

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:35
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Термодинамическая теория сегнетоэлектриков

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Программа подготовки
«Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Для студентов 4 курса очной формы обучения

Составитель: 
к.ф.-м.н., профессор Иванов В.В.

Тверь 2017

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Термодинамическая теория сегнетоэлектриков

2. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является: изучение термодинамической теории фазовых переходов I и II рода сегнетоэлектриков и доменной структуры процессов реполяризации.

Задачами освоения дисциплины являются: получить представление об основных закономерностях физики сегнетоэлектриков, изучить возможность практического применения термодинамической теории фазовых переходов одноосных и многоосных сегнетоэлектриков. Изучить основные методы наблюдения доменной структуры сегнетоэлектриков.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана.

Содержательная часть производственной деятельности специалиста-физика направлена на исследование и изучение физических свойств диэлектриков, электрических полей и явлений, лежащих в основе физики диэлектриков, на освоение новых методов исследований. Учебная дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Физические свойства сегнетоэлектриков» и «Физика пьезоэлектриков».

4. Объем дисциплины:

3 зачетных единиц, **108 академических часа, в том числе**

контактная работа: лекции **32** часов, практические занятия **32** часов; **самостоятельная работа: 44** часа.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
--	--

<p>ПК-1 Владеть способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>	<p>Владеть: способностью планирования проведения современного физического эксперимента в области физики сегнетоэлектриков с использованием новейших достижений физического приборостроения.</p> <p>Уметь: теоретически объяснять рассматриваемые физические явления, решать поставленные физические задачи, применять полученные навыки и знания в практической профессиональной деятельности.</p> <p>Знать: термодинамическую теорию фазовых переходов сегнетоэлектриков I и II рода и многоосных сегнетоэлектриков, методы наблюдения доменной структуры сегнетоэлектриков, диэлектрический гистерезис, процессы перепolarизации сегнетоэлектриков. эффект Баркгаузена, диэлектрическая вязкость</p>
<p>ОПК-2 - владеть способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии</p>	<p>Владеть: современными методами экспериментального и теоретического исследований сегнетоэлектриков</p> <p>Уметь: Применять полученные знания в области научных исследований.</p> <p>Знать: Основные понятия физики сегнетоэлектричества, классификацию сегнетоэлектриков. Термодинамические функции и фазовые переходы в кристаллах.</p>

6. Форма промежуточной аттестации экзамен в 7 семестре

7. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Само- стоятель- ная рабо- та (час.)
		Лекции	Практиче- ские работы	
Основные понятия физики сегнетоэлектричества. Краткий исторический обзор. Классификация сегнетоэлектриков.	6	2	2	2
Термодинамические функции и фазовые переходы в кристаллах. Теория фазовых переходов II рода (теория Ландау).	6	3	2	1
Термодинамическая теория фазовых переходов в сегнетоэлектриках. Фазовые переходы II рода в одноосных сегнетоэлектриках.	7	2	2	3
Сегнетоэлектрический фазовый переход I рода.	9	3	2	4
Влияние электрического поля и механических напряжений на фазовые переходы в сегнетоэлектриках.	6	1	2	3
Фазовые переходы в многоосных сегнетоэлектриках.	7	1	2	4
Критическая точка	7	2	2	3
Сегнетоэлектрический фазовый переход и симметрия кристалла.	6	2	2	2
Области применимости термодинамической теории сегнетоэлектричества	7	2	2	3
Причины образования доменной структуры. Методы наблюдения доменных структур в сегнетоэлектриках. Общие закономерности доменных структур.	7	2	2	3
Доменные стенки. Доменная структура важнейших сегнетоэлектрических кристаллов.	9	3	3	3
Доменная структура и процессы реполяризации. Диэлектрический гистерезис.	9	3	3	3
Поведение сегнетоэлектриков в импульсных электрических полях. Методика Мерца Ток реполяризации. Зарождение и рост доменов.	8	2	2	4
Эффект Баркгаузена в сегнетоэлектриках.	7	2	2	3
Диэлектрическая вязкость и её роль в процессах переключения сегнетоэлектриков.	7	2	2	3

Итого	108	32	32	44
	108			

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- 1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.**
- 2. Требования к рейтинг-контролю.**

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Наряду с другими дисциплинами учебного плана дисциплина «Термодинамическая теория сегнетоэлектриков» способствует формированию профессиональных компетенций ПК-1 «способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин», ОПК-2 «Способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии».

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Термодинамическая теория сегнетоэлектриков» могут сдать экзамен по итогам рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.). Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности общепрофессиональной компетенции ПК-1 «Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин»

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Начальный владеть		
Начальный уметь		<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован – 2 балла • Дан неверный ответ – 0 баллов
Начальный знать		<ul style="list-style-type: none"> • Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.
Промежуточный владеть		
Промежуточный уметь		<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован – 2 балла • Дан неверный ответ – 0 баллов
Промежуточный знать		<ul style="list-style-type: none"> • Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности общепрофессиональной компетенции ОПК-2 «Способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии»

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания

Начальный владеть		
Начальный уметь		<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован – 2 балла • Дан неверный ответ – 0 баллов
Начальный знать		<ul style="list-style-type: none"> • Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.
Промежуточный владеть		
Промежуточный уметь		<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован – 2 балла • Дан неверный ответ – 0 баллов
Промежуточный знать		<ul style="list-style-type: none"> • Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.

Список вопросов и заданий для проверки уровня сформированности профессиональной компетенции ПК-1 «Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин»

Для оценивания результатов обучения в виде владений предлагается рассмотреть следующие темы:

1. Термодинамические функции и фазовые переходы в кристаллах.
2. Теория фазовых переходов II рода (Теория Ландау).
3. Термодинамическая теория для одноосных сегнетоэлектриков.
4. Поведение сегнетоэлектрика при приложении слабого электрического поля. Закон Кюри-Вейсса.
5. Правило «2».

Для оценивания результатов обучения в виде умений предлагается продемонстрировать следующие навыки решения типичных примеров:

1. Термодинамическая теория и диэлектрический гистерезис.
2. Термодинамическая теория сегнетоэлектрических фазовых переходов I рода.
3. Скачок спонтанной поляризации в точке фазового перехода.
4. Температурный гистерезис.
5. Критическая точка (трикритическая точка Кюри).

Для оценивания результатов обучения в виде знаний предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Влияние электрических полей и механических напряжений на фазовые переходы в сегнетоэлектриках.
2. Термодинамическая теория фазовых переходов в многоосных сегнетоэлектриках.
3. Сегнетоэлектрические фазовые переходы и симметрия кристаллов.
4. Ограничения, накладываемые на возможные изменения симметрии при фазовых переходах.

Список вопросов и заданий для проверки уровня сформированности профессиональной компетенции ОПК-2 «Способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии»

Для оценивания результатов обучения в виде владений предлагается рассмотреть следующие темы:

1. Области применимости термодинамической теории сегнетоэлектричества.
2. Сегнетоэлектрический фазовый переход и симметрия кристалла.
3. Причины образования доменной структуры сегнетоэлектриков.
4. Доменные стенки.

Для оценивания результатов обучения в виде умений предлагается продемонстрировать следующие навыки решения типичных примеров:

1. Методы наблюдения и исследования доменной структуры сегнетоэлектриков.
2. Реальная доменная структура некоторых сегнетоэлектриков.
3. Доменная структура и процессы переполяризации сегнетоэлектриков.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Диэлектрический гистерезис.
2. Ток переполяризации.
3. Эффект Баркгаузена в сегнетоэлектриках.
4. Диэлектрическая вязкость.

Перечень вопросов для систематизации знаний:

1. Термодинамические функции и фазовые переходы в кристаллах.
2. Теория фазовых переходов II рода (Теория Ландау).
3. Термодинамическая теория для одноосных сегнетоэлектриков.
4. Поведение сегнетоэлектрика при приложении слабого электрического поля. Закон Кюри-Вейсса. Правило «2».
5. Термодинамическая теория и диэлектрический гистерезис.

6. Термодинамическая теория сегнетоэлектрических фазовых переходов I рода.
7. Скачок спонтанной поляризации в точке фазового перехода.
8. Температурный гистерезис.
9. Критическая точка (трикритическая точка Кюри).
10. Влияние электрических полей и механических напряжений на фазовые переходы в сегнетоэлектриках.
11. Термодинамическая теория фазовых переходов в многоосных сегнетоэлектриках.
12. Сегнетоэлектрические фазовые переходы и симметрия кристаллов.
13. Ограничения, накладываемые на возможные изменения симметрии при фазовых переходах.
14. Области применимости термодинамической теории сегнетоэлектричества.
15. Сегнетоэлектрический фазовый переход и симметрия кристалла.

V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература:

1. Алешкевич В. А. Электромагнетизм: учебник. - М.: Физматлит, 2014. - 404 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275299>

б) Дополнительная литература:

1. Гуртов В. А. Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие. - М.: Техносфера, 2012. - 560 с. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466>

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС «ИНФРА-М» <http://www.znaniium.com>
2. ЭБС «Университетская библиотека ОН-ЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- обязательное выполнение домашних заданий, предусмотренных лекционными и лабораторными занятиями;
- углубленное изучение литературы и решение задач по пройденным темам и по вопросам, дополнительно указанным преподавателем;
- использование материалов рабочей программы для систематизации знаний и подготовке к занятиям и контрольным работам.

2. Требования к рейтинг-контролю

Результаты промежуточной аттестации выставляются на основе текущего контроля успеваемости (рейтинг-контроль, баллы за выполненные практические задания суммируются) и по результатам зачета.

Вопросы к рейтинг-контролю

1. Причины образования доменной структуры сегнетоэлектриков.
2. Доменные стенки.
3. Методы наблюдения и исследования доменной структуры сегнетоэлектриков.
4. Реальная доменная структура некоторых сегнетоэлектриков.
5. Доменная структура и процессы переполяризации сегнетоэлектриков.
6. Диэлектрический гистерезис.
7. Ток переполяризации.
8. Эффект Баркгаузена в сегнетоэлектриках.
9. Диэлектрическая вязкость.

Рейтинг 1 (Темы 1-3)

Первая контрольная точка. Содержание модуля 1: Раздел 1-3. Лабораторные работы (4)

30 баллов, из них 10 –текущая работа, 10- посещаемость, 10- контрольная работа. 10-ая неделя

Рейтинг 2.

Вторая контрольная точка. Содержание модуля 2: Раздел 4-5.

Лабораторные работы (4)

30 баллов, из них 10 –текущая работа, 10- посещаемость, 10- контрольная работа.

Критерии: работа на каждом практическом занятии – по 5 баллов (текущая работа), правильный ответ на один вопрос контрольной работы – 2 балла.

Программой предусматривается выполнение письменных контрольных работ и отчеты о выполнении студентами заданий на лабораторных занятиях в качестве форм рубежного контроля в конце каждого модуля. Для подготовки к рубежному контролю предполагается выполнение домашних заданий по каждой пройденной в течение модуля теме и использование банка контрольных вопросов и заданий рабочей программы.

VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)

IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебно-научная лаборатория физики диэлектриков, пьезоэлектриков и сегнетоэлектриков-полупроводников №35 (170002 Тверская обл., г. Тверь,	1. Экран настенный ScreenMedia 153*203 (M082-08147) 2. Ноутбук DELL Inspiron 1300 (1.7 GHz)	Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.

Садовый пер., д. 35)	15.4WXGA. 512MB. 80GB 3. Проектор LG RD-JT90, DLP ,2 200 ANSI Lm, 4. Проектор Quadra 250 X 5. Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест	MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
----------------------	---	---

Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт 2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь 3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D 4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели	Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009 Google Chrome - бесплатно Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Lazarus 1.4.0 - бесплатно Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011 MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012 Microsoft Express Studio 4 - бесплатно MiKTeX 2.9 - бесплатно MPICH 64-bit – бесплатно MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	Раздел IV	Реквизиты «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» и «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
2.	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.