

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:30  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:  
Руководитель ООП:  
Б.Б.Педько  
23.09.2022 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)  
**Современные методы исследования функциональных материалов**

Направление подготовки  
**03.03.03 Радиофизика**

Программа подготовки  
«Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Для студентов 4 курса очной формы обучения

Составитель:  
д.ф.-м.н., профессор Малышкина О.В.



Тверь 2017

## I. Аннотация

### 1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Современные методы исследования функциональных материалов

### 2. Цель и задачи дисциплины

*Целями освоения дисциплины являются* знакомство с методиками получения информации о структуре и основных физических свойствах современных функциональных материалов (пьезокерамики, кристаллов);

*Задачами дисциплины является* обучение умению использовать современного экспериментального оборудования в плане постановки научной задачи, и проведения соответствующих экспериментов.

### 3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана.

Для успешного освоения дисциплины необходимо знать основы физики твердого тела и молекулярной физики, типы твердотельных материалов (кристаллы, керамика).

### 4. Объем дисциплины:

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

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

### 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
ОПК-2 способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные информационные технологии	<b>Уметь:</b> самостоятельно приобретать знания, используя современные информационные технологии
ПК-1 способность понимать	<b>Владеть:</b> основами работы современной научно-исследовательской аппаратуры.

принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования	<p><b>Уметь:</b> проводить измерения на современной радиоэлектронной и оптической аппаратуре и оборудовании.</p> <p><b>Знать:</b> принципы работы современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.</p>
---	--

## 6. Форма промежуточной аттестации

экзамен в 7 семестре

7. Язык преподавания русский.

## II. Структура дисциплины

### 1. Структура дисциплины для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоя тельная работа (час.)
		Лекции	Практические (лабораторные) работы	
<p><b>1. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков.</b></p> <p>1.1. Виды поляризации диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Диэлектрические потери.</p> <p>1.2. Дисперсия комплексной диэлектрической проницаемости и времена релаксации. Виды дисперсии.</p> <p>1.3. Эквивалентные схемы замещения</p>	22	10	10	2
<p><b>2. Тепловые свойства материалов.</b></p> <p>Колебания кристаллической решетки. Фононы. Тепловое расширение тел. Теплоемкость.</p>	18	8	8	2
<p><b>3. Экспериментальные методы исследования мягких мод.</b></p> <p>Оптическая спектроскопия. Рамановская спектроскопия (спектры комбинационного рассеяния). Бриллюэновская спектроскопия. Рэлеевская спектроскопия. Метод ИК спектроскопии отражения.</p>	22	10	10	2
<p><b>4. Радиоспектроскопические исследования и исследования эффекта Мессбауэра в сегнетоэлектриках.</b></p> <p>Электронный парамагнитный резонанс.</p>	10	4	4	2

Ядерный магнитный резонанс.				
	36			36
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>44</b>

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

- планы лабораторных занятий
- текущий контроль успеваемости
- контрольные вопросы к зачету

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

**Форма проведения промежуточного контроля:** студенты, освоившие программу курса «Современные методы исследования функциональных материалов» 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.).

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 ОПК-2 способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные информационные технологии.**

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
<b>Уметь:</b> самостоятельно приобретать знания, используя современные информационные технологии	1. Электронный	• Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;

	<p>парамагнитный резонанс.</p> <p>2. Ядерный магнитный резонанс.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• корректно использован понятийный аппарат; продемонстрирован большой лексический запас, логичность и ясность изложения – 2 балла;</li> <li>• использованы публикации последних лет – 1 балл;</li> <li>• определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 2 балл;</li> </ul>
--	--	---

**2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.**

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><b>Владеть:</b> основами работы современной научно-исследовательской аппаратуры.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить измерения на современной радиоэлектронной и оптической аппаратуре и оборудовании.</p> <p><b>Знать:</b> принципы работы современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптическая спектроскопия.</li> <li>2. Рамановская спектроскопия (спектры комбинационного рассеяния).</li> <li>3. Метод спектроскопии отражения.</li> </ol> <p style="text-align: right;">ИК</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;</li> <li>• корректно использован понятийный аппарат; продемонстрирован большой лексический запас, логичность и ясность изложения – 2 балла;</li> <li>• использованы публикации последних лет – 1 балл;</li> <li>• определена позиция автора; предложен и</li> </ul>

		аргументирован собственный взгляд на проблему – 2 балл;
--	--	---

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

### *а) основная литература*

1. Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов / В.А. Головнин, И.А. Каплунов, О.В. Малышкина и др. - М.: Техносфера, 2013. - 272 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233464>

### *б) дополнительная литература:*

1. Каплунов И. А. Физическое материаловедение. Фазовые равновесия [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Тверь : Тверской государственный университет, 2009. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - 100.00. - Режим доступа: [http://texts.lib.tversu.ru/texts/fizicheskoe\\_materialovedenie\\_fazovye\\_ravnovesiya\\_2011/e-book/index.html](http://texts.lib.tversu.ru/texts/fizicheskoe_materialovedenie_fazovye_ravnovesiya_2011/e-book/index.html)

## **VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

программное обеспечение - TurboCad 2D, цифровой осциллограф Vellemann (Австрия), цифровой анализатор спектра, собственное программное обеспечение кафедры прикладной физики Plotex (для 24-разрядного АЦП), Avideo (обработка поляризационно-оптических изображений). Математические программы Maple 5, TableCurve2D, TableCurve3D, графические процессоры Image Tools 3, Image Pro Demo 3

## **VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### *1) планы лабораторных занятий*

#### *1 Диэлектрическая спектроскопия*

1. Исследование дисперсии комплексной диэлектрической проницаемости в случае тепловой поляризации. Времена релаксации
2. Эквивалентные схемы замещения.
3. Линейная дисперсия
4. Расчет годографов импеданса и проводимости
5. Влияние проводимости на постоянном токе на диэлектрический спектр
7. Исследование композитов методом диэлектрической спектроскопии.

#### *2 Исследование физических свойств материалов*

1. Определение теплового расширения жидкостей.

2. Измерение теплоемкости

3 *Экспериментальные методы исследования мягких мод.*

1 Оптическая спектроскопия.

2 Рамановская спектроскопия (спектры комбинационного рассеяния).

3 Бриллюэновская спектроскопия.

4 Рэлеевская спектроскопия.

5 Метод ИК спектроскопии отражения.

4 *Радиоспектроскопические исследования и исследования эффекта Мессбауэра в сегнетоэлектриках.*

1 Электронный парамагнитный резонанс.

2 Ядерный магнитный резонанс.

## **2) текущий контроль успеваемости**

При выполнении лабораторной работы главным является знание и понимание того, что предстоит *сделать*, как это можно *осуществить* с помощью данного оборудования, и умение *объяснить* физику процессов и явлений, изучаемых в работе.

В *организационном* плане недопустимо сводить лабораторные работы только к снятию показаний с приборов. Весь процесс от предварительной подготовки, проведения экспериментов и до составления отчета и защиты является лабораторной работой и требует одинаково серьезного внимания ко всем этапам процесса. При подготовке необходимо предварительно до занятия изучить описание лабораторной работы. Приступив к работе, следует строго соблюдать указанный порядок выполнения экспериментальной и расчетной частей работы. Особенно важно строго соблюдать все установленные в лаборатории правила техники безопасности.

В *отчете* о лабораторной работе и при ее защите на основе полученных экспериментальных данных, проведенных расчетов и погрешности необходимо дать толкование физических процессов, которые протекали в эксперименте.

Отчет о проделанной лабораторной работе должен содержать:

1. Стандартно оформленный *титульный лист*.

2. *Теоретическую часть* (цель работы, краткое описание лабораторной установки и методов измерений).

3. *Расчетную часть* (таблицы измерений, графики, расчет искомых величин и их погрешностей)

## **3) Промежуточный контроль**

Зачет выставляется по итогам выполнения и защиты всех лабораторных работ.

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

Процесс обучения включает аудиторные занятия, текущий контроль полученных знаний, использование различных форм научно-исследовательской деятельности студентов, самостоятельную работу.

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.

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

<b>Наименование специальных* помещений</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
Учебно-научная лаборатория радиоэлектроники и микроэлектроники № 25 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1 Монитор СТХ 2 Компьютер Intel Original LGA1155 Core i5-3470, монитор AOC 23" e2370Sd 3 Компьютер Intel Original LGA1155 Core i5-3470, монитор AOC 23" e2370Sd 4 Осциллограф цифровой WA 102 5 Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB	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



	<p>21.5"</p> <p>6 Принтер Samsung лазерный</p> <p>7 Принтер Samsung лазерный</p> <p>8 Спектрометр ИКС-29</p> <p>9 Программно-аппаратный комплекс для микроанализа и морфологического анализа поверхности (микроскоп)</p> <p>10 Дифрактометр рентгеновский ДСО-2 для уточнения ориентации монокристаллов</p> <p>11 Электронно-оптический комплекс для анализа морфологии кристаллов NanoMap-1000WLI</p> <p>12 Тепловизор FLIR T250 в комплекте</p> <p>13 Вольтметр цифровой В7-78/2</p>	
--	--	--

### Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<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,</p>	<p>1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт</p> <p>2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь</p> <p>3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D</p> <p>4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО</p> <p>5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно</p> <p>Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009</p> <p>Google Chrome - бесплатно</p> <p>Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно</p> <p>Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.</p> <p>Lazarus 1.4.0 - бесплатно</p> <p>Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно</p> <p>Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав ИС00000027</p>

<p>практики, Компьютерный класс физико- технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>ООО 6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели</p>	<p>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

№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.