

Документ подписан электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 22.07.2024 16:05:28
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП



[Handwritten signature]

Б.Б.Педько

«21»

мая

2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Физика и технологии функциональных материалов

Закреплена за кафедрой: **Прикладной физики**

Направление подготовки: **03.03.02 Физика**

Направленность (профиль): **Медицинская физика**

Квалификация: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Семестр: **7**

Программу составил(и):
канд. физ.-мат. наук, доц., Барабанова Е.В.

Тверь, 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

подготовка студентов к проектированию и реализации технологических процессов получения функциональных материалов

Задачи:

- изучение физико-химических явлений, описывающих технологические процессы изготовления функциональных диэлектрических материалов;
- освоение методик исследования и контроля свойств и структуры формирующихся функциональных материалов на разных этапах их создания;
- формирование умений и навыков работы с измерительным оборудованием;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В.ДВ.04Б1.В

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Механика

Молекулярная физика

Электричество и магнетизм

Физика конденсированного состояния вещества

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Материаловедение электронной техники

Преддипломная практика

Научно-исследовательская работа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия	52
самостоятельная работа	36

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-2.2: Анализирует физические явления и процессы и составляет отчет по теме исследования или по результатам проведенных экспериментов

ПК-3.1: Осуществляет анализ данных с применением математических методов и информационных технологий

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
зачеты	7

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
------------	-----------------------------	-------------	----------------	-------	-----------	------------

	Раздел 1. Тема 1. Функциональные материалы. Материалы и материаловедение. Функциональные и конструкционные материалы. Типы функциональных материалов.					
1.1	Тема 1. Функциональные материалы. Материалы и материаловедение. Функциональные и конструкционные материалы. Типы функциональных материалов.	Лек	7	2	Л1.2 Л1.9 Л1.3 Л1.1 Л1.10 Л1.6 Л1.7 Л1.4 Л1.5 Л1.8	
1.2	Тема 1. Функциональные материалы. Материалы и материаловедение. Функциональные и конструкционные материалы. Типы функциональных материалов.	Ср	7	2		
	Раздел 2. Тема 2. Сегнетоэлектрическая керамика Керамические материалы. Сегнетоэлектрики. Характеристики сегнетокерамики. Примеры сегнетоэлектрических керамических материалов.					
2.1	Тема 2. Сегнетоэлектрическая керамика Керамические материалы. Сегнетоэлектрики. Характеристики сегнетокерамики. Примеры сегнетоэлектрических керамических материалов.	Лек	7	2		
2.2	Тема 2. Сегнетоэлектрическая керамика Керамические материалы. Сегнетоэлектрики. Характеристики сегнетокерамики. Примеры сегнетоэлектрических керамических материалов.	Ср	7	4		

	Раздел 3. Тема 3. Технологии производства сегнетоэлектрической керамики на примере керамики цирконата-титаната свинца. Общая схема традиционной керамической технологии. Исходные компоненты и требования к ним. Составление шихты.					
3.1	Тема 3. Технологии производства сегнетоэлектрической керамики на примере керамики цирконата-титаната свинца. 3.1 Этап 1. Общая схема традиционной керамической технологии. Исходные компоненты и требования к ним. Составление шихты. Операции измельчения и смешения и оборудование для них.	Лек	7	4		
3.2	Тема 3. Технологии производства сегнетоэлектрической керамики на примере керамики цирконата-титаната свинца. 3.1 Этап 1. Общая схема традиционной керамической технологии. Исходные компоненты и требования к ним. Составление шихты. Операции измельчения и смешения и оборудование для них.	Лаб	7	2		
3.3	Тема 3. Технологии производства сегнетоэлектрической керамики на примере керамики цирконата-титаната свинца. 3.1 Этап 1. Общая схема традиционной керамической технологии. Исходные компоненты и требования к ним. Составление шихты. Операции измельчения и смешения и оборудование для них.	Ср	7	4		
	Раздел 4. Тема 3.1. Этап 1. Операции измельчения и смешения и оборудование для них. Разрушение материалов.					

4.1	Тема 3. Этап 1. Операции измельчения и смешения и оборудование для них.	Лек	7	2		
4.2	Тема 3. Этап 1. Операции измельчения и смешения и оборудование для них.	Лаб	7	2		
4.3	Тема 3. Этап 1. Операции измельчения и смешения и оборудование для них.	Ср	7	2		
	Раздел 5. Тема 3.2 Этап 2. Синтез сегнетокерамики. Твердофазный синтез: физико-химические основы. Выбор режима синтеза. Оборудование для синтеза. Вторичный помол.					
5.1	Тема 3.2 Этап 2. Синтез сегнетокерамики. Твердофазный синтез: физико-химические основы. Выбор режима синтеза. Оборудование для синтеза. Вторичный помол.	Лек	7	2		
5.2	Тема 3.2 Этап 2. Синтез сегнетокерамики. Твердофазный синтез: физико-химические основы. Выбор режима синтеза. Оборудование для синтеза. Вторичный помол.	Ср	7	4		
	Раздел 6. Тема 3.3. Этап 3. Формование. Подготовка пресс-масс: гранулирование, приготовление шликера, пластичных масс. Способы формования: полусухое прессование, горячее литье под давлением, экструзия, шликерное литье, горячее прессование.					
6.1	Тема 3.3. Этап 3. Формование. Подготовка пресс-масс: гранулирование, приготовление шликера, пластичных масс. Способы формования: полусухое прессование, горячее литье под давлением, экструзия, шликерное литье, горячее прессование.	Лек	7	2		

6.2	Тема 3.3. Этап 3. Формование. Подготовка пресс-масс: гранулирование, приготовление шликера, пластичных масс. Способы формования: полусухое прессование, горячее литье под давлением, экструзия, шликерное литье, горячее прессование.	Лаб	7	6		
6.3	Тема 3.3. Этап 3. Формование. Подготовка пресс-масс: гранулирование, приготовление шликера, пластичных масс. Способы формования: полусухое прессование, горячее литье под давлением, экструзия, шликерное литье, горячее прессование.	Ср	7	4		
	Раздел 7. Тема 3.4. Этап 4. Спекание. Выбор режима спекания. Оборудование для спекания.					
7.1	Тема 3.4. Этап 4. Спекание. Выбор режима спекания. Оборудование для спекания.	Лек	7	2		
7.2	Тема 3.4. Этап 4. Спекание. Выбор режима спекания. Оборудование для спекания.	Лаб	7	6		
7.3	Тема 3.4. Этап 4. Спекание. Выбор режима спекания. Оборудование для спекания.	Ср	7	2		
	Раздел 8. Тема 3.5. Этап 5. Создание готового элемента. Механическая обработка заготовки. Металлизация. Поляризация. Оборудование для данных процессов. Контроль качества продукции.					
8.1	Тема 3.5. Этап 5. Создание готового элемента. Механическая обработка заготовки. Металлизация. Поляризация. Оборудование для данных процессов. Контроль качества продукции.	Лаб	7	8		
8.2	Тема 3.5. Этап 5. Создание готового элемента. Механическая обработка заготовки. Металлизация. Поляризация. Оборудование для данных процессов. Контроль качества продукции.	Ср	7	4		

8.3	Тема 3.5. Этап 5. Создание готового элемента. Механическая обработка заготовки. Металлизация. Поляризация. Оборудование для данных процессов. Контроль качества продукции. (2)	Лек	7	2		
	Раздел 9. Тема 3.6. Технологические схемы, отличные от традиционной керамической технологии. По типу смешивания: Химическое смешивание исходных компонент; криохимическое смешивание исходных компонент. По типу синтеза: горячее прессование; технологии горения, СВЧ синтез.					
9.1	Тема 3.6. Технологические схемы, отличные от традиционной керамической технологии. По типу смешивания: Химическое смешивание исходных компонент; криохимическое смешивание исходных компонент. По типу синтеза: горячее прессование; технологии горения, СВЧ синтез.	Лек	7	2		
9.2	Тема 3.6. Технологические схемы, отличные от традиционной керамической технологии. По типу смешивания: Химическое смешивание исходных компонент; криохимическое смешивание исходных компонент. По типу синтеза: горячее прессование; технологии горения, СВЧ синтез.	Ср	7	4		
	Раздел 10. Тема 4. Сегнетоэлектрические пленки. Тема 4.1 Технологии производства сегнетоэлектрических пленок. Способы получения толстых пленок. Способы получения тонких пленок. Роль подложки и требования к ней. Свойства пленок и их изучение.					

10.1	Тема 4.1 Технологии производства сегнетоэлектрических пленок. Способы получения толстых пленок. Способы получения тонких пленок. Роль подложки и требования к ней. Свойства пленок и их изучение.	Лек	7	2		
10.2	Тема 4.1 Технологии производства сегнетоэлектрических пленок. Способы получения толстых пленок. Способы получения тонких пленок. Роль подложки и требования к ней. Свойства пленок и их изучение.	Ср	7	2		
	Раздел 11. Тема 4.2. Физические методы изготовления сегнетоэлектрических тонких пленок. Основные стадии процесса физического осаждения пленок из газовой фазы: перевод атомов или молекул из конденсированного состояния в газообразно; перенос паров до подложки; конденсация атомов или молекул на подложку; рост пленок. Кристаллизация пленок и нанесение электродов. Методы физического осаждения: термическое испарение, ионно-плазменное распыление (катодное и магнетронное), ионная имплантация, электронно-лучевое испарение, пленки Ленгмюра-Блоджетт.					
11.1	Тема 4.2. Физические методы изготовления сегнетоэлектрических тонких пленок.	Лек	7	2		
11.2	Тема 4.2. Физические методы изготовления сегнетоэлектрических тонких пленок.	Ср	7	2		

	Раздел 12. Тема 4.3. Химические методы изготовления сегнетоэлектрических тонких пленок. Осаждение из газовой фазы. Химическое осаждение из растворов.					
12.1	Тема 4.3. Химические методы изготовления сегнетоэлектрических тонких пленок.	Лек	7	2		
12.2	Тема 4.3. Химические методы изготовления сегнетоэлектрических тонких пленок.	Ср	7	2		
	Раздел 13. Защита лабораторных работ					
13.1	защита лабораторных работ	Лаб	7	2		

Образовательные технологии

Основная форма проведения лабораторных занятий - работа в группах по двое.

Список образовательных технологий

1	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Технологии развития критического мышления
4	Активное слушание

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Перечень лабораторных работ:

1. Составление шихты. Смешение-измельчение сырья.
2. Определение дисперсности и плотности измельченных спеков.
3. Формование. Определение плотности заготовки.
4. Влияние спекания на заготовку.
5. Изучение плотности и пористости методом гидростатического взвешивания и методом пузырька.
6. Изучение структуры керамического образца. Определение плотности зерен керамики.
7. Механическая обработка заготовки. Определение диэлектрических характеристик керамики.
8. Определение микротвердости керамики.

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

см. Приложение

8.3. Требования к рейтинг-контролю

Форма проведения зачета: сдача лабораторных работ по дисциплине. Студент, не

выполнивший все лабораторные работы, не допускается к защите работ.

Студенты, освоившие программу курса «Физика и технологии функциональных материалов» могут получить зачет по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то зачет сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

Модуль 1.

Выполнение лабораторных работ, подготовка и защита отчетов, ответы на теоретические вопросы - 40 баллов

Модуль 2

Выполнение лабораторных работ, подготовка и защита отчетов, ответы на теоретические вопросы - 40 баллов

зачет - 20 баллов

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Головнин, Каплунов, Малышкина, Педько, Пьезоэлектрическая керамика: применение, производство, перспективы, Тверь: Тверской государственный университет, 2010, ISBN: , URL: http://eprints.tversu.ru/1514/
Л1.10	Головнин В. А., Каплунов И. А., Малышкина О. В., Педько Б. Б., Мовчикова А. А., Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов, Москва: Техносфера, 2013, ISBN: 978-5-94836-352-3, URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233464
Л1.2	Головнин, Каплунов, Педько, Малышкина, Мовчикова, Материаловедение электронной техники. Технологии наноматериалов, Тверь: Тверской государственный университет, 2012, ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts/EOR/ucheb/13465d/Start.html
Л1.3	Каплунов, Введение в физику керамических материалов, Тверь: Тверской государственный университет, 1999, ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts2/00006ucheb.pdf
Л1.4	Ращупкина, Дерябин, Технология керамических материалов и искусственных пористых заполнителей : в 2 частях. Часть 2, Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2022, ISBN: , URL: https://znanium.com/catalog/document?id=435707
Л1.5	Ращупкина, Дерябин, Технология керамических материалов и искусственных пористых заполнителей : в 2 частях. Часть 1, Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2022, ISBN: , URL: https://znanium.com/catalog/document?id=435706
Л1.6	Хамматова Э. А., Гайнутдинов Р. Ф., Функциональные материалы технического назначения, Казань: КНИТУ, 2020, ISBN: 978-5-7882-2943-0, URL: https://e.lanbook.com/book/245024

Л1.7	Мальцева И. В., Козлов А. В., Лазарева Я. В., Козлов Г. А., Технология керамических материалов и изделий, Ростов-на-Дону: Донской ГТУ, 2021, ISBN: 978-5-7890-1975-7, URL: https://e.lanbook.com/book/237941
Л1.8	Кострюков В. Ф., Миттова И. Я., Термодинамика процессов синтеза функциональных материалов. Механохимия, Воронеж: ВГУ, 2018, ISBN: , URL: https://e.lanbook.com/book/171181
Л1.9	Исакова И. В., Чурилова Н. Н., Строение и свойства полифункциональных материалов и нанокompозитов, Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019, ISBN: 978-5-00137-057-4, URL: https://e.lanbook.com/book/122212

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome
4	OpenOffice
5	Mozilla Firefox
6	Notepad++
7	Origin 8.1 Sr2

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
2	ЭБС «Лань»
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	ЭБС «ЮРАИТ»
5	ЭБС «ZNANIUM.COM»
6	СПС "ГАРАНТ"
7	СПС "КонсультантПлюс"

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-28	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран настенный
3-30	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, лабораторные весы, муфельная печь, печной аппарат, установка "Кристалл"

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс обучения включает аудиторные занятия путем проведения лекционных и семинарских занятий, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль полученных знаний, использование различных форм научно-исследовательской деятельности студентов, самостоятельную работу, а так же проведение итогового контроля.

Выработка профессиональных навыков и умений предполагает широкое использование в ходе образовательного процесса интерактивных методик обучения. Использование активных методов обучения имеет целью конструктивное вовлечение студентов в учебный процесс, активизацию учебно-познавательной деятельности.

Активные методы обучения предполагают деловое сотрудничество, взаимодействие, обмен информацией, более глубокое усвоение материала, понимание сущности изучаемых явлений, и как результат – получение соответствующих знаний, умений и навыков, формирование компетенций.

Лекционные занятия проводятся с использованием активных методик обучения в форме лекции-беседы, лекции-дискуссии.

Лекция-беседа предполагает непосредственный контакт с аудиторией. Позволяет: привлекать внимание слушателей по наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения с учетом специфики аудитории, расширять круг мнений обучающихся; использовать коллективный опыт и знания. На лекции используются вопросы:

а) позволяющие выяснить уровень осведомленности в проблеме, степень готовности к восприятию учебного материала;

б) проблемные, стимулирующие самостоятельные выводы и обобщения.

Лекция-дискуссия предполагает не только ответы слушателей на вопросы лектора, но и свободный обмен мнениями в промежутках между логически оформленными разделами сообщения учебного материала. При правильном подборе вопросов и грамотном руководстве дискуссией позволяет использовать мнение слушателей для изменения негативных установок и ошибочных мнений отдельных слушателей.

Рекомендации по выполнению групповых проектов.

Проект может быть индивидуальным или групповым. Выполнение групповых проектов проверяет культуру поведения студента, готовность к кооперации, его компетенцию работать в коллективе. В групповых проектах оценивается вклад каждого участника. В ходе их выполнения студенты развивают умение работать в группах, эффективного общения, решения проблем, разрешения конфликтов и т.д. Коммуникативные, личные и межличностные умения могут быть оценены в ходе непосредственного наблюдения за процессом планирования деятельности и во время групповой работы. Проект может представлять собой подготовку докладов с использованием интерактивных и мультимедийных технологий.

По продолжительности доклад должен быть не более 10-15 минут. После выступления докладчика студенты обсуждают содержание доклада, задают вопросы, высказывают собственные суждения. При подготовке к докладу необходимо более глубокое изучение теоретических основ дисциплины, что позволит обозначить пробелы правового регулирования, сформулировать собственные выводы. Целесообразно структурировать доклад и письменно зафиксировать его основные тезисы. Доклад способствует выработке навыка по публичному выступлению, умению обосновывать свою точку зрения.

Большое значение при изучении дисциплины «Введение в инноватику» уделяется также взаимоконтролю и самоконтролю студентов. Взаимоконтроль осуществляется при работе в малых группах и заключается в групповом обсуждении точек зрения студентов по поводу разрешения тех или иных задач, возможностей применения инновационного подхода для их решения. Самоконтроль осуществляется при мысленном аналитическом соотнесении студентом своего варианта решения проблемной ситуации или выполненного практического задания с тем, который предлагает другой студент или преподаватель.

Промежуточный контроль проводится в форме проверки выполнения заданий, упражнений в ходе проведения занятий со студентами. Методы и формы такой проверки могут быть различными, они зависят от содержания учебного материала, его сложности, актуальности и т.п.

Рубежный контроль проводится в соответствии с расписанием в устной или письменной формах.

3) Методические рекомендации по подготовке к текущему контролю и экзамену

Итоговый контроль проводится в форме экзамена, на котором проверяются теоретические знания, практические навыки студентов, происходит демонстрация приобретенных компетенций.

Текущий контроль осуществляется систематически. Предметом оценки является

подготовка студентов к занятиям, работа студентов на лабораторных занятиях.

К основным средствам оценки текущего контроля по дисциплине «Технологии и материаловедение (нелинейные материалы)» относятся:


- Отчетность по лабораторным работам;
- Контрольно-коррекционные беседы и обсуждения по изучаемым темам;

По продолжительности доклад должен быть не более 5-10 минут. После выступления докладчика студенты обсуждают содержание доклада, задают вопросы, высказывают собственные суждения. При подготовке к докладу необходимо изучение теоретических основ, что позволит сформулировать собственные выводы. Целесообразно структурировать доклад и письменно зафиксировать его основные тезисы. Доклад способствует выработке навыка по публичному выступлению, умению обосновывать свою точку зрения.

Практические задания по демонстрации компетенций заключаются в устных или письменных ответах на поставленные преподавателем или составленным самими студентами вопросы. При этом оценивается обоснованность ответа, ясность и последовательность изложения мысли. Такая демонстрация компетенций проверяет уровень владения теоретическим и практическим материалом.


Итоговый контроль проводится в форме экзамена, который включает письменные или устные ответы на теоретические вопросы.

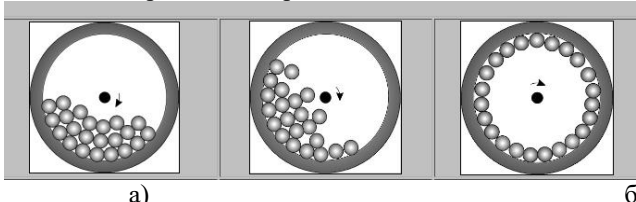
ПРИЛОЖЕНИЕ

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	б	Выбрать правильный ответ: Перепрессовка - это а) выталкивание заготовки из пресс-формы приложением давления б) расслоение заготовок при повышенном давлении в) прессование с обратной стороны при двустороннем прессовании г) расширение заготовки после извлечения из пресс-формы	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
2	в	Выбрать правильный ответ: Сегнетоэлектрики относятся к а) Линейным диэлектрикам б) Полупроводникам в) Нелинейным диэлектрикам г) Проводникам	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
3	б	Диффузия – это а) перемещение частиц вещества из области высокого давления в область низкого давления б) перемещение частиц вещества из области большой концентрации в область низкой концентрации в) перемещение частиц вещества под действием электрического поля г) перемещение частиц вещества при приложении механического напряжения	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
4	а	Формула Яндера $(1 - \sqrt[3]{1 - \alpha})^2 = \frac{kDt}{r^2}$ определяет а) скорость твердофазной реакции б) температуру спекания в) условие возникновения трещин в твердом теле г) скорость вращения барабанной мельницы	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
5	б	Поверхностно-активные вещества (ПАВ) используются в процессе смешения-измельчения шихты сегнетоэлектрической керамики для а) лучшего слипания частиц порошка б) увеличения дисперсности частиц за счет снижения поверхностной энергии частиц в) повышения однородности смеси г) увеличения подвижности частиц, в качестве смазки	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
6	в	Какая зонная структура характерна для диэлектриков? 	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
7	в	Уменьшение линейных размеров заготовки сегнетоэлектрической керамики после спекания называется а) ползучестью б) ковкостью в) усадкой	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл

		г) пластичностью	
8	1 – б 2 – а 3 – в	<p>Установите соответствие между изображением структуры твердого раствора и его названием:</p> <p>1) замещения 2) внедрения 3) вычитания</p> <p>а) б) в)</p>	<p>Правильно выбраны все соответствия – 1 балл; правильно выбраны 2 соответствия – 0,75 балла; правильно выбрано 1 соответствия – 0,5 балла;</p>
9	в	<p>Из какого материала изготавливают мелющие тела (шары) для мельниц?</p> <p>а) свинец б) галька в) корунд г) пластик</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл</p>
10	б	<p>Что такое адатом:</p> <p>а) атомы, осевшие на анод б) адсорбированный атом на поверхности подложки в) дефект кристаллической решетки г) атомы, перешедшие в парообразное состояние при испарении</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл</p>
Задания открытого типа			
1	Изобразите петлю гистерезиса, обозначьте и назовите точки пересечения с осями координат		<p>Правильный ответ – 1 балл</p>
Правильный ответ (ключ)			
<p>P_r – остаточная поляризация E_c – коэрцитивное поле</p>			
2	Укажите название пропущенного элемента структуры керамического материала		<p>Правильный ответ – 1 балл</p>

	<p>Границы двух кристаллов</p> <p>Зёрна (кристаллы) керамического материала</p> <p>Микротрещины, вызванные тепловыми или механическими напряжениями</p> <p>Частицы или зёрна второй фазы (в сплавах)</p> <p>?</p>	
	Правильный ответ (ключ) поры	
3	Возникновению заряда на поверхности образца под действием однородных упругих напряжений называется	Правильный ответ – 1 балл
	Правильный ответ (ключ) Пьезоэлектрическим эффектом	
4	Синтез основной фазы сегнетоэлектрической керамики происходит за счет явления	Правильный ответ – 1 балл
	Правильный ответ (ключ) диффузии	
5	Вставьте пропущенное слово. Для сегнетоэлектрических материалов характерно: зависимость поляризации от внешнего электрического поля в виде петли гистерезиса, существование поляризации в ограниченной области температур, наличие структуры,	Правильный ответ – 1 балл
	Правильный ответ (ключ) доменной	
6	Причиной процесса диффузии при спекании и синтезе керамических материалов являются кристаллической решетки	Правильный ответ – 1 балл
	Правильный ответ (ключ) дефекты	
7	В каком агрегатном состоянии находятся компоненты реакции при синтезе основной фазы сегнетоэлектрической керамики?	Правильный ответ – 1 балл
	Правильный ответ (ключ) твердом	
8	Дайте определение функциональным материалам	Правильный ответ – 1 балл
	Правильный ответ (ключ) это материалы, обладающие определенными свойствами, которые в совокупности обеспечивают использование этих материалов в качестве рабочего элемента или детали в определенном устройстве, приборе или конструкции.	
9	Зачем в керамическую шихту добавляют поливиниловый спирт?	Правильный ответ – 1 балл
	Правильный ответ (ключ) Чтобы заготовка при формовании лучше держала форму и не рассыпалась	
10	В какой среде происходит синтез и спекание сегнетоэлектрической керамики?	Правильный ответ – 1 балл
	Правильный ответ (ключ) На воздухе	

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	а	В классической керамической технологии на определенном этапе может использоваться аттритор – это устройство для а) измельчения б) спекания в) прессования	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
2	б	Для получения шихты сегнетоэлектрической керамики вам потребуется а) пресс б) весы в) муфельная печь	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
3	в	Температура спекания сегнетоэлектрической керамики должна быть а) выше температуры плавления компонентов б) равна температуре плавления компонентов в) ниже температуры плавления компонентов	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
4	г	Какие исходные компоненты вы используете для получения сегнетоэлектрической керамики $Ba_{0,85}Sr_{0,15}TiO_3$ а) $BaCO_3$, Nb_2O_5 , $SrCO_3$ б) Ba , Ti , Sr , O_2 в) $BaCO_3$, TiO_2 , $SrCO_3$, PbO г) $BaCO_3$, TiO_2 , $SrCO_3$	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
5	1 – б 2 - а	Какое графическое изображение распределения плотности прессовки при приложении давления прессования соответствует 1) одностороннему прессованию 2) двустороннему прессованию Р, давление прессования  Плотность прессовки а б	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
6	а	PVD методы получения тонких пленок – это методы а) физического осаждения из газовой фазы б) химического осаждения из раствора в) разложения металлоорганических соединений г) химического осаждения из газовой фазы	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
7	в	Монокристаллические пленки, у которых кристаллическая решетка является продолжением кристаллической решетки подложки, называются а) полимерными б) ферромагнитными в) эпитаксиальными г) сегнетоэлектрическими	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
8	а, в, ж	Какие из перечисленных средств защиты нужны на этапе спекания заготовок в классической керамической технологии (3 пункта): а) спецодежда б) звукоизолирующий кожух на оборудование в) варежки	Правильно выбраны все варианты – 1 балл; правильно выбраны 2 варианта – 0,75 балла; правильно выбран 1 вариант – 0,5 балла

		г) респиратор д) оранжереи е) резиновые перчатки ж) заземление				
9	г	Контроль шероховатости поверхности в классической керамической технологии необходим после этапа а) спекания б) прессования в) составления шихты г) механической обработки	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл			
10	б	Какой рисунок соответствует оптимальной скорости вращения барабанной мельницы в операции смешения-измельчения при производстве сегнетоэлектрической керамики:  а) б) в)	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл			
Задания открытого типа						
1		Из представленных ниже этапов составьте последовательность технологических операций в классической керамической технологии с одним отжигом: Формование Металлизация Составление шихты Спекание Поляризация Механическая обработка Смещение-измельчение	Правильный ответ – 1 балл			
Правильный ответ (ключ) Составление шихты Смещение-измельчение Формование Спекание Механическая обработка Металлизация Поляризация						
2		Процесс создания электродов путем нанесения металлического покрытия на сегнетоэлектрическую керамику называется	Правильный ответ – 1 балл			
Правильный ответ (ключ) металлизацией						
3		Вставьте пропущенные действия при выполнении операции спекания 1. подготовка рабочего места 2. помещение заготовок в тигли 3. 4. Включение печи, настройка режима 5. Спекание 6. Извлечение тиглей из печи 7. 8. контроль	Правильный ответ – 1 балл			
Правильный ответ (ключ) Помещение тиглей в печь, Извлечение заготовок из тиглей						
4	Заполните таблицу по расчету шихты для соединения $Pb(Zr_{(0,54)}, Ti_{(0,45)})O_3$				Правильный ответ – 1 балл	
	Вещество	X	M, кг/моль	X*M		ω, %
	PbO		223,19			69
	ZrO ₂		123,22		20	

	TiO ₂		79,9		11	
Правильный ответ (ключ)						
	Вещество	X	M, кг/моль	X*M	ω, %	
	PbO	1,00	223,19	223,19	69	
	ZrO ₂	0,54	123,22	66,54	20	
	TiO ₂	0,45	79,9	35,96	11	
5	Чтобы определить диэлектрическую проницаемость сегнетоэлектрической керамики вам потребуется измерить ее электрическую					Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) емкость						
6	Какая операция характерна для процесса изготовления только сегнетоэлектрической керамики?					Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) поляризация						
7	Если поместить керамическую заготовку в жидкость, например, керосин, то в случае выхода пузырьков из заготовки, можно предположить наличие в ней					Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) Трещин						
8	Чтобы провести глубокое очищение образцов сегнетокерамики, например после шлифования, их помещают в мойку					Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) ультразвуковую						
9	При нанесении металлических покрытий методом резистивного нагрева используют, которое выделяется в проводниках при протекании в них электрического тока					Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) Джоулево тепло						
10	Сколько времени будет происходить нагрев до максимальной температуры спекания образцов, если процесс состоит из следующих этапов: Нагрев со скоростью 1 °С /мин от 25 °С до температуры 150 °С Выдержка при 150 °С в течение 3 часа Нагрев со скоростью 300 °С /час до 950 °С					Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) 465 мин (или 7 часов 45 мин)						