



**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» марта 2022 г.



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.8.1 Физика диэлектриков

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: Бакалавр

Тип образовательной программы: Бакалавриат

Форма обучения: очная.

Согласовано с УМК:  
физического факультета  
Протокол № 33 от «31» марта 2022 г.

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

**Рекомендовано кафедрой:**  
общей и экспериментальной физики  
Протокол № 6 от «24» марта 2022 г.

**Зав.кафедрой** д.ф.-м.н.  
А.А. Гаврилюк

**Иркутск 2022 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 03.03.02 Физика и предназначена для обеспечения курса «Диэлектрики», изучаемого студентами в течение восьмого 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 диэлектрических 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 «Физика диэлектриков» входит в модуль Б1.В.ДВ.8.1, относящийся к дисциплинам по выбору профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.03.02 Физика

## III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) :

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК - 3.

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК–3. Способен использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	ОПК 3.1. Знает принципы приобретения, обработки, анализа и использования необходимой информации в своей предметной области. ОПК 3.2. Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности.	<b>знает:</b> теоретические основы физики диэлектрических материалов; понимает, излагает и критически анализирует базовую общефизическую информацию при помощи современных цифровых инструментов; использует возможности интернет ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач. <b>умеет:</b> пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики высокорезистивных диэлектрических. <b>владеет:</b> 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 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 60 часов контактной работы. Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. На практическую подготовку отводится 32 аудиторных часов (во время выполнения практических заданий). Форма промежуточной аттестации: зачёт.

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			Самостоятельная 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.		20	8	4	8	-	8	Опрос
3	Раздел 3. Электропроводность диэлектриков.	2	10	4	2	4	-	4	Решение задач
4	Раздел 4 Пробой диэлектриков.		6	2	2	2	-	2	Опрос
5	Раздел 5. Диэлектрические потери.	2	16	4	4	4	-	8	Решение задач
6	Раздел 6. Фазовые переходы в диэлектриках.	2	24	6	4	6	-	14	Решение задач
7	Раздел 7. Активные диэлектрики.	2	20	6	4	6	-	10	Опрос
		КСР	2	6			-		
<b>Итого часов</b>		2	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>32</b>		<b>48</b>	

#### 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 3,5,6	Решение домашних задач	В течение семестра	26	Задачи и упражнения	Из списка основной и дополнительной литературы.
2	Разделы 1,2,4,7	Подготовка к контрольной работе	После завершения лекций по данным разделам	22	Контрольная работа	Из списка основной и дополнительной литературы.
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>48</b>		

## 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. Электропроводность диэлектриков.* Основные особенности электропроводности диэлектриков.

*Раздел 4. Пробой диэлектриков.* Основные понятия. Пробой газов. Механизм пробоя газа. Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков.

*Раздел 5. Диэлектрические потери.* Основные понятия и определения. Виды диэлектрических потерь. Потери на электропроводность. Релаксационные потери. Ионизационные потери. Резонансные потери.

*Раздел 6. Фазовые переходы в диэлектриках.* Фазовые переходы первого и второго рода. Физический смысл параметра порядка. Сегнетоэлектрические и антисегнетоэлектрические фазовые переходы.

*Раздел 7. Активные диэлектрики.* Пьезоэлектрические явления. Пьезоэлектрический эффект в диэлектриках. Основные области применения пьезоэлектриков.

Пироэлектрические явления. Пироэлектрический эффект в диэлектриках. Применение пироэлектриков. Основные свойства и теория сегнетоэлектриков.

### 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 практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Основные определения и формулы. Уравнения Максвелла для диэлектриков.	2	2	Опрос, контрольное задание	ОПК-3
2.	2	Особенности поляризации диэлектриков в различных агрегатных состояниях.	8	8	Опрос, контрольное задание	
3.	3	Механизмы электропроводности в диэлектрических материалах.	4	4	Опрос, контрольное задание	
4.	4	Диэлектрики в сильных электрических полях.	2	2	Опрос, контрольное задание	
5.	5	Механизмы диэлектрических потерь.	4	4	Опрос, контрольное задание	
6.	6	Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы в диэлектрических материалах.	6	6	Опрос, контрольное задание	
7.	7	Активные диэлектрики. Классификация и применение.	6	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.	Механизмы поляризации диэлектрических материалов.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	8
3.	Электропроводность диэлектриков. Механизмы и особенности.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	4
4.	Поведение диэлектрика в сильных электрических полях.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	2
5.	Тангенс угла диэлектрических потерь. Классификация механизмов потерь.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	8
6.	Сегнетоэлектрические и антисегнетоэлектрические фазовые переходы.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	14
7.	Применение активных диэлектриков.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	10
	Итого:				<b>48</b>

#### 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. Физика диэлектриков [Электронный ресурс] : курс лекций / Иркутский гос. ун-т, Каф. общ. физики ; Сост. Л. А. Щербаченко. - Электрон. текстовые дан. - Иркутск : ИГУ, 2005.
2. Сорокин В. С., Антипов Б. Л., Лазарева Н. П. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. [Электронный ресурс]. – 2022. Режим доступа: ЭБС.Издательство "Лань"– Неогранич. доступ. <https://e.lanbook.com/book/212243?category=925>
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](http://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 диэлектрических 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 диэлектрических 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 диэлектриков приведены в фондах оценочных средств.

### **8.1.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

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	ОПК-3
2.	Опрос. Проверка решения	Динамика упругой поляризации ионных кристаллов	ОПК-3
4.	Опрос. Проверка решения домашней задачи	Основные особенности электропроводности диэлектриков	ОПК-3
5.	Опрос.	Ионная электропроводность диэлектриков	ОПК-3
6.	Опрос	Тангенс угла диэлектрических потерь.	ОПК-3
7.	Опрос	Фазовые переходы первого и второго рода	ОПК-3
8.	Опрос	Технические применения активных диэлектриков.	ОПК-3

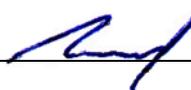
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

**Разработчик:**

 к.ф.-м.н., доцент Зубрицкий С.М.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики  
« 24 » марта 2022 г.

Протокол № 6

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.*