

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.09.2022 15:34:36  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП

  
О.Н. Медведева



« 28 » \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Технологии и материаловедение (функциональные материалы)**

Направление подготовки

27.03.05 Инноватика

профиль

Управление инновациями (по отраслям и сферам экономики)

Для студентов

4 курса, очной формы обучения

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



Тверь, 2022

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к проектированию и реализации технологических процессов получения функциональных материалов.

Задачами освоения дисциплины является:

- формирование представлений о функциональных материалах и их роли в современном мире, науке и промышленности;
- изучение основных понятий и свойств диэлектрических керамических и пленочных материалов;
- освоение технологий изготовления керамических диэлектриков и пленочных структур;
- изучение основных физических и технических принципов работы технологического оборудования, требуемого в рассматриваемых производствах.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Технологии и материаловедение (функциональные материалы)» изучается в модуле Элективные дисциплины 3 Блока 1. Дисциплины части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Для успешного освоения дисциплины нужны знания курсов «Электричество и магнетизм», «Основы физического материаловедения».

В свою очередь знания, полученные при изучении данной дисциплины, будут востребованы при прохождении практик и подготовки выпускной квалификационной работы.

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

**контактная аудиторная работа:** лекции 22 часа, лабораторные работы 22 часа;

**контактная внеаудиторная работа:** 10 часов, в том числе курсовая работа 10 часов

**самостоятельная работа:** 90 часов, в том числе контроль 27 часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные спланируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
ПК-1. Способен выполнять анализ результатов технологических исследований продуктов.	ПК-1.1. Осуществляет постановку задачи на технологические исследования. ПК-1.3. Анализирует результаты технологических исследований.

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

Экзамен в 7 семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам 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 (час.)
		Лекции	лабораторные занятия	
<b>Тема 1. Функциональные материалы.</b> Материалы и материаловедение. Функциональные и конструкционные материалы. Типы функциональных материалов.	12	2	2	8
<b>Тема 2. Сегнетоэлектрическая керамика</b> Керамические материалы. Сегнетоэлектрики. Характеристики сегнетокерамики. Примеры сегнетоэлектрических керамических материалов.	12	2	-	10
<b>Тема 3. Технологии производства сегнетоэлектрической керамики на примере керамики цирконата-титаната свинца.</b> <b>3.1 Этап 1.</b> Общая схема традиционной керамической технологии. Исходные компоненты и требования к ним. Составление шихты. Операции измельчения и смешения и оборудование для них.	12	4	2	6
<b>Тема 3.2 Этап 2. Синтез сегнетокерамики.</b> Твердофазный синтез: физико-химические основы. Выбор режима синтеза. Оборудование для синтеза. Вторичный помол.	16	2	4	10
<b>Тема 3.3. Этап 3. Формование.</b> Подготовка пресс-масс: гранулирование, приготовление шликера, пластичных масс. Способы формования: полусухое прессование, горячее литье под давлением, экструзия, шликерное литье, горячее прессование.	12	2	2	8
<b>Тема 3.4. Этап 4. Спекание.</b> Выбор режима спекания. Оборудование для спекания.	10	2	2	6
<b>Тема 3.5. Этап 5. Создание готового элемента.</b> Механическая обработка заготовки. Металлизация. Поляризация. Оборудование для данных процессов. Контроль качества продукции.	20	2	8	10

<b>Тема 3.6. Технологические схемы, отличные от традиционной керамической технологии.</b> По типу смешивания: Химическое смешивание исходных компонент; криохимическое смешивание исходных компонент. По типу синтеза: горячее прессование; технологии горения, СВЧ синтез.	8	2	-	6
<b>Тема 4.1 Технологии производства сегнетоэлектрических пленок.</b> Способы получения толстых пленок. Способы получения тонких пленок. Роль подложки и требования к ней. Свойства пленок и их изучение.	10	2	-	8
<b>Тема 4.2. Физические методы изготовления сегнетоэлектрических тонких пленок.</b> 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.	16	2	2	12
<b>Тема 4.3. Химические методы изготовления сегнетоэлектрических тонких пленок.</b> Осаждение из газовой фазы. Химическое осаждение из растворов.	16	2	2	12
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>

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

- перечень лабораторных работ;
- требования к рейтинг-контролю
- электронные презентации.

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

**Форма проведения промежуточного контроля:** 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.)

Контроль сформированности компетенции осуществляется с помощью оценочных средств на основе критериев, которые разрабатываются с целью выявления соответствия этапов освоения компетенции планируемым результатам обучения (см. карту компетенций).

**1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции «Способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности» (ОПК-7)**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>Начальный (промежуточный / заключительный),  <b>Знать:</b> современные функциональные материалы, их назначение и технологии производства;  <b>Уметь:</b> применять знания о свойствах функциональных материалов при реализации инновационных проектов;  <b>Владеть:</b> методами решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач, планирования и проведения работ по проекту</p>	<p>Выполнение лабораторных работ  защита лабораторных работ  Письменный ответ  Решение задач</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работа выполнена самостоятельно – 1 балл</li> <li>• Вывод по работе логично связан с целью и задачами – 1 балл</li> <li>• Ответы на вопросы правильные, развернутые, грамотно использованы термины и понятия – 1 балл</li> </ul>

**2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции «Способность спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и исследовать ее» (ПК-10)**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>Начальный (промежуточный / заключительный),  <b>Знать:</b> физические основы и производственные возможности современных промышленных технологий и материаловедение.</p>	<p>Выполнение лабораторных работ  защита лабораторных работ  Письменный ответ  Решение задач</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работа выполнена самостоятельно – 1 балл</li> <li>• Вывод по работе логично связан с целью и задачами – 1 балл</li> <li>• Ответы на вопросы правильные, развернутые, грамотно использованы термины и понятия – 1 балл</li> </ul>

<p><b>Уметь:</b> осваивать технологии производства функциональных материалов, проектировать маршрутную и операционную технологии.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью планировать технологический процесс, грамотно анализировать полученный результат (продукт)</p>		
--	--	--

#### **V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (или модуля)**

##### **а) основная литература:**

1. 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. –  
Режим доступа: //biblioclub.ru/index.php?page=book\_red&id=233464&sr=1
2. Адашкин А. М. Материаловедение и технология материалов. - М., 2010. - Электронный ресурс. - Режим доступа: //znanium.com/go.php?id=178874

##### **б) дополнительная литература:**

1. Батышев К. А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие. - М., 2013. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=397679#none
2. Фетисов Г. П. Материаловедение и технология материалов: учебник. - М., 2014. - Режим доступа ://znanium.com/go.php?id=413166#none

#### **VI. 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

#### **VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (или модуля)**

##### **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) Требования к рейтинг-контролю**

Дисциплина «Технологии функциональных материалов» заканчивается экзаменом в 5 семестре. Согласно нормативно – методическим материалам рейтинговой системы оценки качества учебной работы студентов ТвГУ, студент по предмету может получить на промежуточном контроле не более 60 баллов и 40 баллов на экзамене. За

семестр учащиеся должны набрать минимум 20 баллов для допуска к экзамену. Учащиеся, набравшие меньше, автоматически получают неудовлетворительную оценку.

1 контрольная точка. По текущей работе студента – 20 баллов. Итоговый контроль за модуль – 10 баллов. Всего 30 баллов.

2 контрольная точка. По текущей работе студента – 20 баллов. Итоговый контроль за модуль – 10 баллов. Всего 30 баллов.

Баллы по текущей работе студента начисляются за следующие виды работ:

- лабораторные работы – 5 баллов;
- решение задач – 3 балла;

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

1. Microsoft Office 365 pro plus
2. Microsoft Windows 10 Enterprize
3. Google Chrome

**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
Учебная аудитория № 218 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест. 2. Экран настенный 153x203 3. Переносной комплект мультимедийной техники.	Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Google Chrome – бесплатно MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
Учебно-научная лаборатория спецметодов исследования сегнетоэлектриков №29 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Монитор ж/к 17" BenQ Silver-Black 1280*1024 2. Лазерный принтер Phaser 3125 3. Компьютер AM2X2 5200 Vox/Asus M2N-MX4*1024DDRII/320SATAII/NEC 7170/FDD/tia 491 400w/kb 06/gEN 110/1,9M/sAM 740n/sp e200 4. Постоянный вакуум ВУП-4	Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. 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:**

<b>Наименование помещений</b>	<b>Оснащенность помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
<p>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)</p>	<p>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-port 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</p>	<p>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</p>

**Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

<b>№ п.п.</b>	<b>Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (модуля)</b>	<b>Описание внесенных изменений</b>	<b>Дата и протокол заседания, утвердившего изменения</b>
1	Раздел IV	Скорректирован фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности закрепленных за	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г

		дисциплиной компетенций	
2	Раздел IV	Скорректированы задания для промежуточной аттестации в соответствии с обновленным «Положением о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
3	Раздел V	Обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г
4	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
5	Раздел I, II	Внесены изменения в объем и содержание дисциплины в связи с изменениями учебного плана ООП по направлению 03.04.03 Радиофизика	Протокол Совета ФТФ №5 от 11 декабря 2018 г
6	Раздел IV	Скорректирован фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности закрепленных за дисциплиной компетенций	Протокол Совета ФТФ № 6 от 15.01.2019 г.
7	Раздел IV	Внесены изменения в соответствии с «Положением о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ № 10 от 19.05.2020 г.
8	Раздел IV	Внесены изменения в соответствии с «Положением о рейтинговой системе обучения в ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ № 10 от 19.05.2020 г.
9	Титульный лист	Внесены изменения на титульном листе: ФИО руководителя ООП	Приказ 1382-О от 01.10.2021 «О назначении руководителей образовательных программ»