



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
«18» апреля 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01 Высокореистивные материалы

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: Магистр

Тип образовательной программы: Академическая магистратура

Форма обучения: очная.

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 38 от «18» апреля 2023 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 7 от «31» января 2023 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н.
А.А. Гаврилюк

Иркутск 2023 г.

Содержание

I	Цели и задачи дисциплины (модуля).....	3
II	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.....	3
III	Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
IV	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	4
4.1	Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов.....	4
4.2	План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	5
4.3	Содержание учебного материала.....	6
4.3.1	Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	7
4.3.2	Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС).....	8
4.4	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	9
4.5	Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....	9
V	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	9
	а) перечень литературы.....	9
	б) периодические издания.....	9
	в) список авторских методических разработок.....	9
	г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	9
VI	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	10
6.1	Учебно-лабораторное оборудование.....	10
6.2	Программное обеспечение.....	10
6.3	Технические и электронные средства.....	10
VII	Образовательные технологии.....	11
VIII	Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	11

I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 03.04.02 Физика и предназначена для обеспечения курса «Высокорезистивные материалы», изучаемого студентами в течение второго семестра.

Основная цель курса:

-формирование у обучающихся знаний о фундаментальных физических эффектах, имеющих место в материалах, обладающих высоким электрическим сопротивлением.

Для достижения данной цели были поставлены задачи:

-систематическое изложение способов и методов применения основных принципов физического материаловедения к исследованию свойств высокорезистивных материалов.

Программа ориентирована на развитие у студентов интереса к познанию физических явлений, приобретение навыков самостоятельного изучения фундаментальных основ науки и их приложений.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:

Дисциплина «Высокорезистивные материалы» входит в модуль Б1.В.ДВ.01.01, относящийся к обязательной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.04.02 Физика

III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) :

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1. Способен заниматься разработкой и исследованием физических свойств перспективных материалов.	ПК 1.1. Знает принципы приобретения, обработки, анализа и использования необходимой информации в своей предметной области. ПК 1.2. Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности.	знает: теоретические основы физики диэлектрических материалов; понимает, излагает и критически анализирует базовую общезначимую информацию при помощи современных цифровых инструментов; использует возможности интернет ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач. умеет: пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики высокорезистивных материалов при коммуникациях с преподавателем и сокурсниками для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации. владеет: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации с помощью соответствующих программных продуктов; навыками поиска информации на электронных ресурсах оригинальных сайтов с электронными публикациями научных работ.

IV. Содержание и структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа, в том числе 94 часа контактной работы. Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. На практическую подготовку отводится 36 аудиторных часов (во время выполнения практических заданий). Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельна я работа	
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консультации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Особенности диэлектрического состояния	2	6	2	2	2	-	2	Опрос
2	Раздел 2. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации.		10	2	2	2	-	6	Опрос
3	Раздел 3. Поляризация диэлектриков различных агрегатных состояний.	2	14	6	6	6	-	2	Опрос
4	Раздел 4. Особенности поляризации, основные свойства и физическая природа сегнетоэлектриков.	2	16	4	4	4	-	8	Решение задач
5	Раздел 5. Электропроводность диэлектриков.	2	8	2	2	2	-	4	Опрос
6	Раздел 6 Пробой диэлектриков		-			-	-	-	
7	Раздел 7. Диэлектрические потери и диэлектрическая спектроскопия	2	18	6	6	6	-	6	Решение задач
8	Раздел 8. Фазовые переходы в диэлектриках.	2	28	8	8	8	-	12	Опрос
9	Раздел 9. Активные диэлектрики	2	22	6	6	6	-	10	Решение задач
	КО	2	8				-		Опрос
	КСР	2	12				-		
	Контроль	2	36				2		
	Итого часов	2	180	36	36	36	2	50	

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся				Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)	Оценочное средство	
2	Разделы 4,5,7,8,9	Решение домашних задач	В течение семестра	34	Задачи и упражнения	Из списка основной и дополнительной литературы.
2	Разделы 1,2,3,6	Подготовка к контрольной работе	После завершения лекций по данным разделам	16	Контрольная работа	Из списка основной и дополнительной литературы.
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				50		

4.3 Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Особенности диэлектрического состояния. Основные определения и формулы. Уравнения Максвелла для диэлектриков.

Раздел 2. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации.

Механизмы поляризации. Электронная поляризация. Ионная поляризация. Упруго-дипольная поляризация. Ионно-релаксационная поляризация. Дипольно-релаксационная поляризация. Миграционная(межслоевая) поляризация. Электронно-релаксационная поляризация. Поляризация ядерного смещения. Остаточная (электретная) поляризация. Спонтанная(сегнетоэлектрическая) поляризация. Пьезоэлектрическая поляризация.

Раздел 3. Поляризация диэлектриков различных агрегатных состояний.

Поляризация жидкостей и газов. Поляризация твёрдых тел.

Раздел 4. Особенности поляризации, основные свойства и физическая природа сегнетоэлектриков.

Применение сегнетоэлектриков в электронике. Нелинейные свойства сегнетоэлектриков. Технические применения сегнетоэлектрических пленок.

Раздел 5. Электропроводность диэлектриков. Основные особенности электропроводности диэлектриков. Нелинейная электронная проводимость в условиях инжекции носителей заряда. Ионная электропроводность диэлектриков.

Раздел 6. Пробой диэлектриков. Основные понятия. Пробой газов. Механизм пробоя газа. Пробой газа в однородном поле. Пробой газа в неоднородном поле. Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков. Электрический пробой. Тепловой пробой. Электрохимический пробой. Поверхностный пробой.

Раздел 7. Диэлектрические потери и диэлектрическая спектроскопия . Тангенс угла диэлектрических потерь. Классификация механизмов потерь. Диэлектрическая спектроскопия. Размытый релаксационный спектр дисперсии ϵ . Размытый резонансный спектр дисперсии ϵ .

Раздел 8. Фазовые переходы в диэлектриках. Фазовые переходы первого и второго рода. Физический смысл параметра порядка. Сегнетоэлектрические и антисегнетоэлектрические фазовые переходы. Сегнетоэластические фазовые переходы. Критическое изменение проводимости в окрестности фазовых переходов.

Раздел 9. Активные диэлектрики. Пьезоэлектрический эффект и электрострикция. Пироэлектрики и электреты. Сегнетоэлектрики. Сверхвысокочастотные (СВЧ) диэлектрики.

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практи- ческая подгото вка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Основные определения и формулы. Уравнения Максвелла для диэлектриков.	2	2	Опрос, контрольное задание	ПК - 1
2.	2	Виды поляризации.	2	4	Опрос, контрольное задание	
3.	3	Особенности поляризации диэлектриков в различных агрегатных состояниях.	6	4	Опрос, контрольное задание	
4.	4	Сегнетоэлектрические свойства диэлектриков. Особенности поляризации.	4	2	Опрос, контрольное задание	
5.	5	Явления электропроводности в диэлектрических материалах.	2	2	Опрос, контрольное задание	
6.	7	Тангенс угла диэлектрических потерь. Классификация механизмов потерь.	6	4	Опрос, контрольное задание	
7.	8	Фазовые переходы в диэлектриках.	8	2	Опрос, контрольное задание	
8.	9	Активные диэлектрики. Классификация и применение.	6		Опрос, контрольное задание.	

4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Уравнения Максвелла.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы.	Из списка литературы. Интернет источники.	2
2.	Миграционная поляризация. Электронно-релаксационная поляризация. Поляризация ядерного смещения. Остаточная поляризация.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	6
3.	Особенности поляризации диэлектриков в зависимости от агрегатного состояния.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	2
4.	Сегнетоэлектрики в электронике.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	8
5.	Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	4
6.	Тангенс угла диэлектрических потерь. Классификация механизмов потерь.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	6
7.	Магнитные фазовые переходы в диэлектриках. Фотостимулированные фазовые переходы.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	12
8.	Материалы для твердотельных лазеров.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Моделирование.	Из списка литературы. Интернет источники.	10
	Итого:				50

4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на практических занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических заданий. При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведен опрос по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) перечень литературы

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебное пособие / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-2002-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212243>.
2. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс] / В. С. Сорокин. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань", 2015. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71735
3. Епифанов Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс]. – 2022. Режим доступа: ЭБС «Издательство «Лань». – Неогранич. доступ. <https://e.lanbook.com/book/210671>

б) периодические издания

<http://perst.issp.ras.ru/Control/Inform/perst.htm>

в) список авторских методических разработок

з) Базы данных, поисково-справочные и информационные системы

- Книгафонд - библиотека онлайн чтения. www.knigafund.ru
- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «РУКОНТ» <http://rucont.ru>
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию. Лабораторное оборудование не предусмотрено.

На факультете имеется компьютеризированные аудитории, предназначенные для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет, стандартными средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу.

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартными средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). 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 лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор, переносной экран, ноутбук. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в области физики высокорезистивных материалов.

VII. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований и сделать краткую презентацию своих выступлений на научных конференциях. Все это формирует способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области исследований диэлектрического состояния вещества.

На практических занятиях студенты используют авторские задачи. По материалам наблюдений они приобретают исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям, после получения базового образования и формируют компетенцию готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, компетенцию готовности использовать методы теоретической и экспериментальной физики в профессиональной деятельности для изучения высокорезистивных материалов.

Программа основана на использовании современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео), дистанционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

8.1.1. Оценочные средства для входного контроля

Проводится опрос на первом занятии.

8.1.2. Оценочные средства текущего контроля

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Примерные тестовые задания по физике низкоразмерных структур приведены в фондах оценочных средств.

8.1.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Опрос	Особенности ионной поляризации	ПК-1
2.	Опрос. Проверка решения домашней задачи	Динамика упругой поляризации ионных кристаллов	ПК-1
3.	Опрос.	Взаимодействие электромагнитных волн с кристаллами	ПК-1
4.	Опрос. Проверка решения домашней задачи	Основные особенности электропроводности диэлектриков	ПК-1
5.	Опрос.	Ионная электропроводность диэлектриков	ПК-1
6.	Опрос	Тангенс угла диэлектрических потерь.	ПК-1
7.	Опрос	Фазовые переходы первого и второго рода	ПК-1
8.	Опрос	Технические применения сегнетоэлектрических пленок	ПК-1

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Разработчик:

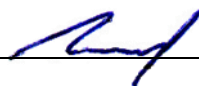


к.ф.-м.н., доцент Зубрицкий С.М.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
« 31 » января 2023 г.

Протокол № 7

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.