

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 10.08.2023 16:07:37  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП



*[Handwritten signature]*

Б.Б.Педько

«30»

мая

2023 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Физика диэлектриков**

Направление подготовки

03.03.02 Физика

профиль

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

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

*[Handwritten signature]*

Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины является изучение электрических свойств линейных диэлектриков, изучение методов и механизмов их поляризации.

**Задачами** освоения дисциплины являются:

- изучение микроскопических механизмов и моделей поляризации, освоение методов расчета диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь;
- формирование навыка поиска, систематизации и обработки научной информации по разделам дисциплины с применением современных информационных баз данных и цифровых ресурсов;
- приобретение обучающимися практических навыков по проведению физического эксперимента с применением основных методик изучения свойств диэлектриков;
- освоение методов анализа экспериментальных и теоретических данных и составления отчета по результатам исследования.

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

Дисциплина «Физика диэлектриков» изучается в элективном модуле «Диэлектрики» Блока 1. Дисциплины части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Для успешного освоения дисциплины, обучающиеся должны иметь базовые знания по курсам «Кристаллография», «Математический анализ», «Электричество и магнетизм», «Молекулярная физика». Профессиональные компетенции, формируемые при освоении данной дисциплины, необходимы для дальнейшего изучения дисциплин элективного модуля «Диэлектрики» («Физика пьезоэлектриков и пирозлектриков», «Физика нелинейных кристаллов», «Фазовые переходы», «Физические свойства

сегнетоэлектриков»), а также для прохождения производственной и преддипломной практик и подготовки выпускной квалификационной работы.

**3. Объем дисциплины:** 3 зачетные единицы, 108 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 34 часа, лабораторные работы 34 часа;

**самостоятельная работа:** 40 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
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-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.
ПК-2. Способен выполнять экспериментальную работу в области физики и оформлять результаты исследований и разработок.	ПК-2.1. Проводит экспериментальные исследования с применением научно-исследовательского оборудования в соответствии с утвержденными методиками. ПК-2.2. Анализирует физические явления и процессы в области физики конденсированного состояния и составляет отчет по теме исследования или по результатам проведенных экспериментов.

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

Зачет в 5 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	Практические (лабораторные) занятия	
Макроскопические представления о поляризации диэлектриков. Различные механизмы поляризации диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Энергетические соотношения для поляризованного диэлектрика.	21	5		16
Микроскопические механизмы и модели поляризации. Особенности деформации (упругой и квазиупругой) поляризации. Электронно-деформационная поляризация. Ионно-деформационная поляризация. Обобщенная модель деформационной поляризации. Особенности тепловой и релаксационной поляризации. Дипольно-релаксационная поляризация. Электронно-релаксационная поляризация.	42	6	12	24
Методы расчета диэлектрической проницаемости. Диэлектрическая проницаемость газов. Приближение Лоренца при расчете внутреннего поля. Поляризация ионных кристаллов. Кристаллы с высокой диэлектрической проницаемостью. Поляризация полярных диэлектриков.	42	6	12	24
Макроскопические представления о диэлектрических потерях. Процесс установления диэлектрической поляризации. Диэлектрические потери в диэлектриках с релаксационной поляризацией. Тангенс угла диэлектрических потерь. Комплексная диэлектрическая проницаемость, соотношение Крамерса-Кронинга для линейных диэлектриков. Диэлектрические потери неоднородных диэлектриков	30	5	12	13
Различные механизмы потерь в диэлектриках. Потери, обусловленные электропроводностью диэлектриков. Потери при релаксационной	40	5	12	23

поляризации. Потери при деформационной поляризации.				
Диэлектрические потери в окрестности дисперсии. Релаксационный диэлектрический спектр. Размытие спектра. Релаксационные потери при различных временах релаксации. Диаграмма Коула-Коула. Резонансный диэлектрический спектр. Размытие спектра.	28	4	12	14
Пробой твердых диэлектриков. Тепловой пробой. Теория Вагнера. Три вида теплового пробоя. Электрический пробой. Теория Роговского. Теория Иоффе. Квантовая теория электрического пробоя. Пробой электронного происхождения. Электрический пробой в “толстом слое”. Стадии пробоя твердых диэлектриков. Электропроводность щелочно-галлоидных кристаллов	35	3	12	20
Электреты.	14	4		10
ИТОГО	252	36	72	144

### **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 «Теория функций комплексного переменного» 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 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.)

**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 материалом по физике диэлектриков. <i>Пример.</i> Описать Различные механизмы поляризации диэлектриков.	
Начальный уметь	Теоретически объяснять рассматриваемые физические явления. <i>Пример.</i> Тепловой пробой. Теория Вагнера. Три вида теплового пробоя.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Имеется полный ответ – 3 балла</li> <li>• Ответ недостаточно обоснован – 2 балла</li> <li>• Дан неверный ответ – 0 баллов</li> </ul>
Начальный	Механизмы поляризации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ответ отобран из источников,</li> </ul>

знать	диэлектриков, локальное поле в приближении Лорентца.	содержание ответа полное -2 балла. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ответ изложен недостаточно четко-1 балл.</li> <li>• Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.</li> </ul>
Промежуточный владеть	способностью планирования проведения современного физического эксперимента в области физики диэлектриков с использованием новейших достижений физического приборостроения.	
Промежуточный уметь	Продемонстрировать умение решать поставленные физические задачи, применять полученные навыки и знания в практической профессиональной деятельности. <i>Пример.</i> Описать диэлектрическую проницаемость в неполярных жидкостях и газах. Уравнение Клаузиуса-Мосотти.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Имеется полный ответ – 3 балла</li> <li>• Ответ недостаточно обоснован – 2 балла</li> <li>• Дан неверный ответ – 0 баллов</li> </ul>
Промежуточный знать	Продемонстрировать знания по диэлектрическим потерям, комплексной диэлектрической проницаемости, релаксационному спектру диэлектрической проницаемости.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла.</li> <li>• Ответ изложен недостаточно четко-1 балл.</li> <li>• Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.</li> </ul>

**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. Ионно-деформационная поляризация.

2. Полярные и неполярные молекулы.
3. Дипольно-деформационная поляризация
4. Особенности деформационной (упругой и квазиупругой) поляризации.

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

1. Ионно-релаксационная поляризация.
2. Дипольно-релаксационная поляризация.
3. Электронно-деформационная поляризация.
4. Диэлектрические потери при релаксационной поляризации.
5. Тангенс угла диэлектрических потерь. Схемы замещения.

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

1. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Соотношение Крамерса-Кронинга для линейных диэлектриков.
2. Уравнение Клаузиуса-Мосотти.
3. Диэлектрические потери, обусловленные электропроводностью диэлектриков.
4. Локальное поле в приближение Лоренца.
5. Уравнение Дебая

**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	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
--	--	--



дисциплина		
Начальный владеть	современными методами экспериментального и теоретического исследований диэлектриков	
Начальный уметь	использовать методики проведения современного физического эксперимента в области физики диэлектриков и применять полученные знания в области научных исследований <i>Пример.</i> Построение диаграмм Коула-Коула для релаксационных диэлектрических спектров.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Имеется полный ответ – 3 балла</li> <li>• Ответ недостаточно обоснован – 2 балла</li> <li>• Дан неверный ответ – 0 баллов</li> </ul>
Начальный знать	<b>Знать:</b> Основные законы в области физики диэлектриков и методы расчета диэлектрической проницаемости <i>Пример.</i> Рассчитать тангенс угла диэлектрических потерь при параллельных схемах замещения.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла.</li> <li>• Ответ изложен недостаточно четко-1 балл.</li> <li>• Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.</li> </ul>
Промежуточный владеть	Навыками владения материалом по диэлектрическим явлениям в сегнетоэлектриках	
Промежуточный уметь	определить различные механизмы потерь в диэлектриках. <i>Пример.</i> Определение емкости и тангенса угла диэлектрических потерь конденсаторов с помощью мостов Сотти, Вина и Шеринга	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Имеется полный ответ – 3 балла</li> <li>• Ответ недостаточно обоснован – 2 балла</li> <li>• Дан неверный ответ – 0 баллов</li> </ul>
Промежуточный знать	Методы расчета диэлектрической проницаемости. <i>Пример.</i> Диэлектрическая проницаемость газов. Приближение Лоренца при расчете внутреннего поля.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла.</li> <li>• Ответ изложен недостаточно четко-1 балл.</li> <li>• Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.</li> </ul>

**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. Макроскопические представления о поляризации диэлектриков.
2. Различные механизмы поляризации диэлектриков.
3. Диэлектрическая проницаемость.
4. Энергетические соотношения для поляризованного диэлектрика.

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

1. Методы расчета тангенса угла диэлектрических потерь при параллельных схемах замещения.
2. Методы расчета тангенса угла диэлектрических потерь при последовательных схемах замещения
3. Построение диаграмм Коула-Коула для релаксационных диэлектрических спектров.
4. Потери, обусловленные электропроводностью диэлектриков.
5. Тепловой пробой. Теория Вагнера. Три вида теплового пробоя.
6. Потери при релаксационной поляризации.
7. Для оценивания результатов обучения в виде знаний предлагается ответить на следующие вопросы:

Для оценивания результатов обучения в виде знаний предлагается использовать методики проведения современного физического эксперимента в области физики диэлектриков

Лаб.раб.№1 Определение  $\epsilon$  и  $\operatorname{tg}\delta$  диэлектриков методом куметра.

Лаб.раб.№2. Определение емкости и тангенса угла диэлектрических потерь конденсаторов с помощью мостов Сотти, Вина и Шеринга

Лаб.раб.№3 Изучение мостов переменного тока.

Лаб.раб№4 Исследование электропроводности щелочно-галогидных кристаллов в зависимости от температуры

Лаб.раб№7. Наблюдение дислокаций в щелочно-галогидных кристаллах

Лаб.раб.№8. Пьезоэлектрические свойства кристаллов (на примере кристаллов кварца)

### 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 методам расчета диэлектрической проницаемости.	
Начальный уметь	Продemonстрировать умение решать типичные задачи по макроскопическим представлениям о диэлектрических потерях. <i>Пример.</i> Диэлектрические потери в диэлектриках с релаксационной поляризацией.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Имеется полный ответ – 3 балла</li> <li>• Ответ недостаточно обоснован – 2 балла</li> <li>• Дан неверный ответ – 0 баллов</li> </ul>
Начальный знать	Продemonстрировать знания по различным механизмам потерь в диэлектриках. <i>Пример.</i> Потери, обусловленные электропроводностью	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла.</li> <li>• Ответ изложен недостаточно четко-1 балл.</li> <li>• Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.</li> </ul>
Промежуточный владеть	Навыками владения материалом по физике диэлектриков	
Промежуточный уметь	Продemonстрировать умение решать типичные примеры по	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Имеется полный ответ – 3 балла</li> </ul>

	физике диэлектриков <i>Пример.</i> Рассчитать $\epsilon$ и $\operatorname{tg}\delta$ диэлектриков методом куметра.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ответ недостаточно обоснован – 2 балла</li> <li>• Дан неверный ответ – 0 баллов</li> </ul>
Промежуточный <b>знать</b>	Продемонстрировать знания по пробойным явлениям в диэлектриках. <i>Пример.</i> Описать три вида теплового пробоя. Электрический пробой.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ответ отобран из источников, содержание ответа полное -2 балла.</li> <li>• Ответ изложен недостаточно четко-1 балл.</li> <li>• Ответ изложен с физическими ошибками – 0 баллов.</li> </ul>

**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:

Пробой твердых диэлектриков.  
Тепловой пробой. Теория Вагнера.

Электрический пробой.

Теория Роговского.

Теория Иоффе.

Квантовая теория электрического пробоя.

Пробой электронного происхождения.

Электрический пробой в “толстом слое”.

Стадии пробоя твердых диэлектриков.

Электропроводность щелочно-галогидных кристаллов

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

1. Различные механизмы поляризации диэлектриков.
2. Ионно-деформационная поляризация.
3. Полярные и неполярные молекулы.
4. Дипольно-деформационная поляризация
5. Особенности деформационной (упругой и квазиупругой) поляризации.

6. Ионно-релаксационная поляризация.
7. Дипольно-релаксационная поляризация.
8. Электронно-деформационная поляризация.
9. Диэлектрические потери при деформационной поляризации

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

1. Поляризация полярных диэлектриков. Модель Кирквуда.
2. Поляризация полярных диэлектриков. Модель Онзагера.
3. Термоэлектреты.
4. Фотоэлектреты.
5. Потери при деформационной поляризации.
6. Электропроводность щелочно-галогидных кристаллов.
7. Релаксационный диэлектрический спектр. Диаграмма Коула-Коула.
8. Размытие релаксационного спектра. Диаграммы Коула-Коула для набора времен релаксации.

## **V. Перечень основной и дополнительной учебной 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>
2. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-2003-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/168852>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

***б) Дополнительная литература:***

1. Гуртов В. А. Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие. - М.: Техносфера, 2012. - 560 с. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466>
2. Пейсахович, Ю. Г. Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков : учебное пособие / Ю. Г. Пейсахович, Н. И. Филимонова. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 163 с. — ISBN 978-5-7782-3612-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118468>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**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**

***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. Макроскопическое электрическое поле.
2. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Соотношение Крамерса-Кронинга для линейных диэлектриков.
3. Диэлектрическая проницаемость в неполярных жидкостях и газах. Уравнение Клаузиуса-Мосотти.
4. Диэлектрические потери при деформационной поляризации.
5. Поляризация полярных диэлектриков. Модель Кирквуда.
6. Тангенс угла диэлектрических потерь. Схемы замещения.
7. Диэлектрические потери, обусловленные электропроводностью диэлектриков.
8. Поляризация полярных диэлектриков. Модель Онзагера.
9. Локальное поле в приближение Лоренца.
10. Уравнение Дебая.
11. Диэлектрические потери при релаксационной поляризации.
12. Тангенс угла диэлектрических потерь. Схемы замещения.

**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. Первая контрольная точка. Содержание модуля 1: Раздел 1 – 3.

40 баллов, из них 20 – текущая работа, 10 – посещаемость, 10 – контрольная работа. 9-ая неделя.

2. Вторая контрольная точка. Содержание модуля 2: Раздел 4 – 7.

60 баллов, из них 40 – текущая работа, 10 – посещаемость, 10 – контрольная работа. 18-ая неделя

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**

<p><b>Наименование специальных* помещений</b></p>	<p><b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b></p>	<p><b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b></p>
<p>Учебно-научная лаборатория физики диэлектриков, пьезоэлектриков и сегнетоэлектриков-полупроводников № 35 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экран настенный ScreenMedia 153*203</li> <li>2. Ноутбук Samsung R 510</li> <li>3. Проектор LG RD-JT90, DLP ,2 200 ANSI Lm,</li> <li>4. Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест</li> <li>5. Вольтметр Щ 1516</li> <li>6. Вольтметр В-7-26</li> <li>7. Вольтметр В-3-39</li> <li>8. Генератор ГЗ-109</li> <li>9. Магазин сопротивлений Р4830</li> <li>10. Мост Р524</li> <li>11. Мост Р-571</li> <li>12. Измеритель В5-509</li> <li>13. Микротвердомер ПМТ-3</li> <li>14. Осциллограф С-1-65</li> <li>15. Вольтметр В-3-42</li> <li>16. Усилитель У4-28</li> <li>17. Генератор ГЗ-34</li> <li>18. Прибор Е7-11</li> <li>19. Генератор ГЗ-102</li> <li>20. Генератор Г-4-158</li> <li>21. Частотомер ЧЗ-34</li> <li>22. Вольтметр В-3-38 (2 шт)</li> <li>23. Прибор КМС-6</li> <li>24. Вольтметр В-7-27</li> <li>25. Печь СУОП044</li> <li>26. Источник питания Б-5-50</li> <li>27. Измеритель Х1-38</li> <li>28. Измеритель разности фаз Ф2-16</li> <li>29. Прибор Рісоammeter 6485</li> <li>30. Пробник напряжения до 2500 В</li> <li>31. Измеритель фаз Е-4-11</li> <li>32. Термостат ИТИ</li> <li>33. Прибор Х1-46</li> <li>34. Выпрямитель ТЕС</li> <li>35. Осциллограф С-1-68</li> <li>36. Усилитель У5-11</li> <li>37. Микроскоп 7М-9</li> </ol>	<p>Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав №1051 от 05.08.2020 г. MS Office 365 pro plus - Акт на передачу прав №1051 от 05.08.2020 г. Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно</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, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт</li> <li>2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь</li> <li>3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-port DGS-1016D</li> <li>4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО</li> <li>5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО</li> <li>6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3»</li> <li>7. Комплект учебной мебели</li> </ol>	<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

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания, утвердившего изменения
1	Раздел IV	Скорректирован фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности закрепленных за дисциплиной компетенций	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г
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 IV	Скорректирован фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности закрепленных за дисциплиной компетенций	Протокол Совета ФТФ № 6 от 15.01.2019 г.
6	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.
7	Раздел IV	Внесены изменения в соответствии с «Положением о рейтинговой системе обучения в ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ № 10 от 19.05.2020 г.
8	Раздел IX	Актуализированы данные на основе Справки МТО ООП	Протокол Совета ФТФ №14 от 03.07.2021
9	Раздел V	Обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Протокол Совета ФТФ №14 от 03.07.2021