

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 12:10:55
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП



[Handwritten signature]

Б.Б.Педько

«28» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Дифракционный структурный анализ

Направление подготовки

03.03.02 Физика

профиль

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

4 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Ляхова М.Б.

[Handwritten signature]

Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Дифракционный структурный анализ

2. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение основных вопросов теории структурных методов исследования материалов. Обсуждаются методы оптической микроскопии, электронной микроскопии, сканирующей зондовой микроскопии и дифракционных методов исследования структуры. Студентами практически осваиваются экспериментальные методы исследования структуры вещества.

Задачами освоения дисциплины являются формирование и развитие у обучающихся компетенций: способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3); способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности (ОПК-8); 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 (ПК-2).

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Дифракционный структурный анализ» относится к вариативной части образовательной программы. Изучается на четвертом курсе в 8 семестре. Содержательно дисциплина связана с дисциплинами «Введение в физику конденсированных сред», «Физика конденсированного состояния вещества», «Физика реального кристалла». Для успешного освоения дисциплины необходимы знания дисциплин общей и теоретической физики. Дисциплина является основой общего физического практикума, производственной и преддипломной практик.

4. Объем дисциплины: 2 зачетных единицы, 72 академических часов, в том числе **контактная работа:** лекции 22 часа, лабораторные работы 22 часа; **самостоятельная работа:** 28 часов.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты	Планируемые результаты обучения
------------------------	---------------------------------

освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	по дисциплине
<p>ОПК-3 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>	<p>Владеть: основами экспериментальных методов исследования структуры вещества. Уметь: ясно излагать физические основы методов исследования структуры вещества. Знать: классификацию методов исследования структуры вещества и границы их применения.</p>
<p>ОПК-8 способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности</p>	<p>Владеть: практическими методиками исследования структуры вещества. Уметь: выбирать методы структурных исследований для решения конкретных задач. Знать: физические основы структурных методов исследования вещества.</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 экспериментальными методиками исследования структуры вещества. Уметь: проводить исследования структуры вещества в рамках современных экспериментальных методов. Знать: физические основы современных экспериментальных методов исследования вещества.</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 работы	
Лекции				
Введение. Общая характеристика структурных методов исследования материалов. Их особенности, возможности и границы применимости.	2	2		
Оптическая микроскопия. Устройство металлографических микроскопов. Назначение основных линз микроскопа. Абберрации линз и методы их устранения. Источники света в металлографических микроскопах. Формирование оптического изображения поверхности шлифа. Основные методы микроскопического исследования: светлопольное, косое, темнопольное освещение; метод поляризованного света. Подготовка образцов к металлографическому исследованию. Методы резки образцов, шлифовки, полировки и травления.	10	4		6
Стереология. Количественная металлография, ее основные задачи и трудности. Принципы количественной металлографии. Принцип Кавальери-Акера. Основные стереометрические соотношения. Методы определения относительного содержания фаз: анализ площадей, линейный метод, точечный метод. Распределение частиц по размеру. Определение размера зерна: сравнительный метод и метод	6	2		4

средней длины пересекающего зерно отрезка.				
<p>Электронная микроскопия. Электронная микроскопия и ее физические основы. Типы электронных микроскопов. Электронные линзы. Устройство и основные характеристики электронных микроскопов просвечивающего типа. Физические основы получения изображения. Методы подготовки образцов для просвечивающих электронных микроскопов. Метод реплик и их приготовление. Тонкие фольги для исследования на просвет и их приготовление. Борьба с загрязнением образцов. Растровая электронная микроскопия и ее физические основы. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Принципиальная схема и характеристики растрового электронного микроскопа. Типы растровых электронных микроскопов, их устройство и основные характеристики.</p>	8	4		4
<p>Сканирующая зондовая микроскопия. Типы сканирующих зондовых микроскопов. Принципы работы и основные узлы сканирующих зондовых микроскопов. Методы сканирующей туннельной микроскопии. Изготовление зондов для сканирующих туннельных микроскопов. Принципы работы и основные узлы атомно-силового микроскопа. Контактные и колебательные методики атомно-силовой микроскопии. Принцип работ и особенности магнитно-силовой микроскопии. Двухпроходные методики.</p>	8	4		4
<p>Дифракционные методы исследования структуры. Виды, общие черты и отличия дифракционных методов. Условие Лауэ и Брэгга-Вульфа. Устройства для рентгеновского структурного анализа: рентгеновские трубки, камеры, гониометры, дифрактометры. Экспериментальные методы рентгеновского структурного анализа: Лауэ; качания и вращения</p>	10	6		4

образца; рентгенгонометрические; Дебая-Шеррера; малоуглового рассеяния; рентгеновская топография. Определение атомной структуры по данным дифракции рентгеновских лучей. Физические основы электронографии и особенности ее методов по сравнению с другими дифракционными методами. Основные направления электронографии. Физические основы, области применения и экспериментальные методы нейтронографии.				
Лабораторные работы				
Работа №1. Изучение методов оптической микроскопии. Методы исследования микроструктуры и магнитной доменной структуры.	7		6	1
Работа №2. Изучение методов стереологии. Методы определения относительного содержания фаз и размеров зерен.	5		4	1
Работа №3. Изучение методов сканирующей зондовой микроскопии. Методы туннельной, атомно-силовой и магнитно-силовой микроскопии.	8		6	2
Работа №4. Изучение рентгеновских дифракционных методов. Методы расшифровки лауэграмм и дифрактограмм.	8		6	2
ИТОГО	72	22	22	28

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

- Вопросы для подготовки к письменным опросам рейтингового контроля.
- Вопросы для подготовки к зачету.
- Требования к рейтинг-контролю.

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

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Дифракционный структурный анализ» 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.).

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-3 – способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Начальный владеть	Поясните назначение основных линз оптического микроскопа: 1. объектив, 2. окуляр, 3. конденсор.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный уметь	Выберите из предложенных схем схемы устройства микроскопов: 1. биологического, 2. металлографического, 3. поляризационного.	Полный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный знать	Опишите aberrации линз: 1. сферическая, 2. хроматическая, 3. астигматизм.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный владеть	Объясните физические основы методов микроскопического исследования: 1. светлопольное, 2. косое, 3. темнопольное освещение.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл

Промежуточный уметь	Опишите методы количественная металлографии: 1. основные задачи, 2. трудности.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный знать	Поясните механизмы формирования оптического изображения поверхности: 1. в металлографическом микроскопе, 2. в поляризованном свете.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-8 – способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Начальный владеть	Опишите методы приготовления образцов для электронной микроскопии? 1. реплики и их виды, 2. тонкие фольги.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный уметь	Выберите из предложенных изображений полученные методами: 1. оптической микроскопии, 2. атомно-силовой микроскопии, 3. магнито-силовой микроскопии.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный знать	Объясните назначение пучка электронов в электронных микроскопах: 1. просвечивающего типа, 2. растрового типа.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Заключительный владеть	Дайте общую характеристику структурных методов исследования. Опишите их особенности, возможности и границы применимости.	Полный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл

Заключительный уметь	Дайте описание методов электронной микроскопии и ее физических основ.	Полный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Заклучительный знать	Опишите виды, общие черты и отличия дифракционных методов исследования структуры.	Полный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл

3. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности 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	Опишите методы приготовления образцов для: 1. оптической микроскопии, 2. электронной микроскопии.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный уметь	Выберите из предложенных изображений полученные методами: 1. оптической микроскопии, 2. электронной микроскопии.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный знать	Объясните назначение линз в оптических микроскопах: 1. конденсор, 2. объектив, 3. окуляр.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный владеть	Перечислите современные методы исследования наноструктурных объектов.	Полный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный уметь	Опишите метод растровой электронной микроскопии и границы его применимости.	Полный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл

Промежуточный знать	Опишите общие черты и отличия методов рентгеноструктурного анализа.	Полный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
------------------------	---	---

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

а) Основная литература:

1. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 296 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70766> .
2. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учеб. / В.И. Марголин [и др.]. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4310>.
3. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2023> .

б) Дополнительная литература:

1. Анищик В.М., Понарядов В.В., Углов В.В. Дифракционный анализ. – Минск: "Вышэйшая школа", 2011. – 215 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/65405?category_pk=925#book_name
2. Алексеев П.А., Менушенков А.П. Нейтронные методы в физике конденсированного состояния. Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 164 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/75924?category_pk=925#book_name
3. Гусев, А.И. Нестехиометрия, беспорядок, ближний и дальний порядок в твердом теле [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 856 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2681> .
4. Ляхова, М. Б. Основы физического металловедения [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Б. Ляхова. – Тверь: Тверской государственный университет, 2016. – 240 с.
5. Матухин, В.Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/262>

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

Электронные библиотечные системы:

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

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вопросы для подготовки к письменным опросам рейтингового контроля

Модуль №1.

1. Общая характеристика структурных методов исследования материалов. Их особенности, возможности и границы применимости.
2. Устройство металлографических микроскопов.
3. Назначение основных линз микроскопа. Аберрации линз и методы их устранения.
4. Подготовка образцов к металлографическому исследованию. Методы резки образцов, шлифовки, полировки и травления.
5. Количественная металлография, ее основные задачи и трудности.
6. Принципы количественной металлографии. Принцип Кавальери-Акера.
7. Основные стереометрические соотношения.
8. Методы определения относительного содержания фаз: анализ площадей, линейный метод, точечный метод.
9. Распределение частиц по размеру.
10. Определение размера зерна: сравнительный метод и метод средней длины пересекающего зерно отрезка.

Модуль №2.

1. Электронная микроскопия и ее физические основы. Типы электронных микроскопов. Электронные линзы.
2. Устройство и основные характеристики электронных микроскопов просвечивающего типа. Физические основы получения изображения.
3. Методы подготовки образцов для просвечивающих электронных микроскопов. Метод реплик и их приготовление. Тонкие фольги для исследования на просвет и их приготовление.
4. Растровая электронная микроскопия и ее физические основы. Взаимодействие электронного пучка с образцом.

5. Принципиальная схема и характеристики растрового электронного микроскопа.
6. Типы растровых электронных микроскопов, их устройство и основные характеристики.
7. Типы сканирующих зондовых микроскопов. Принципы работы и основные узлы сканирующих зондовых микроскопов.
8. Методы сканирующей туннельной микроскопии. Изготовление зондов для сканирующих туннельных микроскопов.
9. Принципы работы и основные узлы атомно-силового микроскопа. Контактные и колебательные методики атомно-силовой микроскопии.
10. Принцип работ и особенности магнитно-силовой микроскопии. Двухпроходные методики.
11. Виды, общие черты и отличия дифракционных методов. Условие Лауэ и Брэгга-Вульфа.
12. Устройства для рентгеновского структурного анализа: рентгеновские трубки, камеры, гониометры, дифрактометры.
13. Экспериментальные методы рентгеновского структурного анализа: Лауэ; качания и вращения образца; рентгенгонометрические; Дебая-Шеррера; малоуглового рассеяния; рентгеновская топография.
14. Определение атомной структуры по данным дифракции рентгеновских лучей. Физические основы электронографии и особенности ее методов по сравнению с другими дифракционными методами.
15. Основные направления электронографии.
16. Физические основы, области применения и экспериментальные методы нейтронографии.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Общая характеристика структурных методов исследования материалов. Их особенности, возможности и границы применимости.
2. Устройство металлографических микроскопов. Назначение основных линз микроскопа. Аберрации линз и методы их устранения. Источники света в металлографических микроскопах.
3. Формирование оптического изображения поверхности шлифа. Основные методы микроскопического исследования: светлоспольное, косое, темнопольное освещение; метод поляризованного света.
4. Подготовка образцов к металлографическому исследованию. Методы резки образцов, шлифовки, полировки и травления.
5. Количественная металлография, ее основные задачи и трудности. Принципы количественной металлографии. Принцип Кавальери-Акера.

6. Основные стереометрические соотношения. Методы определения относительного содержания фаз: анализ площадей, линейный метод, точечный метод. Распределение частиц по размеру. Определение размера зерна: сравнительный метод и метод средней длины пересекающего зерно отрезка.
7. Электронная микроскопия и ее физические основы. Типы электронных микроскопов. Электронные линзы. Устройство и основные характеристики электронных микроскопов просвечивающего типа. Физические основы получения изображения.
8. Методы подготовки образцов для просвечивающих электронных микроскопов. Метод реплик и их приготовление. Тонкие фольги для исследования на просвет и их приготовление.
9. Растровая электронная микроскопия и ее физические основы. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Принципиальная схема и характеристики растрового электронного микроскопа. Типы растровых электронных микроскопов, их устройство и основные характеристики.
10. Типы сканирующих зондовых микроскопов. Принципы работы и основные узлы сканирующих зондовых микроскопов. Методы сканирующей туннельной микроскопии. Изготовление зондов для сканирующих туннельных микроскопов.
11. Принципы работы и основные узлы атомно-силового микроскопа. Контактные и колебательные методики атомно-силовой микроскопии. Принцип работ и особенности магнитно-силовой микроскопии. Двухпроходные методики.
12. Виды, общие черты и отличия дифракционных методов. Условие Лауэ и Брэгга-Вульфа. Устройства для рентгеновского структурного анализа: рентгеновские трубки, камеры, гониометры, дифрактометры.
13. Экспериментальные методы рентгеновского структурного анализа: Лауэ; качания и вращения образца; рентгенгонометрические; Дебая-Шеррера; малоуглового рассеяния; рентгеновская топография.
14. Определение атомной структуры по данным дифракции рентгеновских лучей. Физические основы электронографии и особенности ее методов по сравнению с другими дифракционными методами.
15. Основные направления электронографии. Физические основы, области применения и экспериментальные методы нейтронографии.

Требования к рейтинг-контролю

В семестре проводится два контрольных модуля.

I модуль – 30 баллов

Письменный опрос по теории (10 вопросов) – **30** баллов

по 3 балла – за правильный ответ на каждый вопрос

по 1–2 балла – за неполный ответ

II модуль – 70 баллов

Посещение лекций – **15** баллов

по 1 баллу за лекцию

4 премиальных балла при посещении всех лекций

Лабораторные работы (5 работ) – **25** баллов

по 2 балла – за выполнение каждой работы

по 1 баллу – за оформление отчета по работе

по 2 балла – за правильные ответы на контрольные вопросы

по 1 баллу – за неполные ответы

Письменный опрос по теории (10 вопросов) – **30** баллов

по 3 балла – за правильный ответ на каждый вопрос

по 1–2 балла – за неполный ответ

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

Преподавание учебной дисциплины «Дифракционный структурный анализ» строится на сочетании лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов.

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
<p>Кафедра общей физики. Лаборатория методики преподавания физики. Кабинет качества преподавания физики. №219 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1 Внешний жесткий диск Transcend 1 Gb 2 Компьютер Kraftway Credo KC36Vista Business/E7400/2*10024Mb DDR800/T160G/DVDRW/500W/CARE3/Монитор 20'' LG W2043S-PFpf 3 Камера Web Logitech – 3 шт. 4 Коммутатор Linksys SD2008T-EU CISCO SB 8-портовый – 3 шт. 5 Сумка Continent 6 Принтер лазерный HP LJ 1100 C4224A 7 МФУ XEROX PH 3100 8 Сканер UMAX Astra 3450 600*1200dpi, 42bit встроенный слайд-проектор 9 Ноутбук Dell Ispiron 1300 (1.7 GHz) 15.4WXGA. 512MB. 80GB 10 Принтер лазерный CANON LBP-2900 A4.600*600 11 Ксерокс 1215 12 Мультимедийный проектор BenQ MP 624 13 АРМС для исследования и демонстрации опытов по дифракции с ПЭВМ (монитор Samsung TFT 22) 14 Интерактивная доска Smart Board 660 15 Компьютер iRU Corp 510 – 6 шт. 16 Стеллаж – 10 шт. 17 Комплект компьютерных датчиков 18 Универсальный измерительный прибор ADM2</p>	<p>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>

	<p>19 Демонстрационный набор по электричеству и магнетизму. Часть 1</p> <p>20 Демонстрационный набор по электричеству и магнетизму. Часть 2</p> <p>21 Демонстрационный набор по оптике</p> <p>22 Демонстрационный набор по механике</p> <p>23 Доска для проведения демонстрационных работ – 2 шт.</p> <p>24 Интерактивный комплект Oculus Development Kit 2</p> <p>25 Источник питания постоянного тока и напряжения большой мощности</p> <p>26 Комплект Monster Kit v 1.0</p> <p>27 ИБП</p>	
--	--	--

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,	<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 ООО</p> <p>6. Демонстрационное</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 -</p>

<p>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>оборудование комплект «LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели</p>	<p>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	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.