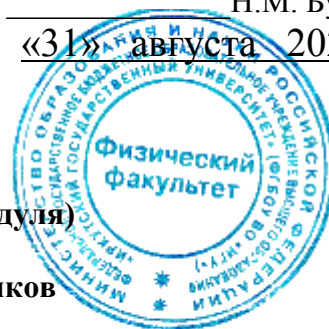




МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ
Декан _____ Н.М. Буднев
«31» августа 2021 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.14 Физика диэлектриков**

Направление подготовки: **03.03.02 Физика**

Направленность (профиль): **Физика конденсированного состояния**

Квалификация (степень) выпускника – Бакалавр (академический бакалавриат)

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 30 от 31.08.2021

Зам. председателя

В.В. Чумак _____

Рекомендовано кафедрой

Общей и экспериментальной физики

Протокол № 1

От « 30 » августа 2021 г.

Зав. кафедрой

А.А. Гаврилюк _____

Иркутск 2021 г.

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	3
5. Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, 6 план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	6
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 10 (модуля) :	10
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	11
10. Образовательные технологии	11
11. Оценочные средства (ОС).	12

1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса «Физика диэлектриков» является изучение физических процессов, происходящих в диэлектриках под действием электромагнитного и температурного полей. Ознакомление студентов с экспериментальными данными и теоретическими представлениями об указанных процессах.

Задачи дисциплины

Задачами курса являются: знание основных экспериментальных данных и теоретических представлений о явлениях поляризации, потерь электропроводности и пробоя газообразных, жидких и твердых диэлектриков, умение применять полученные знания в инженерной практике, связанной с выбором и эксплуатацией диэлектриков в электротехнических устройствах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО:

Дисциплина «Физика диэлектриков» Б1.В.14 входит в модуль профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.03.02 «Физика». При изучении этой дисциплины используются знания, приобретенные при изучении курсов общей физики, высшей математики. Дисциплина «Физика диэлектриков» является базовой для прохождения преддипломной и производственной практик, а также для подготовки к государственной итоговой аттестации и защите выпускной квалификационной работы. Общая трудоемкость дисциплины – 3 зачетные единицы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- **Способность использовать специализированные знания в области физики и физики конденсированного состояния для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1).**

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: теоретические основы, основные понятия, законы и модели физики диэлектриков;

уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;

владеть: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информацией.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		8	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	71/1,97	71/1,97	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	24/0,66	24/0,66	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	36/1	36/1	-	-	-
Коллоквиум	-	-	-	-	-
Консультации	1/0,03-	1/0,03-	-	-	-
Контроль общий (КО)	10/0,28	10/0,28	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	37/1,03	37/1,03	-	-	-

В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы			-	-	-
Реферат (при наличии)	-	-	-	-	-
Другие виды самостоятельной работы	-	-	-	-	-
Подготовка докладов по темам, решение задач, подготовка к зачету	37/1,03	37/1,03			
Вид аттестации – зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	-	-	-
Общая трудоемкость часы	108	108	-	-	-
зачетные единицы	3	3	-	-	-

5. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

5.1 Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Диэлектрики. Строение вещества и его электрические свойства

Предмет, структура, основные задачи курса. Краткие исторические сведения о развитии физики диэлектриков. Физика диэлектриков как теоретическая основа ряда специальных дисциплин электроизоляционной и кабельной техники.

Агрегатные состояния диэлектриков. Строение вещества и его диэлектрические свойства. Основные типы химической связи. Полярные и неполярные молекулы. Дипольный момент молекулы.

Диэлектрики, диэлектрические и электроизоляционные материалы, электрические, механические, термические, физико-механические и физико-химические свойства в связи с химическим составом и строением материала.

Тема 2. Поляризация диэлектриков в постоянном поле.

Задачи теории поляризации диэлектриков. Электрическая поляризация, поляризованность, поляризуемость. Основные формулы и соотношения.

Классификация видов поляризации. Физическая суть каждого из видов поляризации. Дипольно-релаксационная (дипольно-ориентационная) поляризация, ее сходство и отличие от ионно-релаксационной поляризации. Межслойная (миграционная) поляризация. Причины, обуславливающие появление этого вида поляризации. Математическая модель межслойной поляризации, базирующаяся на процессах в конденсаторе с двухслойным диэлектриком. Остаточный и абсорбционный токи. Основные сведения об электронно-релаксационной остаточной поляризации и поляризации ядерного смещения.

Определение макроскопического и локального поля в диэлектрике. Поле Лоренца в диэлектрике. Вывод уравнения напряженности локального поля. Вывод уравнения Клаузиуса – Мосотти.

Уравнение Клаузиуса – Мосотти для полярных и неполярных диэлектриков.

Влияние температуры и давления на диэлектрическую проницаемость диэлектриков. Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости.

Уравнение Клаузиуса – Мосотти для полярных газов.

Поляризация неполярных жидкостей. Уравнение Клаузиуса – Мосотти для неполярных жидкостей. Связь температурного коэффициента диэлектрической проницаемости неполярной жидкости и ее коэффициентов линейного расширения.

Теории Онзагера и Кирквуда для полярных жидкостей: допущения, основное уравнение, недостатки теории. Редукционный и структурный факторы. Зависимость диэлектрической

проницаемости полярных жидкостей от температуры. Определение дипольных моментов полярных жидкостей.

Поляризация дипольных полимеров. Механизм поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры.

Тема 3. Электропроводность диэлектриков

Природа сквозной электропроводности. Подвижность заряженных частиц. Виды электропроводности: ионная, электронная, молионная (электрофоретическая).

Электропроводность газов. Ионизация газов. Зависимость подвижности ионов от различных факторов. Процесс рекомбинации газов: сущность, зависимость от времени. Зависимость тока от напряжения в газе. Ток насыщения.

Электропроводность жидких диэлектриков. Способы очистки жидкостей. Ионная электропроводность. Роль примесей в полярных и неполярных жидкостях. Теория электрической проводимости Френкеля. Влияние температуры на электропроводность жидких диэлектриков.

Электропроводность твердых диэлектриков. Ионная и электронная проводимости. Явление электролиза в твердых диэлектриках. Определение носителей зарядов в твердых диэлектриках (метод Турбандта). Падение тока в твердых диэлектриках во времени. Влияние примесей, влаги, температуры на структуру. Основные требования к полимерным диэлектрикам. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.

Тема 4. Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков.

Физическая сущность явления. Потери при поляризации, потери при электропроводности. Процессы абсорбции в диэлектриках. Ток абсорбции при макроскопическом поле. Теоретическая и экспериментальная зависимости тока абсорбции от времени.

Диэлектрические потери, обусловленные медленно устанавливающейся поляризацией (релаксационные потери), при переменном поле. Активный и реактивный токи. Тангенс угла диэлектрических потерь. Удельные диэлектрические потери. Потери и диэлектрическая проницаемость при учете сквозной проводимости и различных видов поляризации. Быстрые и медленные процессы в реальном диэлектрике. Зависимость диэлектрических потерь от частоты и температуры.

Природа пробоя газа при нормальном и повышенном давлениях (стримерная теория пробоя). Роль фотоионизации. Влияние на электрическую прочность газа формы электродов и расстояния между ними, давления, температуры, состава и влажности. Закон Пашена. Зависимость электрической прочности газа от длительного приложения напряжения и частоты переменного поля.

Возможные механизмы пробоя жидких диэлектриков. Примеси в жидкостях. Влияние воды и твердых примесей на электрическую прочность жидких диэлектриков. Зависимость пробивного напряжения от длительности его приложения.

Теории электрического пробоя: Роговского, Иоффе, Френкеля вследствие разрыва диэлектрика по микротрещине и квантово-механические теории электрического пробоя твердых диэлектриков неударным механизмом. Пробой твердых диэлектриков вследствие ударной ионизации электронами. Формирование и развитие разряда в твердых диэлектриках. Зависимость электрической прочности от времени воздействия напряжения и температуры.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых дисциплин	№ № тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых дисциплин (вписываются разработчиком)									
1.	Государственная итоговая аттестация	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5					
2.	Выпускные квалификационные работы	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7			

5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№	Темы, разделы	Всего часов	Виды подготовки			Самост. работа	
			Лекции	Практические занятия	Консультации	Самост. работа студентов	КО
1	Диэлектрики. Строение вещества и его электрические свойства	20	6	6	-	6	2
2	Поляризация диэлектриков в постоянном поле	38	8	12	-	14	4
3	Электропроводность диэлектриков	22	4	10	-	6	2
4	Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков	27	6	8	-	11	2
ВСЕГО (часы)		108	24	36	1	37	10

6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов

6.1 Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1	Агрегатные состояния диэлектриков. Строение вещества и его диэлектрические свойства.	3	Письменный и устный текущий контроль	ПК -1
2	Тема 1	Диэлектрики, электрические, термические свойства и строение материала	3	Письменный и устный текущий контроль	ПК -1
3	Тема 2	Задачи теории поляризации диэлектриков. Электрическая поляризация, поляризованность, поляризуемость. Основные формулы и соотношения.	3	Письменный и устный текущий контроль	ПК -1
4	Тема 2	Классификация видов поляризации. Физическая суть каждого из видов поляризации. Дипольно-релаксационная (дипольно-ориентационная) поляризация, ее сходство и отличие от ионно-релаксационной поляризации. Межслойная (миграционная) поляризация. Причины, обуславливающие появление этого вида поляризации.	6	Письменный и устный текущий контроль	ПК -1
5	Тема 2	Основные сведения об электронно-релаксационной остаточной поляризации ядерного смещения.	3	Письменный и устный текущий контроль	ПК -1
6	Тема 2	Определение макроскопического и локального поля в диэлектрике. Поле		Письменный и устный текущий	ПК -1

		Лоренца в диэлектрике. Вывод уравнения напряженности локального поля. Вывод уравнения Клаузиуса-Мосотти.	3	контроль	
7	Тема 3	Природа сквозной электропроводности. Подвижность заряженных частиц. Виды электропроводности: ионная, электронная, молионная (электрофоретическая).	3	Письменный и устный текущий контроль	ПК -1
8	Тема 3	Электропроводность газов. Ионизация газов. Зависимость подвижности ионов от различных факторов.	3	Письменный и устный текущий контроль	ПК -1
9	Тема 3	Электропроводность твердых диэлектриков. Ионная и электронная проводимости. Явление электролиза в твердых диэлектриках.	4	Письменный и устный текущий контроль	ПК -1
10	Тема 4	Диэлектрические потери, обусловленные медленно устанавливающейся поляризацией (релаксационные потери) при переменном поле. Активный и реактивный токи. Тангенс угла диэлектрических потерь.	5	Письменный и устный текущий контроль	ПК -1

6.2. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Т.1.	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом.	Повторение и углубленное изучение учебного материала лекции, ПЗ с использованием литературы, Интернет - ресурсов	Источники 1-4 из основной и 1-4 из дополнительной литературы; Самостоятельный поиск литературы на образовательных ресурсах, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ	6
2-4	Т.2.				14
5-6	Т.3.				6
7-10	Т.4.				11

6.3. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.
- внеаудиторная – самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа помогает студентам:

1) Овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

- работа со справочниками и другой справочной литературой;
- ознакомление с нормативными и правовыми документами;
- учебно – методическая и научно-исследовательская работа;
- использование компьютерной техники, Интернета и др.;

2) Закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекций;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;
- подготовка плана;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- подготовка ответов на контрольные вопросы;
- заполнение рабочей тетради;
- аналитическая обработка текста;
- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.);
- подготовка реферата;
- составление библиографии использованных источников;
- тестирование и др.;

3) Формировать умения:

- решение ситуационных задач и упражнений по образцу;
- выполнение расчетов (графические и расчетные работы);
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к тестированию;
- опытно-экспериментальная работа;
- подготовка к выпускной квалификационной работе.

Тематика докладов и рефератов:

Часть 1. СВОЙСТВА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

1. Пассивные диэлектрики: полимеры, композиционные пластмассы, электроизоляционные компаунды. Состав, свойства, применение.
2. Пассивные диэлектрики: неорганические стекла и ситаллы. Состав, свойства, применение.
3. Пассивные диэлектрики: керамика. Состав, свойства, применение.
4. Активные диэлектрики: сегнетоэлектрики. Структура, свойства, применение.
5. Активные диэлектрики: пьезоэлектрики. Структура, свойства, применение.
6. Активные диэлектрики: пьезоэлектрики. Структура, свойства, применение.
7. Активные диэлектрики: электреты. Структура, свойства, применение.
8. Активные диэлектрики: жидкие кристаллы. Структура, свойства, применение.
9. Активные диэлектрики: материалы для твердотельных лазеров. Структура, свойства, применение.
10. Активные диэлектрики: магнитные диэлектрики. Структура, свойства, применение.
11. Магнитоэлектрические явления в магнитных диэлектриках.
12. Low-k – диэлектрики. Технология, свойства, применение.
13. High-k – диэлектрики. Технология, свойства, применение.
14. Материалы с высокотемпературной сверхпроводимостью. Купраты.
15. Диэлектрические материалы квантовой и оптоэлектроники.
16. Сверхвысокочастотные (СВЧ) диэлектрики. *(Основные области применения диэлектриков на СВЧ. Физические механизмы, определяющие диэлектрические свойства кристаллов на СВЧ. Физические механизмы, определяющие термостабильность ϵ в диапазоне СВЧ.)*

Часть 2. СВОЙСТВА И ЭФФЕКТЫ В ДИЭЛЕКТРИКАХ

1. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ГАЗООБРАЗНЫХ И ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Общие закономерности электропроводности диэлектриков. Электропроводность газов. Теория Таунсенда. Условия перехода к самостоятельному разряду. Формы самостоятельного разряда. Лавинно-стримерный процесс. Зависимость коэффициента ионизации от параметров газа. Пробивное напряжение.

Ионная и молионная электропроводность жидких диэлектриков. Связь электропроводности и вязкости. Теории пробоя жидких диэлектриков.

2. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Ионная проводимость неорганических диэлектриков. Носители заряда в ионных кристаллах. Энергия образования дефектов по Френкелю и по Шоттки. Влияние иновалентных примесей. Модель периодических потенциальных барьеров. Электропроводность полимеров

3. ПРОБОЙ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Основные виды пробоя. Тепловой пробой. Теории Вагнера и Фока. Электрический пробой. Экспериментальные доказательства механизма ударной ионизации электронами. Теории пробоя твердого диэлектрика. Механизмы первоначального накопления электронов. Теории пробоя твердого диэлектрика, основанные на решении кинетического уравнения. Стадии развития пробоя. Энергия каналобразования.

Статистические модели электрической прочности твердого диэлектрика. Вероятностный характер пробоя твердого диэлектрика.

4. СТАРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Электрохимический пробой (старение). Основные закономерности старения органических диэлектриков. Факторы старения. Методы прогнозирования срока службы. Особенности старения неорганических диэлектриков.

5. ФЕРРИТЫ. Основные характеристики магнитных свойств веществ. Ферро-, антиферро- и ферримагнетики. Обменное взаимодействие.

6. ТОНКИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ.

Области применения тонких диэлектрических пленок. Межслойная и межэлементная изоляция. Защитные и пассивирующие слои. Подзатворные диэлектрики. Резисторы. Особенности электропроводности и пробоя тонких пленок. Активные диэлектрики в тонкопленочном исполнении.

7. ПРОБОЙ ГАЗОВ

Механизм пробоя газа. Пробой газа в однородном поле. Пробой газа в неоднородном поле.

8. ПРОБОЙ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Электрический пробой. Тепловой пробой. Электрохимический пробой. Поверхностный пробой.

9. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ

Основные понятия и определения. Виды диэлектрических потерь. (Потери на электропроводность. Релаксационные потери. Ионизационные потери. Резонансные потери.) Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества (Диэлектрические потери в газах. Диэлектрические потери в жидких диэлектриках. Диэлектрические потери в твердых диэлектриках)

10. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОПТИЧЕСКИЕ СРЕДЫ И УСТРОЙСТВА. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ДИЭЛЕКТРИКАХ.

11. СВОЙСТВА ДИЭЛЕКТРИКОВ В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ.

12. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СТАРЕНИЕ И ПРОБОЙ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя (научного руководителя (консультанта)), в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи. В процессе проведения самостоятельной работы формируется компетенции ПК-1.

Контроль самостоятельной работы проводится на практических занятиях по окончании Т.1, Т.2, Т.3. и Т.4.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии): *не предусмотрено*

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Гинзбург И.Ф. Введение в физику твердого тела. Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твердого тела. Учебное пособие. – С.Пб.: Изд-во Лань, 2007. – 537 с. (10 экз.)
2. Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. [Электронный ресурс] Часть 2. Электричество и магнетизм. – 2014. – Режим доступа: ЭБС «Издательство «Лань». – Неогранич. доступ.
3. Матухин В.Л., Ермаков В.Л. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] Режим доступа: ЭБС «Издательство «Лань». – Неогранич. доступ. – 2010.
4. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. И. Епифанов. - Москва : Лань, 2011. - 288 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр.: с. 282-283. - ISBN 978-5-8114-1001-9.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023

б) дополнительная литература

1. Антипов, Б. Л. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы : Учеб. для студ. вузов / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2003. - 208 с. : ил. ; 20 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 207. - ISBN 5-8114-0410-7. (10 экз.)
2. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс] / В. С. Сорокин. - Москва : Лань", 2015. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2003-2. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67462
3. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. Учебное пособие. – М.: Изд-во ОНИКС 21 век, Изд-во Мир и Образование, 2005. – 463 с. (гл. II и гл. III, С. 84-200) (97 экз.)
4. Шалаев А.А. Основы физического материаловедения. Часть 1. Учебное пособие в 2-х частях. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 159 с. (14 экз.)

в) программное обеспечение

Сверено с №5 415

Стандартные сервисы глобальной сети Интернет, стандартные средства просмотра презентаций и научных публикаций в электронном виде, используются стандартные средства Windows и MS Office:

1. ABBY PDF Transformer 3.0 Пакет из 10 неименных лицензий Per Seat (10лиц.) EDU. Код позиции: AT30-1S1P10-102 Котировка № 03-165-11 от 23.11.2011. Бессрочно.
2. Microsoft OfficeProPlus 2013 RUS OLP NL Acdmc. Контракт № 03-013-14 от 08.10.2014.Номер Лицензии Microsoft 45936786. Бессрочно.
3. WinPro10 Rus Upgrd OLP NL Acdmc. Сублицензионный договор № 502 от 03.03.2017 Счет № ФРЗ- 0003367 от 03.03.2017 Акт № 4496 от 03.03.2017 Лицензия № 68203568. Бессрочно. 17 18

4. Kaspersky Free (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <http://www.kaspersky.ru/free-antivirus/>. Бессрочно.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- 1) НБ ИГУ <http://library.isu.ru/ru>
- 2) ЭЧЗ «БиблиоТех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- 3) ЭБС Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 4) ЭБС «Руконт» <http://rucont.ru> - межотраслевая научная библиотека, содержащая оцифрованные книги, периодические издания и отдельные статьи по всем отраслям знаний, а также аудио-, видео-, мультимедиа софт и многое другое;
- 5) ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru> - интернет ресурсы в свободном доступе.
- 6) Научная электронная библиотека www.eLibrary.ru (доступ к полным текстам ряда научных журналов с 2007 по настоящее время)
- 7) Научные публикации в реферативных журналах по актуальным проблемам физики твердого тела и физики полупроводников, твердотельной электроники и микроэлектроники. Электронные версии журналов: “Физика твердого тела”, “Журнал технической физики”, “Письма в журнал технической физики”, “Физика и техника полупроводников”
<http://journals.ioffe.ru>.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Чтение лекций сопровождается демонстрацией информации, для чего использоваться мультимедийные средства: переносной проектор, переносной экран, ноутбук. Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

10. Образовательные технологии:

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятельности:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **практические занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **лабораторные работы**, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **консультации** – еженедельно для всех желающих студентов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине;
- **текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях в ходе самостоятельного решения задач, в том числе у доски.

На лекциях используются активные методы обучения (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций). Практические занятия проводятся в интерактивной форме.

№ п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1-10	Лекция	Вводная лекция, информация лекция, лекция с элементами дискуссии, интерактивная лекция

		(лекция диалог), информационная лекция с элементами обратной связи, информационная лекция с элементами проблемных ситуаций.
1-10	Практическое занятие	Занятие – разбор теоретических вопросов, решение задач, выступления с докладами по темам, данным для самостоятельного рассмотрения.

11. Оценочные средства (ОС):

Фонд оценочных средств представлен в Приложении к программе.

11.1. Оценочные средства для входного контроля (могут быть в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль осуществляется в устной и письменной форме на ПЗ.1-ПЗ.10 при выполнении студентами учебных заданий - решении задач и выполнении контрольных работ или тестовых заданий, выступлении с докладами по предложенным темам на протяжении всего курса. Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенции ПК-1. Ответы студентов оцениваются по пятибалльной шкале, заносятся в журнал и используются как дополнительная информация при аттестации студентов в середине семестра и получении студентом зачета с оценкой.

11.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация направлена на проверку сформированности компетенции ПК-1 и проводится в форме выступления с докладами, контрольных работ, тестирования или коллоквиума по ранее изученным темам. Оценка выставляется по пятибалльной системе.

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенции ПК-1:

1. **Что такое поляризация?**
 - 1) это перемещение зарядов под действием магнитного поля;
 - 2) это упругое смещение связанных зарядов под действием электрического поля;
 - 3) это направленное движение единичных зарядов в электрическом поле;
 - 4) это вращение электронов вокруг своей оси в гравитационном поле;
2. **Что показывает относительная диэлектрическая проницаемость?**
 - 1) на сколько диэлектрик увеличивает заряд конденсатора по сравнению с вакуумом;
 - 2) прозрачность материала;
 - 3) механическую вязкость по сравнению с вакуумом;
 - 4) электрическую прочность по сравнению с вакуумом;
3. **Какие виды поляризации вызваны неэлектрическими воздействиями?**
 - 1) Спонтанная
 - 2) Пьезополяризация
 - 3) Пирополяризация
 - 4) Остаточная
 - 5) Фотополяризация
4. **Какое из приведенных ниже соотношений правильно? ϵ - электрическая прочность соответственно твердых, жидких и газообразных диэлектриков.**
 - 1) $\epsilon_{ж} > \epsilon_{газ} > \epsilon_{тв}$

- 2) $E_{ж} \leq E_{тв} < E_{газ}$.
- 3) $E_{тв} \geq E_{ж} > E_{газ}$
- 4) $E_{тв} > E_{ж} > E_{газ}$
5. **Метод термостимулированной деполяризации используют для:**
 - 1) изучения дефектов кристалла
 - 2) изучения электропроводности
 - 3) изучения теплопроводности
6. **Характерные свойства каких диэлектриков обусловлены наличием у них доменной структуры?**
 - 1) пьезоэлектрики
 - 2) сегнетоэлектрики
 - 3) электреты
 - 4) пьезоэлектрики
7. **Угол диэлектрических потерь, это угол, дополняющий угол сдвига фаз между током и напряжением.**
 - 1) в емкостной цепи до 180° градусов
 - 2) в индуктивной цепи до 90° градусов
 - 3) в емкостной цепи до 90° градусов
8. **К упругой поляризации относятся:**
 - 1) электронная и дипольно-релаксационная
 - 2) спонтанная и дипольная
 - 3) электронная и ионная
9. **Электрической прочностью диэлектрика называют:**
 - 1) Напряжение, при которой происходит пробой
 - 2) Напряженность электрического поля, при которой происходит пробой
 - 3) Механическую прочность диэлектрика в сильных электрических полях
10. **Какова должна быть наименьшая толщина изоляции, выдерживающая напряжение 40 кВ, если его электрический прочность равна 20 кВ/мм.**
 - 1) 2мм
 - 2) 0,5мм.
 - 3) Данных для решения задачи недостаточно.
 - 4) 5мм.

11.4. Оценочные средства для итогового контроля

Итоговый контроль направлен на проверку сформированности компетенции ПК-1 проводится в форме **зачета с оценкой**. Форма проведения зачета – устный по билетам или письменный в виде итогового теста. Зачет проводится перед экзаменационной сессией.

В течение семестра проводятся контрольные работы, устный опрос или промежуточное тестирование. Результат учитывается во время зачета.

Критерии	Оценка			
	«Зачтено»			«Не зачтено»
	«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
Знание	Всесторонние глубокие знания	Знание материала в пределах программы	Отмечены пробелы в усвоении программного материала	Не знает основное содержание дисциплины
Понимание	Полное понимание материала, приводит примеры,	Понимает материал, приводит примеры, но испытывает	Суждения поверхностны, содержат ошибки,	С трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа

	дополнительные вопросы не требуются	затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы	примеры не приводит, ответы на дополнительные вопросы неуверенные	на дополнительные вопросы
Применение проф. терминологии	Дает емкие определения основных понятий, корректно использует профессиональную терминологию	Допускает неточности в определении понятий, не в полном объеме использует профессиональную терминологию	Путает понятия, редко использует профессиональную терминологию	Затрудняется в определении основных понятий дисциплины, некорректно использует профессиональную терминологию
Соблюдение норм литературного языка	Соблюдает нормы литературного языка, преобладает научный стиль изложения	Соблюдает нормы литературного языка, допускает единичные ошибки	Допускает множественные речевые ошибки при изложении материала	Косноязычная речь искажает смысл ответа

**Примерный перечень вопросов и заданий к зачету с оценкой по курсу:
«Физика диэлектриков»**

1. ПОЛЯРИЗАЦИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ

1.1. Основные определения и формулы

1.2. Механизмы поляризации

1.3. Виды поляризации

- 1.3.1. Электронная поляризация
- 1.3.2. Ионная поляризация
- 1.3.3. Упруго-дипольная поляризация
- 1.3.4. Ионно-релаксационная поляризация
- 1.3.5. Дипольно-релаксационная поляризация
- 1.3.6. Миграционная (межслоевая) поляризация
- 1.3.7. Электронно-релаксационная поляризация
- 1.3.8. Поляризация ядерного смещения
- 1.3.9. Остаточная (электретная) поляризация
- 1.3.10. Спонтанная (сегнетоэлектрическая) поляризация
- 1.3.11. Пьезоэлектрическая поляризация

2. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ

2.1. Основные понятия и определения

2.2. Виды диэлектрических потерь

- 2.2.1. Потери на электропроводность
- 2.2.2. Релаксационные потери
- 2.2.3. Ионизационные потери
- 2.2.4. Резонансные потери

2.3. Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества

- 2.3.1. Диэлектрические потери в газах
- 2.3.2. Диэлектрические потери в жидких диэлектриках
- 2.3.3. Диэлектрические потери в твердых диэлектриках

3. ПРОБОЙ ДИЭЛЕКТРИКОВ

3.1. Основные понятия

3.2. Пробой газов

- 3.2.1. Механизм пробоя газа
- 3.2.2. Пробой газа в однородном поле
- 3.2.3. Пробой газа в неоднородном поле

3.3. Пробой жидких диэлектриков**3.4. Пробой твердых диэлектриков**

3.4.1. Электрический пробой

3.4.2. Тепловой пробой

3.4.3. Электрохимический пробой

3.4.4. Поверхностный пробой

4. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ДИЭЛЕКТРИКОВ

4.1. Основные понятия

4.2. Электропроводность газов

4.3. Электропроводность жидких диэлектриков

4.4. Электропроводность твердых диэлектриков

4.5. Поверхностная электропроводность

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки **03.03.02 «Физика»**.

Разработчики:

к.ф.-м.н., доцент Морозова Н.В.

Программа рассмотрена на заседании **кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ**

« 30 » августа 2021 г.

Протокол № 1

Зав.кафедрой



д.ф.-м..н. Гаврилюк А.А.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.