

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе  
А.В. Лейфа

06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**Физика сегнетоэлектриков**  
(наименование учебной дисциплины/модуля)

Направление подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия

Направленность (профиль) образовательной программы Физика конденсированного состояния

Год набора 2020

Год обучения 4

Форма обучения очная

Зачет 4 год обучения

Лекции 8 (акад. час.)

Практические занятия 8 (акад. час.)

Самостоятельная работа 56 (акад. час.)

Общая трудоемкость дисциплины 72 (акад. час.), 2 (з.е.)

Составитель: Е.В. Стукова, профессор, док. физ.-мат. наук

Факультет инженерно-физический

Кафедра физики

Благовещенск 2020 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теории и истории государства и права

« 15 » 05 2020 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой  Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО


Заведующий отделом докторантуры  
и аспирантуры

 Е.С. Сизова

« 15 » 05 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой, реализующей  
образовательную программу

 Е.В. Стукова

« 15 » 05 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

И. о. директора научной библиотеки

 О.В. Петрович

« 15 » 05 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** дисциплины заключается в формировании представления о современных взглядах на физику сегнетоэлектриков.

**Задачами** дисциплины являются:

- 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 ОП ВО:

Дисциплина «Физика сегнетоэлектриков» входит в блок факультативных дисциплин.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) термодинамику;
- 2) электродинамику;
- 3) физику конденсированного состояния.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать** современные подходы к описанию свойств сегнетоэлектрических кристаллов (УК-1);

**уметь** применять методы диэлектрической спектроскопии для исследования сегнетоэлектрических свойств материалов (УК-1);

**владеть** навыками анализа свойств сегнетоэлектриков (УК-1).

## 4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Разделы дисциплины	Компетенции
	УК-1
Основные физические свойства сегнетоэлектриков.	+
Теория поляризации	+
Теория Ландау для сегнетоэлектриков	+
Размерные эффекты в сегнетоэлектриках	+

## 5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 акад. часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Год обучения	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в акад. часах)			Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	СР	
1	2			3	6	7
1	Основные физические свойства сегнетоэлектриков.	4	2	2	14	Проверка в ходе практических работ
2	Теория поляризации	4	2	2	14	Проверка в ходе практических работ
3	Теория Ландау для сегнетоэлектриков	4	2	2	14	Проверка в ходе практических работ
4	Размерные эффекты в сегнетоэлектриках	4	2	2	14	Проверка в ходе практических работ
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>56</b>	<b>Зачет</b>

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1	Основные физические свойства сегнетоэлектриков.	Тепловые свойства сегнетоэлектриков. Теплоемкость. Теплопроводность. Упругие свойства сегнетоэлектриков. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков, не обладающих пьезоэффектом в параэлектрической фазе.
2	Теория поляризации	Ошибочность определения поляризации через распределение заряда. Поляризация как протекание адиабатического тока.
3	Теория Ландау для сегнетоэлектриков	Теория Ландау – Девошира. Терия Лаундау – Гинзбурга.
4	Размерные эффекты в сегнетоэлектриках	Размерные эффекты в теории Гинзбурга – Ландау – Девошира. Внешние размерные эффекты.

### 6.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основные физические свойства сегнетоэлектриков.	Электромеханические свойства сегнетоэлектриков с пьезоэффектом в параэлектрической фаз. Пироэлектрический и электрокалорический эффекты. Практическое использование этих эффектов.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
2	Теория поляризации	Формальное описание фазы Берри. Применение к сегнетоэлектрикам.
3	Теория Ландау для сегнетоэлектриков	Теория Лаундау – Гинзбурга. Граничные эффекты.
4	Размерные эффекты в сегнетоэлектриках	Влияние экранирования. Сверхрешетки. Другие геометрии.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Форма (вид самостоятельной работы)	Трудоемкость (в акад. часах)
1	2	3	4
1	Основные физические свойства сегнетоэлектриков.	Подготовка к практическому занятию	14
2	Теория поляризации	Подготовка к практическому занятию	14
3	Теория Ландау для сегнетоэлектриков	Подготовка к практическому занятию	14
4	Размерные эффекты в сегнетоэлектриках	Подготовка к практическому занятию	14
Итого			56

### Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. **Физика сегнетоэлектриков** [Электронный ресурс]: сб. учеб.-метод. материалов для направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» / АмГУ, ИФФ; сост. Е.В. Стукова  
[http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/9943.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9943.pdf)

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

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.

Распределение образовательных технологий соответствует проведению занятий в интерактивной форме в объеме 8 акад. час.

## 9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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».

### 9.1. 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 фазе.
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. Терия Лаундау – 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

### 9.2. Критерии оценки

**Текущий контроль** за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения аудиторных занятий посредством устного опроса, проведения контрольных работ или осуществления лекции в форме диалога.

**Зачет** – промежуточный контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего и промежуточного контроля в виде устного или письменного зачета при ответах на два вопроса в билете и дополнительные вопросы по желанию преподавателя.

**Зачтено** – изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них; допускаются отдельные существенные ошибки, исправление с помощью преподавателя.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ»\

### а) основная литература:

1. Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская



наука, 2009. — 648 с. — 2227-8397. — Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/11505.html>

**б) дополнительная литература:**

1. **Поплавко Ю.М.** Физика активных диэлектриков [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Поплавко, Л.П. Переверзева, И.П. Раевский. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009. — 480 с. — 978-5-9275-0636-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47175.html>
2. **Струков, Б.А.** Физические основы сегнетоэлектрических явлений в кристаллах [Текст] / Б.А. Струков, А.П. Леванюк. – М.: Наука, 1995. – 302

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурс**

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	Операционная система MS Windows 10 Education, Pro	Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года
2	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>

**г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

№	Адрес	Название, краткая характеристика
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

**11.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Из сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в урок-диктант.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников.

Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции.

Подготовка к практическим занятиям: темы – в соответствии с п. 6.2 списка тем практических занятий, содержание – в соответствии с программой и вопросами для самопроверки.

Подготовка к лабораторным работам – в основном состоит в конспектировании ответов на вопросы допуска к работам (прилагаются к каждой работе).

В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

Зачет – форма заключительной проверки знаний, умений, навыков, степени развития обучающихся в системе образования; по своим целям бывают выпускными, завершающими определенный этап учебного процесса, вступительными.

Основная цель подготовки к экзамену – достичь понимания законов и явлений, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать ваши индивидуальные особенности.

## **12. 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 по-



мещения 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.