

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 10.08.2023 16:25:00  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП

Б.Б.Педько



«30»

мая

2023 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Физика и технологии функциональных материалов**

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

профиль

Физика и технология материалов и устройств радиоэлектроники

Для студентов

4 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Барабанова Е.В.

Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к проектированию и реализации технологических процессов изготовления функциональных диэлектрических материалов радиоэлектроники.

Задачами дисциплины являются:

- 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**

Дисциплина «Физика и технологии функциональных материалов» изучается в модуле «Физика и технология материалов радиоэлектроники» Блока 1. Дисциплины части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Она содержательно взаимосвязана с материаловедческими дисциплинами Блока 1. Для освоения дисциплины необходимы знания и устойчивое владение курсами модуля «Общая физика», дисциплинами «Физическая кристаллография», «Физика полупроводников и диэлектриков».

Освоение дисциплины формирует основы для прохождения учебной и производственной практик и подготовки выпускной квалификационной работы.

**3. Объем дисциплины: 4 зачетные единицы, 144 академических часа, в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лекции 30 часов, лабораторные работы 30 часов;

**самостоятельная работа:** 84 часа, в том числе контроль 27 часов.

#### 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2. Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры.	ПК-2.1. Использует техническую документацию при работе с радиоэлектронной аппаратурой при проведении научно-исследовательских и прикладных работ. ПК-2.2. Осуществляет работу с современными средствами измерения, применяемыми в эксперименте.
ПК-4. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы.	ПК-4.1. Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований.

#### 5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Экзамен в 7 семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

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

#### 1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Лабораторные работы		
		всего	в т.ч. ПП	всего	в т.ч. ПП	
Введение.	6	1				5
1. Основные методы получения наноматериалов.						
1.1. Методы порошковой металлургии.	6	1				5
1.2. Методы с использованием аморфизации.	6	1				5
1.3. Методы с использованием интенсивной пластической деформации.	6	1				5

1.4. Методы с использованием технологий обработки поверхности.	6	1			5
2. Технология производства пьезокерамики.	7	2			5
2.1. Фазовая диаграмма системы цирконата-титаната свинца.					
2.2. Технологический процесс.	11	5			6
2.3. Исходное сырье.	13	4		4	5
2.4. Синтез пьезокерамических материалов	24	6		12	6
2.5. Формообразование и спекание.	16	5		6	5
2.6. Механическая обработка и металлизация.	12	3		4	5
2.7. Поляризация пьезоэлектрической керамики.	11	2		4	5
Экзамен	27				27
итого	144	30		30	84

### III. Образовательные технологии

Учебная программа-наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение. 1. Основные методы получения наноматериалов. 1.1. Методы порошковой металлургии.	<i>Лекции</i>	<i>Активное слушание. дискуссия</i>
1.2. Методы с использованием аморфизации.	<i>Лекции</i>	<i>Активное слушание. дискуссия</i>
1.3. Методы с использованием интенсивной пластической деформации.	<i>Лекции</i>	<i>Активное слушание. дискуссия</i>
1.4. Методы с использованием технологий обработки поверхности.	<i>Лекции</i>	<i>Активное слушание. дискуссия</i>
2. Технология производства пьезокерамики. 2.1. Фазовая диаграмма системы цирконата-титаната свинца.	<i>Лекции</i>	<i>Активное слушание. дискуссия</i>
2.2. Технологический процесс.	<i>Лекции</i>	<i>Активное слушание. дискуссия</i>
2.3. Исходное сырье.	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>Активное слушание. Дискуссия Решение индивидуальных задач Самостоятельная работа студентов</i>
2.4. Синтез пьезокерамических материалов	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>Активное слушание. Дискуссия Решение индивидуальных</i>

		<i>задач</i> <i>Самостоятельная работа</i> <i>студентов</i>
2.5. Формообразование и спекание.	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>Активное слушание.</i> <i>Дискуссия</i> <i>Решение индивидуальных задач</i> <i>Самостоятельная работа студентов</i>
2.6. Механическая обработка и металлизация.	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>Активное слушание.</i> <i>Дискуссия</i> <i>Решение индивидуальных задач</i> <i>Самостоятельная работа студентов</i>
2.7. Поляризация пьезоэлектрической керамики.	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>Активное слушание.</i> <i>Дискуссия</i> <i>Решение индивидуальных задач</i> <i>Самостоятельная работа студентов</i>

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.

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

**Форма проведения экзамена:** студенты, освоившие программу курса, могут получить оценку 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 экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

**Для проведения текущей и промежуточной аттестации:**

#### **ПК-2. Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры:**

ПК-2.1. Использует техническую документацию при работе с радиоэлектронной аппаратурой при проведении научно-исследовательских и прикладных работ.

ПК-2.2. Осуществляет работу с современными средствами измерения, применяемыми в эксперименте.

**Задание:**

Выполнить тест:

- 1) Керамика системы ЦТС обладает структурой типа
  - а) Шпинели
  - б) Перовскита
  - в) Вольфрамовых бронз
  - г) Нет верного ответа
  
- 2) При сухом помоле добавляется следующий процент связки:
  - а) 0
  - б) 1-3
  - в) 3-6
  - г) 6-10
  - д) Более 10
  
- 3) Температура спекания
  - а) Равна  $\frac{1}{2}$  температуры плавления
  - б) Равна температуре плавления
  - в) Больше температуры плавления
  - г) Нет верного ответа
  
- 4) Время твердофазной реакции пропорционально
  - а)  $r^2/D$
  - б)  $r/D$
  - в)  $D/r^3$
  - г)  $D/r$
  
- 5) Аттритор – это устройство для
  - а) металлизации
  - б) сухого помола
  - в) брикетирования
  - г) мокрого помола
  
- 6) Сегнетоэлектрики относятся к
  - а) Линейным диэлектрикам
  - б) Полупроводникам
  - в) Нелинейным диэлектрикам
  - г) Проводникам
  
- 7) Изобразите петлю гистерезиса и перестройку доменов ее сопровождающую
  
- 8) Сегнетожесткий материал - это сегнетоэлектрик
  - а) с большим значением коэрцитивного поля
  - б) с большим значением поляризации
  - в) с высокой механической прочностью
  - г) с большой плотностью
  
- 9) Перепрессовка
  - 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

10) При синтезе в процессе диффузии участвуют

- а) частицы порошка
- б) зерна керамики
- в) атомы (молекулы) частиц порошка
- г) Нет верного ответа

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

Правильно выбран вариант ответа – 1 балл

**ПК-4. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы:**

ПК-4.1. Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований.

**Задание:**

Формулировка темы доклада из предложенного к рассмотрению вопроса с учетом ее актуальности и новизны информации. Подготовка доклада по самостоятельно подобранным источникам, включающим современную научную литературу. Выступление с докладом.

**Способ аттестации:** устный

**Критерии оценки:**

- Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;
- тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; продемонстрирован большой лексический запас, логичность и ясность изложения – 2 балла;
- использованы публикации последних лет – 1 балл;
- определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;
- подготовлена презентация к докладу – 1 балл

**V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1) Рекомендуемая литература

а) основная литература:



1. Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко ; науч. ред. Л.А. Алешина. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2012. - 560 с. - (Мир физики и техники). - ISBN 978-5-94836-327-1 ; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466>

б) дополнительная литература:

1. Алешкевич, В.А. Электромагнетизм : учебник / В.А. Алешкевич. - М. : Физматлит, 2014. - 404 с. : ил. - ISBN 978-5-9221-1555-1 ; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=2752992>)

Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1.ЭБС«ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);

2.ЭБС «Университетская библиотека онлайн»<https://biblioclub.ru/>;

3.ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

<http://nauka.relis.ru/> - журнал Наука и жизнь

[www.ecolife.ru](http://www.ecolife.ru) – журнал Экология и жизнь

[www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) – нанотехнологическое сообщество

**VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

1) Перечень лабораторных работ:

1. Составление шихты.

2. Смешение-измельчение сырья. Определение дисперсности полученных порошков.

3. Формование. Определение плотности заготовки.

4. Определение плотности зерен керамики.

5. Изучение структуры керамического образца.
6. Механическая обработка заготовки.
7. Определение диэлектрических характеристик керамики.
8. Определение пьезоэлектрических характеристик керамики.

## 2) 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.

## VII. Материально-техническое обеспечение

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная аудитория № 28 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1 Экран настенный Screen Media 153x203 2. Комплект учебной мебели на 24 посадочных места 3. Меловая доска 4. Переносной ноутбук 5. проектор EPSON EB-X05 с потолочным креплением</p>	<p>Microsoft Windows 10 Enterprise MS Office 365 pro plus - Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно</p>
<p>Лаборатория физики кристаллизации № 30 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1 Лабораторные весы ВК-300 Масса-К 2 Муфельная печь МИМП-6П 3 Установка для выращивания кристаллов методом Чохральского 4 Установка "Кристалл" 5. Установка для выращивания кристаллов «Зона» 6. Гидравлический пресс 7. Станок для резки кристаллов (2 шт)</p>	

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			