборов. [Электронный ресурс] / Лебедев А. И. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 488 с. - ISBN 978-5-9221-0995-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109956.html>

2. Ковалев А.Н., Физика и технология наноструктурных гетерокомпозиций [Электронный ресурс] / Ковалев А.Н. - М.: МИСиС, 2015. - 460 с. - ISBN 978-5-87623-941-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239419.html>

б) Дополнительная литература:

1. Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] / Байков Ю.А., Кузнецов В.М., - 3-е изд., (эл.) - Москва: БИНОМ. ЛЗ, 2015. - 296 с.: ISBN 978-5-9963-2960-1 - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/540554>

2. Рабе К.М. Физика сегнетоэлектриков: современный взгляд [Электронный ресурс] / под ред. К.М. Рабе, Ч.Г. Ана, Ж.-М. Трискона; пер. с англ.-3-е изд. (эл.). - Электрон. текстовые дан. (1 файл PDF: 443 с.).- М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10". - ISBN 978-5-9963-2535-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/540529>

3. Шишкин А.В. Исследование физических свойств материалов. Ч. 1 Электрические свойства твердых диэлектриков [Электронный ресурс] / Шишкин А.В., Дутова О.С. - Новосибирск: НГТУ, 2009. - 60 с.: ISBN 978-5-7782-1257-2 - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/548065>

4. Поплавко Ю.М. Физика активных диэлектриков [Электронный ресурс]: учебное пособие / Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Раевский И.П. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2009. - 480 с. ISBN 978-5-9275-0636-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/556078>

в) Методические рекомендации/указания:

1. Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплине "Физика диэлектриков" / Сост.: Г.О. Войтенко, В.А. Войтенко. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2012. – 26 с.

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Физика диэлектриков". Практические занятия №№ 1-7 / Сост.: Г.О. Войтенко, В.А. Войтенко. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2012. – 21 с.

3. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Физика диэлектриков". Практические занятия №№ 8-14 / Сост.: Г.О. Войтенко, В.А. Войтенко. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2012. – 19 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Далевский педагогический портал – <http://ped.dahluniver.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

Научные журналы

"GNU Scientific Library" (GSL - библиотека для научных вычислений проекта GNU): <http://www.gnu.org/software/gsl>.

Система схемотехнического моделирования LTSpice IV. Краткое руководство: <http://zpostbox.ru/ltspice.html>.

Электронные компоненты: <http://www.elitan.ru/>.

Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся с использованием комплекта электронных презентаций в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы проводятся с использованием компьютеризированных лабораторных стендов, пакета специализированных компьютерных программ, а также компьютерной математической среды MATLAB и компьютерной среды для моделирования Multisim.

Рабочие места преподавателя и студентов в учебной лаборатории оснащены компьютерами с доступом в Интернет, предназначенными для работы в указанных специализированных компьютерных программах и средах.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice

Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Физика электриков»
Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в
результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/ п	Код контролируемо й компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикатор ы достижений компетенци и (по реализуемо й дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формировани я (семестр изучения)

1	ПК-1	Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроник и различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.	Тема 1 Основные физические явления в диэлектриках	1
				Тема 2 Механизмы электропроводности и поляризации. Классификация диэлектриков	1
				Тема 3 Макроскопическая теория поляризации диэлектриков	1
				Тема 4 Микромеханизмы индуцированной поляризации	1
				Тема 5 Связь макро- и микроскопических свойств диэлектриков (расчет диэлектрической проницаемости)	1
				Тема 6 Особенности поляризации нецентросимметричных диэлектриков	1
				Тема 7 Электропроводность диэлектриков	1
				Тема 8 Теория диэлектрических потерь	1
				Тема 9 Свойства диэлектриков в сильных электрических полях	1
				Тема 10 Электрическое старение и пробой диэлектриков	1
				Тема 11 Фазовые переходы в диэлектриках	1

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал
оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-1	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.2.	Знать: основные физические явления в диэлектриках и их математическое описание, обратный пьезоэффект, механизмы электропроводности диэлектриков, электрическую индукцию и поляризованность диэлектриков, вклады в диэлектрическую проницаемость различных механизмов индуцированной поляризации, математическое описание механизмов поляризации, прямого пьезоэффекта, внутреннего поля в диэлектриках, пьезоэлектрической поляризации, пироэлектрической поляризации; математическое описание диэлектрических потерь при тепловой и упругой поляризации, диэлектрических потерь неоднородных	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Практическое занятие 1, Практическое занятие 2, Лабораторная работа 1, Лабораторная работа 2	Контрольные вопросы к практическим занятиям, вопросы к лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету

			диэлектриков, электронного пробоя кристаллов, электротеплового пробоя твердых диэлектриков; Уметь: строить математические модели описывающие влияние на диэлектрик электрического и магнитного полей, механических напряжений, температуры, механизмы поляризации диэлектриков; составить математическую модель физического процесса и провести моделирование с использованием возможностей математического пакета MATLAB; Владеть: навыками построения обобщенной статической и динамической модели упругой поляризации; расчета на ЭВМ тангенса угла диэлектрических потерь, комплексной диэлектрической проницаемости; навыками моделирования поведения пьезоэлектрических и сегнетоэлектрических кристаллов в электрическом поле в среде MATLAB.		
--	--	--	---	--	--

Контрольные вопросы к практическим занятиям:

1. В чем заключается физический смысл явления поляризации в диэлектриках?
2. Какое явление называют обратным пьезоэффектом?
3. К каким эффектам приводит влияние температуры на диэлектрик?
4. Объясните, в чем заключается явление магнитострикции.
5. В чем разница между явлениями флуоресценции и фосфоресценции?
6. Назовите основные механизмы электропроводности диэлектриков.
7. Какую физическую величину называют поляризованностью или вектором поляризации?
8. В чем отличие между упругой и тепловой поляризацией?
9. Какие диэлектрики относят к центросимметричным?
10. Как можно изготовить термоэлектрет?
11. В чем заключается физический смысл диэлектрической проницаемости?
12. Объясните физический смысл электрического смещения с точки зрения макроскопической теории.
13. Как связаны между собой напряженность электрического поля, электрическое смещение и поляризованность?
14. В чем заключается тензорный характер диэлектрической проницаемости?
15. Как связаны между собой диэлектрическая проницаемость и восприимчивость?
16. Назовите особенности вкладов в диэлектрическую проницаемость разных механизмов индуцированной поляризации.
17. На примере модели атома водорода объясните физический смысл электронной упругой поляризации.
18. В каких диэлектриках может возникнуть дипольная упругая поляризация и почему?
19. Объясните сущность принципа электронейтральности.
20. Как возникает ионная тепловая поляризация?
21. Какие трудности возникают при расчете диэлектрической проницаемости вещества?
22. Какие виды поляризации возникают в газах?
23. Как связаны между собой электронная поляризованность газов и коэффициент преломления?
24. В чем заключается приближение Лорентца при расчете внутреннего поля?
25. Как рассчитывают напряженность электрического поля в центре сферы Лорентца?
26. Назовите механизмы поляризации, которая возникает и существует при отсутствии внешнего поля.
27. На примере линейной цепочки шестигранных ячеек объясните механизм возникновения прямого и обратного пьезоэффекта.
28. В каких диэлектриках и каким образом возникает пироэлектрическая поляризация?

29. Нарисуйте график зависимости поляризации в диэлектрике от напряженности электрического поля и объясните явление диэлектрического гистерезиса.
30. В чем заключается доменная структура сегнетоэлектриков?
31. Нарисуйте и объясните график температурной зависимости электронной проводимости в полулогарифмических координатах.
32. Какую роль играет электронная проводимость в диэлектриках?
33. В чем отличие между поляронами малого и большого радиуса?
34. Каким образом можно измерить величину ионной электропроводности в твердом диэлектрике?
35. В чем заключаются особенности молионной проводимости?
36. Что называют диэлектрическими потерями и как они возникают в диэлектриках?
37. Объясните физический смысл тангенса угла диэлектрических потерь.
38. Для чего вводят величину комплексной диэлектрической проницаемости?
39. Как рассчитывают потери электрической энергии, обусловленные электропроводностью диэлектриков?
40. Как рассчитывают диэлектрические потери при тепловой поляризации?
41. В чем заключается физический смысл электрической нелинейности и при каких условиях она возникает в диэлектриках?
42. Как аналитически можно описать нелинейность диэлектрической проницаемости?
43. Запишите и объясните уравнение закона Кюри - Вейсса.
44. С какой целью вводят тензор поляризационных констант?
45. Как аналитически описывают нелинейность проводимости в диэлектриках?
46. В чем заключается физический смысл явлений электрического старения и пробоя диэлектриков?
47. Как возникает электрический пробой в газах?
48. Назовите особенности электрического пробоя в жидкостях в сравнении с газами.
49. Опишите механизм возникновения электронного пробоя в кристаллах.
50. Сравните электронный и электротепловой виды пробоя в твердых телах.
51. В чем заключается явление фазового перехода?
52. Что такое фаза с макроскопической точки зрения?
53. С какой целью вводят параметр порядка (упорядоченности)?
54. Как изменяется диэлектрическая проницаемость в районе фазовых переходов?
55. Как влияет изменение агрегатного состояния диэлектрика на температурную зависимость проводимости?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольные вопросы к практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
---------------------------------------	---------------------

5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией)
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов отвечать)

Вопросы к лабораторным работам:

1. Основные свойства диэлектриков.
2. Основные физические явления в диэлектриках.
3. Влияние на диэлектрик электрического поля. Обратный пьезоэффект.
4. Влияние на диэлектрик магнитного поля.
5. Влияние на диэлектрик механических напряжений. Прямой пьезоэффект.
6. Влияние температуры на диэлектрик.
7. Оптические эффекты в диэлектриках.
8. Отличие диэлектриков от металлов и полупроводников.
9. Механизмы электропроводности диэлектриков.
10. Основные параметры, характеризующие поляризацию диэлектриков.
11. Механизмы поляризации диэлектриков.
12. Классификация диэлектриков.
13. Электрическая индукция и поляризованность диэлектриков.
14. Диэлектрическая проницаемость.
15. Анизотропия диэлектрической проницаемости.
16. Диэлектрики в макроскопической электродинамике.
17. Взносы в диэлектрическую проницаемость различных механизмов индуцированной поляризации.
18. Особенности механизмов упругой (деформационной) поляризации.
19. Электронная упругая поляризация.
20. Ионная упругая поляризация.
21. Дипольная упругая поляризация.
22. Обобщенная статическая и динамическая модель упругой поляризации.
23. Основные особенности и динамические свойства тепловой (прыжковой) поляризации.
24. Дипольная поляризация, обусловленная тепловым движением.
25. Ионная тепловая поляризация.
26. Электронная поляризация, обусловленная тепловым движением.
27. Постановка задачи расчета диэлектрической проницаемости.
28. Диэлектрическая проницаемость газов.
29. Приближение Лорентца при расчете внутреннего поля в диэлектриках.
30. Поляризация ионных кристаллов.

31. Кристаллы с высокой диэлектрической проницаемостью.
32. Поляризация полярных (дипольных) диэлектриков.
33. Классификация механизмов поляризации, которая возникает и существует в отсутствие внешнего поля.
34. Пьезоэлектрическая поляризация.
35. Пироэлектрическая поляризация.
36. Взаимосвязь упругих, тепловых и электрических свойств полярных кристаллов.
37. Фотополяризация диэлектриков.
38. Остаточная поляризация.
39. Спонтанная поляризация и сегнетоэлектричество.
40. Электронная электропроводность.
41. Поляронная (прыжковая) электропроводность.
42. Ионная электропроводность диэлектриков.
43. Молионная электропроводность.
44. Частотная зависимость проводимости.
45. Потери как физический и технический параметр диэлектриков.
46. Тангенс угла диэлектрических потерь.
47. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
48. Потери электрической энергии, обусловленные электропроводностью диэлектриков.
49. Диэлектрические потери при тепловой поляризации.
50. Диэлектрические потери при упругой поляризации.
51. Диэлектрические потери неоднородных диэлектриков и объемнозарядная поляризация.
52. Сильные поля и нелинейность.
53. Нелинейность диэлектрической проницаемости.
54. Нелинейные свойства параэлектриков.
55. Электрооптические и нелинейные оптические свойства диэлектриков.
56. Нелинейность проводимости диэлектриков.
57. Инжекция носителей заряда в диэлектрик.
58. Нелинейность диэлектрических потерь.
59. Основные представления о явлениях электрического пробоя и старение.
60. Пробой газов.
61. Пробой жидких диэлектриков.
62. Электронный пробой кристаллов.
63. Электротепловой пробой твердых диэлектриков.
64. Электрическое старение твердых диэлектриков.
65. Фазовые переходы первого и второго рода.
66. Фазовые переходы с изменением агрегатного состояния.
67. Фазовые переходы типа диэлектрик — металл.
68. Сегнетоэлектрические и антисегнетоэлектрические фазовые переходы.
69. Сегнетоэластичные фазовые переходы.
70. Магнитные фазовые переходы в диэлектриках.
71. Фотостимулированные фазовые переходы.
72. Фазовые переходы диэлектрик — сверхпроводник.

73. Структурные фазовые переходы в твердых диэлектриках.

74. Фазовые переходы в жидких диэлектриках.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству вопросы к лабораторным работам

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответы представлены на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Ответы представлены на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности, правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Ответы представлены на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Ответы представлены на неудовлетворительном уровне или не представлены (студент не готов отвечать или правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов)

Тесты:

1. При поляризации в диэлектриках происходит:

- А) изменение знака заряда диэлектрика.
- Б) ограниченное в пространстве смещение электрических зарядов.
- В) перемещение зарядов через вещество.

2. Под диэлектрическими потерями понимают:

- А) процессы поглощения диэлектриками электрической энергии.
- Б) изменение свойств диэлектриков во времени во внешнем электрическом поле.
- В) потерю диэлектриком его изоляционных свойств.

3. В пьезоэлектриках проявляется:

- А) связь электрических и механических свойств диэлектриков.
- Б) связь электрических и тепловых свойств диэлектриков.
- В) связь электрических и оптических свойств диэлектриков.

4. Примером электрических обратимых свойств являются:

- А) поляризация.
- Б) теплоемкость.
- В) диэлектрические потери.

5. Главным свойством диэлектриков является:

- А) электропроводность.

- Б) поляризация.
- В) диэлектрические потери.

6. Фотоэффект характеризует:

- А) оптические свойства диэлектрика.
- Б) связь электрических и оптических свойств.
- В) связь механических и оптических свойств.

7. К явлениям переноса в диэлектриках относят:

- А) электропроводность.
- Б) поляризацию.
- В) теплоемкость.

8. Эффект появления электрической поляризации при механическом сжатии или растяжении некоторых кристаллов-диэлектриков называется:

- А) прямым пьезоэлектрическим эффектом.
- Б) обратным пьезоэлектрическим эффектом.
- В) прямым пьезомагнитным эффектом.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству тесты

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

1. Влияние на диэлектрик электрического поля. Обратный пьезоэффект.
2. Влияние на диэлектрик магнитного поля.
3. Влияние на диэлектрик механических напряжений. Прямой пьезоэффект.
4. Влияние температуры на диэлектрик.
5. Оптические эффекты в диэлектриках.
6. Механизмы электропроводности диэлектриков.
7. Механизмы поляризации диэлектриков. Классификация диэлектриков.
8. Электрическая индукция и поляризованность диэлектриков.
9. Диэлектрическая проницаемость. Анизотропия диэлектрической проницаемости.
10. Вклады в диэлектрическую проницаемость различных механизмов индуцированной поляризации.
11. Электронная упругая поляризация.
12. Ионная упругая поляризация.

13. Дипольная упругая поляризация.
14. Дипольная поляризация, обусловленная тепловым движением.
15. Ионная тепловая поляризация.
16. Электронная поляризация, обусловленная тепловым движением.
17. Диэлектрическая проницаемость газов. Приближение Лорентца при расчете внутреннего поля в диэлектриках.
18. Пьезоэлектрическая поляризация.
19. Пироэлектрическая поляризация.
20. Спонтанная поляризация и сегнетоэлектричество.
21. Электронная электропроводность диэлектриков.
22. Поляронная (прыжковая) электропроводность диэлектриков.
23. Ионная электропроводность диэлектриков.
24. Тангенс угла диэлектрических потерь. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
25. Пробой газов.
26. Пробой жидких диэлектриков.
27. Электронный пробой кристаллов.
28. Электротепловой пробой твердых диэлектриков.
29. Электрическое старение твердых диэлектриков.
30. Фазовые переходы первого и второго рода.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (зачет)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Обучающийся глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	
Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	не зачтено

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)