

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 12:11:35
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП



Б.Б.Педько

«28»

июня

2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Физические свойства сегнетоэлектриков

Направление подготовки

03.03.02 Физика

профиль

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

4 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Большакова Н.Н.

Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Физические свойства сегнетоэлектриков

2. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является углубление знаний по ряду теоретических проблем в области физики конденсированного состояния вещества, а также результаты экспериментальных исследований основных представителей сегнетоэлектричества.

Задачами освоения дисциплины являются: изучение фундаментальных понятий, законов и теорий, относящихся к вопросам физики сегнетоэлектрических явлений и освоение методов физических исследований.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физические свойства сегнетоэлектриков» (Б1.В.ДВ.10.02) входит в вариативную часть учебного плана и относится к дисциплинам по углублению профессиональных компетенций.

Учебная дисциплина «Физические свойства сегнетоэлектриков» базируется на курсах «Введение в физику конденсированных сред», «Фазовые переходы», «Физика диэлектриков».

4. Объем дисциплины:

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

контактная работа: лекции **22** часов, лабораторные работы **44** часов,

самостоятельная работа: **42** часа.

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
ПК-1 способность использовать специализированные знания в области физики для	Владеть: методиками проведения современного физического эксперимента в области физики сегнетоэлектриков с использованием новейших достижений физического приборостроения;

<p>освоения профильных физических дисциплин.</p>	<p>технологией поиска информации о физических свойствах сегнетоэлектриков в глобальной сети интернет.</p> <p>Уметь: определять основные характеристики сегнетоэлектрических кристаллов.</p> <p>Знать: пирозлектрические, электрокалорические, пьезоэлектрические, электрооптические свойства конкретных кристаллов, обладающих спонтанной поляризацией</p>
<p>ПК-2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p>	<p>Владеть: современными методами экспериментального и теоретического исследований физики сегнетоэлектрических явлений</p> <p>Уметь: использовать методики проведения современного физического эксперимента в области физики сегнетоэлектрических явлений.</p> <p>Знать: методики проведения современного физического эксперимента в области физики сегнетоэлектриков.</p>
<p>ПК-3 готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований.</p>	<p>Владеть: необходимой информацией о состоянии патентного банка данных</p> <p>Уметь: использовать полученные знания для инновационной деятельности</p> <p>Знать: состояние и потребность высокотехнологичного рынка оборудования и приборостроения</p>

6. Форма промежуточной аттестации зачет (8 семестр)

7. Язык преподавания русский

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

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Лабораторные занятия	
Глава 1. Тепловые свойства сегнетоэлектриков. 1.1.Теплоемкость сегнетоэлектриков. 1.2.Теплопроводность сегнетоэлектрических кристаллов. 1.3. Аномалии тепловых свойств сегнетоэлектриков в районе фазового перехода и низких температур.	20	4	8	8
Глава 2 Упругие свойства сегнетоэлектриков. Поглощение ультразвука и внутреннее трение в сегнетоэлектриках	20	4	8	8
Глава 3. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков. 3.1.Электромеханические свойства сегнетоэлектриков, не обладающих пьезоэффектом в параэлектрической фазе. 3.2. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков с пьезоэффектом в параэлектрической фазе.	22	6	8	8
Глава 4. Пироэлектрический и электрокалорический эффекты. 4.1. Первичный и вторичный пироэлектрический эффекты. 4.2. Термодинамическое описание пироэлектрического эффекта в монодоменном сегнетоэлектрике. 4.3. Влияние доменной структуры и электрического поля на пироэлектрические свойства сегнетоэлектриков. 4.4. Пироэлектрические свойства приповерхностных слоев сегнетоэлектриков. 4.5. Электрокалорический эффект. 4.6. Практическое использование этих эффектов.	26	4	12	10

Глава 5. Электрооптический эффект				
5.1. Общие сведения.				
5.2. Линейный и квадратичный ЭОЭ.				
5.3. Истинный и ложный электрооптические эффекты	20	4	8	8
5.4. Спонтанный и индуцированный электрическим полем ЭОЭ в сегнетоэлектриках.				
5.5. Экспериментальные методы определения электрооптических коэффициентов				
ИТОГО	108	22	44	42

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

- планы лабораторных занятий и методические рекомендации к ним;
- методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов;
- сборники заданий для самоконтроля.

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

Наряду с другими дисциплинами учебного плана дисциплина «Физические свойства сегнетоэлектриков» участвует в формировании профессиональных компетенций ПК-1 «Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин», ПК-2 «Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта» и ПК-3 «Готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований»

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Физические свойства сегнетоэлектриков» могут получить зачет по итогам семестровой и полусеместровой 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 зачет сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

Шкала оценивания: Максимальная оценка каждого студента по итогам ответа на вопросы и результатам выполнения задания составляет 50 баллов. Она складывается из оценки уровня знаний (максимум 25 баллов), умений (максимум 15 баллов) и владений (максимум 10 баллов).

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности общепрофессиональной компетенции ПК-1 «Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин»

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Начальный владеть	Продемонстрировать навыки владения методиками проведения современного физического эксперимента в области физики сегнетоэлектриков с использованием новейших достижений физического приборостроения.	
Начальный уметь	Продемонстрировать умение решать типичные примеры по тепловым свойствам сегнетоэлектриков. <u>Пример.</u> Нахождение	<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован – 2 балла • Дан неверный ответ –

	теплоемкости сегнетоэлектриков.	0 баллов
Начальный знать	Продемонстрировать знания по упругим свойствам сегнетоэлектриков. <i>Пример.</i> Описать поглощение ультразвука и внутреннее трение в сегнетоэлектриках	<ul style="list-style-type: none"> • Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.
Промежуточный владеть	Продемонстрировать навыки владения технологией поиска информации о физических свойствах сегнетоэлектриков в глобальной сети интернет. <i>Пример.</i> Описать положение уровня Ферми и концентрацию носителей заряда в невырожденных донорных полупроводниках	
Промежуточный уметь	определять основные характеристики сегнетоэлектрических кристаллов. <i>Пример.</i> Аномалии тепловых свойств сегнетоэлектриков в районе фазового перехода и низких температур.	<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован – 2 балла • Дан неверный ответ – 0 баллов
Промежуточный знать	Продемонстрировать знания по пироэлектрическим, электрокалорическим, пьезоэлектрическим, электрооптическим свойства конкретными кристаллов, обладающих спонтанной поляризацией <i>Пример.</i> Определение величины пирокоэффициента образца кристалла ТГС динамическим методом	<ul style="list-style-type: none"> • Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.

Список вопросов и заданий для проверки уровня сформированности профессиональной компетенции ПК-1 «Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин»

Для оценивания результатов обучения в виде владений предлагается рассмотреть следующие темы:

1. Теплоемкость сегнетоэлектриков.
2. Теплопроводность сегнетоэлектрических кристаллов.
3. Аномалии тепловых свойств сегнетоэлектриков в районе фазового перехода и низких температур.
4. Поглощение ультразвука и внутреннее трение в сегнетоэлектриках

Для оценивания результатов обучения в виде умений предлагается продемонстрировать следующие навыки решения типичных примеров:

1. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков, не обладающих пьезоэффектом в параэлектрической фазе.
2. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков с пьезоэффектом в параэлектрической фазе.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Термодинамическое описание пироэлектрического эффекта в монокристаллическом сегнетоэлектрике.
2. Влияние доменной структуры и электрического поля на пироэлектрические свойства сегнетоэлектриков.

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности общепрофессиональной компетенции ПК-2

«Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта»

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Начальный владеть	<p>Продemonстрировать навыки владения современными методами теоретического исследования физики сегнетоэлектрических явлений</p> <p>Уметь: использовать методики проведения современного физического эксперимента в области физики сегнетоэлектрических явлений.</p> <p>Знать: методики проведения современного физического эксперимента в области физики сегнетоэлектриков.</p>	1).
Начальный уметь	<p>Продemonстрировать умение решать типичные примеры на упругие свойства сегнетоэлектриков.</p> <p><i>Пример.</i> Поглощение ультразвука в сегнетоэлектриках</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован – 2 балла • Дан неверный ответ – 0 баллов
Начальный знать	<p>Продemonстрировать знания по упругим свойствам сегнетоэлектриков.</p> <p><i>Пример.</i> Внутреннее трение в сегнетоэлектриках</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.
Промежуточный владеть	Продemonстрировать навыки владения современными методами экспериментальных исследований физики сегнетоэлектрических явлений	
Промежуточный уметь	Использовать методики проведения современного физического эксперимента в	<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован

	области физики сегнетоэлектрических явлений. <i>Пример.</i> Измерение теплопроводности сегнетоэлектрических кристаллов.	– 2 балла • Дан неверный ответ – 0 баллов
Промежуточный знать	Методики проведения современного физического эксперимента в области физики сегнетоэлектриков <i>Пример.</i> Метод определения коэффициента тепловой диффузии кристаллов ТГС импульсным методом,	• Ответ отобран из источников, содержание ответа полное - 2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.

Список вопросов и заданий для проверки уровня сформированности профессиональной компетенции ПК-2 «Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта»

Для оценивания результатов обучения в виде владений предлагается рассмотреть следующие темы:

1. Пироэлектрические свойства приповерхностных слоев сегнетоэлектриков.
2. Электрокалорический эффект.
3. Практическое использование этих эффектов.

Для оценивания результатов обучения в виде умений предлагается продемонстрировать следующие навыки решения типичных примеров:

1. Линейный ЭОЭ.
2. Квадратичный ЭОЭ.
3. Истинный и ложный электрооптические эффекты
4. Спонтанный и индуцированный электрическим полем ЭОЭ в сегнетоэлектриках.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Первичный пирозлектрический эффект.
2. Вторичный пирозлектрический эффект.
3. Экспериментальные методы определения электрооптических коэффициентов

3. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности общепрофессиональной компетенции ПК-3 «Готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований»

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Начальный владеть	Продemonстрировать навыки владения материалом по пирозлектрическому эффекту. <i>Пример.</i> Описать первичный и вторичный пирозлектрический эффекты	
Начальный уметь	Продemonстрировать умение решать типичные примеры по пирозлектрическому эффекту. <i>Пример.</i> Термодинамическое описание пирозлектрического эффекта в монодоменном сегнетоэлектрике.	<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован – 2 балла • Дан неверный ответ – 0 баллов
Начальный знать	Продemonстрировать знания по пирозлектрическому эффекту. <i>Пример</i> Описать влияния доменной структуры на пирозлектрические свойства сегнетоэлектриков.	<ul style="list-style-type: none"> • Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.
Промежуточный	Продemonстрировать навыки	

владеть	владения материалом по электрокалорическому эффекту <i>Пример.</i> Описать электрокалорический эффект в полупроводниках	
Промежуточный уметь	Продемонстрировать умение решать типичные примеры по электрокалорическому эффекту. <i>Пример</i> Измерения электрокалорического эффекта в сегнетоэлектрических материалах.	<ul style="list-style-type: none"> • Имеется полный ответ – 3 балла • Ответ недостаточно обоснован – 2 балла • Дан неверный ответ – 0 баллов
Промежуточный знать	Продемонстрировать знания по <i>Пример.</i> Практическое использование электрокалорического эффекта	<ul style="list-style-type: none"> • Ответ отобран из источников, содержание ответа полное - 2 балла. • Ответ изложен недостаточно четко-1 балл. • Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.

Список вопросов и заданий для проверки уровня сформированности профессиональной компетенции ПК-3 «Готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований»

Для оценивания результатов обучения в виде владений предлагается рассмотреть следующие темы:

1. Методика определение коэффициента тепловой диффузии.
2. Релаксационное затухание собственных колебаний сегнетоэлектриков при фазовых переходах.
3. Пьезоэлектрические свойства сегнетоэлектриков

Для оценивания результатов обучения в виде умений предлагается продемонстрировать следующие навыки решения типичных примеров:

1. Электрооптические свойства сегнетоэлектриков.
2. Пространственное распределение поляризации в сегнетоэлектрических материалах.
3. Вид частотных зависимостей пиротока в сегнетоэлектрических материалах.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Определение величины пироккоэффициента образца кристалла ТГС динамическим методом.
2. Восстановление распределения поляризации по частотным зависимостям пироэлектрического отклика (ЛИММ- МЕТОД)

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

а) Основная литература:

1. Алешкевич В.А. Электромагнетизм: учебник. - М. : Физматлит, 2014. - 404 с. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275299>

б) Дополнительная литература:

1. Кузнецов С. И. Курс лекций по физике. Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм. Колебания и волны: Учебное пособие. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2016. - 290 с. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=675264>
2. Сидоркин, А.С. Доменная структура в сегнетоэлектриках и родственных материалах [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2000. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59280> .
3. Максименко, В.А. Фотоиндуцированные процессы в кристаллах ниобата лития [Электронный ресурс] : монография / В.А. Максименко, А.В. Сюй, Ю.М. Карпец. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 96 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59515> .
4. Горелик, С.С. Материаловедение полупроводников и диэлектриков [Электронный ресурс] : учеб. / С.С. Горелик, М.Я. Дашевский. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2003. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1816> .

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «ИНФРА-М» <http://www.znaniium.com>
2. ЭБС «Университетская библиотека ОН-ЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1) Планы лабораторных занятий и методические рекомендации к ним.

Лабораторные занятия включают в себя экспериментальное или теоретическое исследование свойств и процессов в полупроводниковых материалах и структурах на их основе, а также его обсуждение в группе.

Список лабораторных работ

Лабораторная работа № 1. Определение коэффициента тепловой диффузии кристаллов ТГС импульсным методом, модифицированным включением пироэлектрического детектора

Лабораторная работа № 2

Лабораторная работа №3 Пьезоэлектрические свойства сегнетоэлектриков (часть 1, 2)

Лабораторная работа №4. Пироэлектрические свойства сегнетоэлектриков (квазистатический метод)

Лабораторная работа №5 Определение величины пирокоэффициента образца кристалла ТГС динамическим методом (часть 1, 2)

Лабораторная работа №6 Электрооптические свойства сегнетоэлектриков (На примере кристалла LiNbO_3)

Лабораторная работа №7 Пространственное распределение поляризации в сегнетоэлектрических материалах и вид частотных зависимостей пиротока

Лабораторная работа №8 Восстановление распределения поляризации по частотным зависимостям пироэлектрического отклика (ЛИММ- МЕТОД).

2) Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- обязательное выполнение домашних заданий, предусмотренных лекционными и лабораторными занятиями;
- углубленное изучение литературы и решение задач по пройденным темам и по вопросам, дополнительно указанным преподавателем;
- использование материалов рабочей программы для систематизации знаний и подготовке к занятиям и контрольным работам.

Перечень вопросов для систематизации знаний:

- 1.Теплоемкость сегнетоэлектриков.
- 2.Теплопроводность сегнетоэлектрических кристаллов.
3. Аномалии тепловых свойств сегнетоэлектриков в районе фазового перехода и низких температур.
- 4.Поглощение ультразвука и внутреннее трение в сегнетоэлектриках
- 5.Электромеханические свойства сегнетоэлектриков, не обладающих пьезоэффектом в параэлектрической фазе.
6. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков с пьезоэффектом в параэлектрической фазе.
7. Первичный и вторичный пьезоэлектрический эффекты.
8. Термодинамическое описание пьезоэлектрического эффекта в монокристаллическом сегнетоэлектрике.
9. Влияние доменной структуры и электрического поля на пьезоэлектрические свойства сегнетоэлектриков.
10. Пьезоэлектрические свойства приповерхностных слоев сегнетоэлектриков.
11. Электрокалорический эффект.
12. Практическое использование этих эффектов.
13. Общие сведения.
14. Линейный и квадратичный ЭОЭ.

15. Истинный и ложный электрооптические эффекты

16. Спонтанный и индуцированный электрическим полем ЭОЭ в сегнетоэлектриках.

17. Экспериментальные методы определения электрооптических коэффициентов

3) Требования к рейтинг-контролю

Результаты промежуточной аттестации выставляются на основе текущего контроля успеваемости (рейтинг-контроль, баллы за выполненные практические задания суммируются) и по результатам зачета.

Рейтинг 1 (Темы 1-3)

Первая контрольная точка. Содержание модуля 1: Раздел 1-3. Лабораторные работы (4)

30 баллов, из них 10 –текущая работа, 10- посещаемость, 10- контрольная работа. 10-ая неделя

Теоретические вопросы для 1 контрольной точки

- 1.Теплоемкость сегнетоэлектриков.
- 2.Теплопроводность сегнетоэлектрических кристаллов.
3. Аномалии тепловых свойств сегнетоэлектриков в районе фазового перехода и низких температур.
- 4.Поглощение ультразвука и внутреннее трение в сегнетоэлектриках
- 5.Электромеханические свойства сегнетоэлектриков, не обладающих пьезоэффектом в параэлектрической фазе.
6. Электромеханические свойства сегнетоэлектриков с пьезоэффектом в параэлектрической фазе.

Рейтинг 2.

Вторая контрольная точка. Содержание модуля 2: Раздел 4-5.

Лабораторные работы (4)

30 баллов, из них 10 –текущая работа, 10- посещаемость, 10- контрольная работа.

Теоретические вопросы для 2 контрольной точки

1. Первичный и вторичный пьезоэлектрический эффекты.
2. Термодинамическое описание пьезоэлектрического эффекта в монокристаллическом сегнетоэлектрике.
3. Влияние доменной структуры и электрического поля на пьезоэлектрические свойства сегнетоэлектриков.
4. Пьезоэлектрические свойства приповерхностных слоев сегнетоэлектриков.
5. Электрокалорический эффект.
6. Практическое использование этих эффектов.
7. Общие сведения.
8. Линейный и квадратичный ЭОЭ.
9. Истинный и ложный электрооптические эффекты
10. Спонтанный и индуцированный электрическим полем ЭОЭ в сегнетоэлектриках.
11. Экспериментальные методы определения электрооптических коэффициентов

Критерии: работа на каждом практическом занятии – по 5 баллов (текущая работа), правильный ответ на один вопрос контрольной работы – 2 балла.

Программой предусматривается выполнение письменных контрольных работ и отчеты о выполнении студентами заданий на лабораторных занятиях в качестве форм рубежного контроля в конце каждого модуля. Для подготовки к рубежному контролю предполагается выполнение домашних заданий по каждой пройденной в течение модуля теме и использование банка контрольных вопросов и заданий рабочей программы.

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

-

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
Учебно-научная лаборатория физики диэлектриков, пьезоэлектриков и сегнетоэлектриков-полупроводников № 35 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Экран настенный ScreenMedia 153*203 (M082-08147) 2. Ноутбук DELL Ispiron 1300 (1.7 GHz) 15.4WXGA. 512MB. 80GB 3. Проектор LG RD-JT90, DLP ,2 200 ANSI Lm, 4. Проектор Quadra 250 X 5. Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест	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:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
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	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»	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

робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	7. Комплект учебной мебели	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
---	----------------------------	--

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