

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Доменная структура сегнетоэлектриков

Код модуля
1155950(2)

Модуль
Физика и технологии микро- и нанoeлектроники

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шур Владимир Яковлевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- Шур Владимир Яковлевич, Профессор, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Доменная структура сегнетоэлектриков

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Коллоквиум	1
		Домашняя работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Доменная структура сегнетоэлектриков

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания	Домашняя работа Коллоквиум Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	фундаментальных и общеинженерных наук У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук	
ПК-5 -Способен предлагать актуальные методы и подходы решения научных и технологических задач в области наноматериалов, а также смежных областей	З-1 - Описывать основные научные достижения и современные методы экспериментальных и теоретических исследований П-1 - Использовать методы решения научно- технологических задач на основе анализа согласованных научных знаний У-1 - Определять конкретную задачу в рамках научного эксперимента	Домашняя работа Коллоквиум Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	1,8	50
<i>коллоквиум</i>	1,16	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	1,12	100

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
----------------------------	---

Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно но (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Температурные зависимости спонтанной поляризации и диэлектрической проницаемости при фазовых переходах первого и второго рода. Закон Кюри-Вейсса.
2. Методы визуализации доменной структуры сегнетоэлектриков: оптические, зондовые, эмиссионные и декорирование. Параметры равновесной доменной структуры.
3. Кинетика доменной структуры одноосных сегнетоэлектриков в электрическом поле.
4. Зависимость от симметрии. Детерминированное и стохастическое зародышеобразование. Эффект сохранения формы при слиянии доменов. Форма доменов при неравновесных условиях переключения.
5. Коррелированное зародышеобразование. Интегральные методы исследования. Измерение петли диэлектрического гистерезиса методом Сойера-Тауера. Измерение тока переключения по методике Мерца. Анализ тока переключения с использованием формулы Колмогорова-Аврами.

6. Оптические свойства сегнетоэлектриков.
7. Доменная инженерия. Применение сегнетоэлектриков без эффекта переключения.

Примерные задания

1. Описать механизмы экранирования деполяризующих полей.
2. Дать характеристику механизмов переключения поляризации.
3. Охарактеризовать кинетику доменной структуры одноосных сегнетоэлектриков в электрическом поле.
4. Прямое прорастание доменов. Боковое движение доменных стенок. Коалесценция доменов. Самопроизвольное обратное переключение. Эффекты запаздывания экранирования.
5. Движение доменной стенки при неэффективном экранировании.
6. Эффекты торможения. Скачкообразное движение доменных стенок.
7. Детерминированное и стохастическое зародышеобразование. Эффект сохранения формы при слиянии доменов.
8. Особенности формирования доменов при неравновесных условиях переключения.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Кинетика доменов
2. Форма доменов

Примерные задания

1. Кратко описать механизмы переключения поляризации в сегнетоэлектриках и основные стадии эволюции доменной структуры одноосного сегнетоэлектрика при переключении поляризации в однородном электрическом поле. Сформулировать основы кинетического подхода к описанию эволюции доменной структуры.

2. Кратко описать процесс роста изолированных доменов в электрическом поле за счет генерации ступеней и движения кинков. Выявить особенности формы при детерминированном и стохастическом зародышеобразовании. Представить объяснение эффекта сохранения формы при слиянии доменов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Процесс экранирования деполяризующих полей
2. Методы визуализации доменной структуры сегнетоэлектриков

Примерные задания

1. Основные механизмы внешнего и объемного экранирования. Роль собственных и искусственных диэлектрических зазоров. Формирование связанного внутреннего поля. Эффекты запаздывания экранирования. Движение и особенности формы доменной стенки при неэффективном экранировании.

2. Оптические методы конфокальная микроскопия, поляризационная микроскопия, микроскопия генерации второй гармоники.

Сканирующая зондовая микроскопия.

Электронная микроскопия.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Применение сегнетоэлектриков.

Примерные задания

Доменная инженерия. Условие фазового квазисинхронизма. Преобразование частоты лазерного излучения.

Генерация второй гармоники в кристаллах с периодической доменной структурой.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Основные физические свойства сегнетоэлектриков.
 2. Температурные зависимости спонтанной поляризации и диэлектрической проницаемости при фазовых переходах первого и второго рода. Закон Кюри-Вейсса.
 3. Кристаллографическое рассмотрение сегнетоэлектричества. Сегнетоэлектрики типа смещения и типа порядок-беспорядок.
 4. Пирозлектрики, сегнетоэластики, антисегнетоэлектрики.
 5. Равновесная и метастабильная доменная структура. Методы визуализации доменной структуры сегнетоэлектриков.
 6. Параметры равновесной доменной структуры. Нейтральные и заряженные доменные стенки. Формирование доменной структуры при сегнетоэлектрическом фазовом переходе и ее эволюция при последующем охлаждении.
 7. Механизмы внешнего и объемного экранирования деполяризующих полей. Влияние собственных и искусственных диэлектрических зазоров. Связанное внутреннее поле.
 8. Механизмы переключения поляризации в сегнетоэлектриках.
 9. Кинетика доменной структуры одноосных сегнетоэлектриков в электрическом поле. Зародышеобразование. Прямое прораствание доменов. Боковое движение доменных стенок. Коалесценция. Самопроизвольное обратное переключение.
 10. Эффективность экранирования. Эффекты запаздывания экранирования. Движение доменной стенки при неэффективном экранировании. Эффекты торможения. Скачкообразное движение доменных стенок.
 11. Зависимость формы доменов от симметрии. Детерминированное и стохастическое зародышеобразование. Форма доменов при неравновесных условиях переключения. Потеря устойчивости формы. Формирование дендритных доменов.
 12. Плавное движение доменных стенок. Формирование нанодоменов. Коррелированное зародышеобразование. Широкая доменная. Разрастание доменных ансамблей. Формирование нанодоменных структур в результате импульсного лазерного нагрева.
 13. Измерение петли диэлектрического гистерезиса методом Сойера-Тауера.
 14. Методика Мерца.
 15. Анализ тока переключения с использованием формулы Колмогорова-Аврами. Учет влияния конечных размеров. Изменение размерности роста - геометрические катастрофы.
 16. Оптические свойства сегнетоэлектриков. Фотовольтаический и фотогальванический эффекты.
 17. Фоторефрактивный эффект и оптическое повреждение.
 18. Фотодоменный эффект. Генерация второй гармоники – фазовый квазисинхронизм.
 19. Доменная инженерия. Преобразование частоты лазерного излучения. Генерация второй гармоники в кристаллах с периодической доменной структурой
 20. Применение сегнетоэлектриков без эффекта переключения.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

