

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

                    Лейфа                    А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**«ФИЗИКА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ»**

Научная специальность 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Год набора – 2023

Год обучения – 2

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель Е.В. Стукова, доцент, д-р физ.-мат. наук

Инженерно-физический факультет

Кафедра физики

2023

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований по научной специальности от 20.10.21 № 951

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Зав. отделом докторантуры и аспирантуры

Сизова Е.С. Сизова

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Годосейчук А.А. Годосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

формирование представления о современных взглядах на физику сегнетоэлектриков.

### Задачи дисциплины:

- 1) приобретение знаний о современных теориях, применяемых к описанию сегнетоэлектриков
- 2) приобретений умений применять методы диэлектрической спектроскопии к исследованию свойств сегнетоэлектрических материалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физика сегнетоэлектриков» входит Образовательный компонент, раздел «Дисциплины (модули). Факультативные дисциплины» учебного плана. Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе обучения в вузе (в рамках высшего образования по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры). Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой подготовкой и владеть компетенциями, современными знаниями специалиста или магистра.

## 3. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины

3 – Год обучения

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – ПЗ (Практические занятия)

4.3 – Самостоятельная работа (в академических часах)

5 – Формы текущего контроля успеваемости (по семестрам), Форма промежуточной аттестации (по семестрам)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Лекции

| № п/п | Наименование темы (раздела)  | Содержание темы (раздела)   |
|-------|--|---|
| 1     | Основные физические свойства сегнетоэлектриков. Теория поляризации | Тепловые свойства сегнетоэлектриков. Теплоемкость. Теплопроводность. Упругие свойства сегнетоэлектриков. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков, не обладающих пьезоэффектом в параэлектрической фазе. Ошибочность определения поляризации через распределение заряда. Поляризация как протекание адиабатического тока. |
| 2     | Теория Ландау для сегнетоэлектриков.                               | Теория Ландау – Девоншира. Теория Ландау – Гинзбурга.   |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Размерные эффекты в сегнетоэлектриках | Размерные эффекты в теории Гинзбурга – Ландау – Девоншира. Внешние размерные эффекты. |
|---------------------------------------|---|

#### 4.2. Практические занятия

| Наименование темы  | Содержание темы   |
|--|---|
| Основные физические свойства сегнетоэлектриков. Теория поляризации         | Электромеханические свойства сегнетоэлектриков с пьезоэффектом в параэлектрической фаз. Пироэлектрический и электрокалорический эффекты. Практическое использование этих эффектов.<br>Формальное описание фазы Берри. Применение к сегнетоэлектрикам. |
| Теория Ландау для сегнетоэлектриков. Размерные эффекты в сегнетоэлектриках | Теория Ландау – Гинзбурга. Граничные эффекты. Влияние экранирования. Сверхрешетки. Другие геометрии.  |

#### 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Наименование темы (раздела)  | Содержание темы (раздела)          | Трудоемкость в академических часах |
|-------|--|------------------------------------|------------------------------------|
| 1     | Основные физические свойства сегнетоэлектриков. Теория поляризации         | Подготовка к практическому занятию | 32                                 |
| 2     | Теория Ландау для сегнетоэлектриков. Размерные эффекты в сегнетоэлектриках | Подготовка к практическому занятию | 32                                 |

#### 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При преподавании дисциплины «Физика сегнетоэлектриков» используются как традиционные (лекция, лекция - беседа, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар-дискуссия, использование ресурсов сети Internet и электронных учебников). Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения.

#### 7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Физика сегнетоэлектриков».

Вопросы к зачету

1. Тепловые свойства сегнетоэлектриков. Теплоемкость. Теплопроводность.
2. Упругие свойства сегнетоэлектриков.
3. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков, не обладающих пьезоэффектом в параэлектрической фазе.
4. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков с пьезоэффектом в параэлектрической фаз.
5. Пироэлектрический и электрокалорический эффекты. Практическое

использование этих эффектов.

6. Ошибочность определения поляризации через распределение заряда.
7. Поляризация как протекание адиабатического тока.
8. Формальное описание фазы Берри.
9. Применение к сегнетоэлектрикам.
10. Теория Ландау – Девоншира.
11. Теория Ландау – Гинзбурга.
12. Граничные эффекты.
13. Размерные эффекты в теории Гинзбурга – Ландау – Девоншира.
14. Внешние размерные эффекты.
15. Влияние экранирования.
16. Сверхрешетки.
17. Наночастицы. Размерные эффекты
18. Метод диэлектрической спектроскопии как основа для изучения свойств сегнетоэлектриков.
19. Генерация высших гармоник. Сильные и слабые поля

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Гольдаде, В. А. Физика конденсированного состояния / В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчук. — Минск : Белорусская наука, 2009. — 648 с. — Текст : электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/11505.html>
2. Поплавко, Ю. М. Физика активных диэлектриков : учебное пособие / Ю. М. Поплавко, Л. П. Переверзева, И. П. Раевский. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2009. — 480 с. — ISBN 978-5-9275-0636-1. — Текст : электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/47175.html>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

| № | Наименование   | Описание  |
|---|--|---|
| 1 | Google Chrome  | Бесплатное распространение по лицензии google chromium <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a> на условиях <a href="https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a> .  |
| 2 | Электронно-библиотечная система IPRbooks <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> | Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования |

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| № | Наименование  | Описание  |
|---|---|---|
| 1 | <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>             | Единое окно доступа к образовательным ресурсам  |
| 2 | <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a> | Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин. |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 3 | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>                     | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования  |
| 4 | <a href="http://grotrian.nsu.ru/ru/">http://grotrian.nsu.ru/ru/</a>         | Электронная структура атомов Российская информационно-справочная система по спектральным данным атомов и ионов с одной из самых полных баз спектральных данных среди мировых систем.  |
| 5 | <a href="http://www.mavicanet.ru/">http://www.mavicanet.ru/</a>             | MavicaNET - Многоязычный Поисковый Каталог. Теоретическая физика. Институты, лаборатории и др. организации, занимающиеся исследованиями в области теоретической физики. Может содержать все существующие подкатегории раздела физика, если источник связан с теоретическими исследованиями.                                     |
| 6 | <a href="http://dxdy.ru/fizika-f2.html">http:// dxdy.ru/ fizika-f2.html</a> | Научный форум. Физика, Математика, Химия, Механика и Техника. Обсуждение теоретических вопросов, входящих в стандартные учебные курсы. Дискуссионные темы физики: попытки опровержения классических теорий и т.п. Обсуждение нетривиальных и нестандартных учебных задач. Полезные ресурсы сети, содержащие материалы по физике |

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.