

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:22
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)

Полупроводниковая электроника

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

профиль

Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

Составитель: Белов А.Н.

[Handwritten signature]

Тверь, 2022

Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Полупроводниковая электроника

2. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

Получение знаний о физических принципах работы полупроводниковых устройств.

Задачами освоения дисциплины являются:

- получение знаний о полупроводниках и физических процессах протекающих в них;
- изучение теоретических основ функционирования полупроводниковых приборов;
- изучение основных методов радиофизических измерений
- обзор современных технологий изготовления полупроводниковых устройств

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к модулю 2 базовой части учебного плана «Дисциплины, формирующие общепрофессиональные компетенции».

Требования к «входным» знаниям» и уровню начальной подготовки обучающегося для успешного освоения дисциплины включают знание курсов:

- Механика
- Молекулярная физика
- Электричество и магнетизм
- Оптика
- Атомная физика
- Физика атомного ядра и элементарных частиц
- Общий физический практикум

- Основы аналоговой электроники
- Математический анализ
- Дифференциальные уравнения

4. Объем дисциплины: 4 зачетных единицы, 144 академических часа, в том числе: **контактная работа:** лекции 32 часа, **лабораторные работы** 32 часа; **самостоятельная работа:** 80 часов.

В учебном плане 2014 г.н. **объем дисциплины:** 3 зачетных единиц, 108 академических часов, в том числе: **контактная работа:** лекции 32 часа, **лабораторные работы** 32 часа; **самостоятельная работа:** 44 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
<p>ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности</p>	<p>Владеть: навыками решения дифференциальных уравнений для описания процессов в полупроводниках. Уметь: применять законы физики для качественного анализа и количественных оценок различных свойств полупроводников и полупроводниковых приборов Знать: основные физические законы и явления, лежащие в основе полупроводниковой электроники.</p>
<p>ОПК-2 способностью самостоятельно</p>	<p>Владеть: навыками работы с научной литературой в области полупроводниковой электроники. Уметь: приобретать новые знания, лежащие в</p>

приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	основе принципов функционирования полупроводниковых приборов и законов, накладывающих ограничение на развитие технологий полупроводниковых устройств. Знать: фундаментальные законы, лежащих в основе функционирования полупроводниковых устройств.
ПК-2 способностью использовать основные методы радиофизических измерений	Владеть: методами построения основных характеристик полупроводниковых устройств. Уметь: выполнять расчеты при получении основных характеристик полупроводниковых устройств. Знать: основные характеристики полупроводниковых устройств.

6. Форма промежуточной аттестации - экзамен в 7 семестре.

7. Язык преподавания - русский.

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

1. Для студентов очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа
		лекции	Лабораторные занятия	
1. Введение в дисциплину. Физическая электроника. Микроэлектроника. Исторический обзор. Этапы развития. Нанoeлектроника. Перспективы.	4	1	0	3
2. Модели структур полупроводников. Ковалентная связь. Кристаллическая решетка. Электроны и дырки. Модель энергетических зон.	4	2	0	2
3. Носители заряда в полупроводниках. Равновесное	10	2	2	5

состояние проводника. Явления переноса при стационарных неравновесных режимах. Функция распределения Ферми-Дирака. Собственные и примесные полупроводники.				
4. Неравновесные процессы в полупроводниках. Генерация и рекомбинация. Квазиуровни и квазипотенциалы Ферми. Явления переноса.	4	2	0	2
5. Полупроводниковый диод. Смещенный переход. Математическая модель диода. Уравнение Шокли. Явление пробоя. Процессы переключения. Диоды Шотки. Гетеропереход. Диоды для оптоэлектроники.	24	3	6	5
6. Физические принципы работы биполярного транзистора. Структура биполярного транзистора. Схемы включения транзистора. Параметры на постоянном токе. Параметры на переменном токе в режиме малого сигнала. Частотные свойства. Модель Эберса-Молла. Зарядовая модель. Основные принципы работы тиристора.	26	4	12	5
7. Физические принципы работы полевого транзистора. МОП структура. Режимы обогащения, обеднения, инверсии. Поверхностный заряд в различных режимах. МОП-транзистор. ВАХ. Идеальный полевой транзистор с управляющим p-n переходом.	26	4	12	5
8. Интегральные схемы. Классификация ИС, их достоинства и недостатки. Производственные процессы. Проектирование ИС. Изготовление ИС. Математический аппарат. Фильтры. Примеры.	12	2	0	5
9. Интегральные схемы на основе МОП-технологий. Логика p, n-МОП. Логика КМОП. МОП-технологии в СБИС. Зарядовая связь.	8	2	0	6
10. Общие тенденции развития физической электроники. Нанoeлектроника. Материалы. Процессы проектирования и изготовления. Примеры.	26	10	0	6
	144	32	32	44
Экзамен:				36
Итого:	144	32	32	80

В учебном плане 2014 г.н.

Наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа
		лекции	Лабораторные занятия	
1. Введение в дисциплину. Физическая электроника. Микроэлектроника. Исторический обзор. Этапы развития. Наноэлектроника. Перспективы.	4	1	0	0
2. Модели структур полупроводников. Ковалентная связь. Кристаллическая решетка. Электроны и дырки. Модель энергетических зон.	4	2	0	0
3. Носители заряда в полупроводниках. Равновесное состояние проводника. Явления переноса при стационарных неравновесных режимах. Функция распределения Ферми-Дирака. Собственные и примесные полупроводники.	10	2	2	0
4. Неравновесные процессы в полупроводниках. Генерация и рекомбинация. Квазиуровни и квазипотенциалы Ферми. Явления переноса.	4	2	0	0
5. Полупроводниковый диод. Смещенный переход. Математическая модель диода. Уравнение Шокли. Явление пробоя. Процессы переключения. Диоды Шотки. Гетеропереход. Диоды для оптоэлектроники.	24	3	6	0
6. Физические принципы работы биполярного транзистора. Структура биполярного транзистора. Схемы включения транзистора. Параметры на постоянном токе. Параметры на переменном токе в режиме малого сигнала. Частотные свойства. Модель Эберса-Молла. Зарядовая модель. Основные принципы работы тиристора.	26	4	12	2
7. Физические принципы работы полевого транзистора. МОП структура. Режимы обогащения, обеднения, инверсии. Поверхностный заряд в различных режимах. МОП-транзистор. ВАХ. Идеальный полевой транзистор с управляющим р-п переходом.	26	4	12	2
8. Интегральные схемы. Классификация ИС, их достоинства и недостатки. Производственные процессы. Проектирование ИС. Изготовление ИС. Математический аппарат. Фильтры. Примеры.	12	2	0	2
9. Интегральные схемы на основе МОП-технологий.	8	2	0	2

Логика p, n-МОП. Логика КМОП. МОП-технологии в СБИС. Зарядовая связь.				
10. Общие тенденции развития физической электроники. Нанoeлектроника. Материалы. Процессы проектирования и изготовления. Примеры.	26	10	0	0
	108	32	32	8
Экзамен:				36
Итого:	144	32	32	44

2. Для студентов заочной формы обучения не предусмотрено.

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (или модулю)

- *планы лабораторных занятий.*
- *список заданий и упражнений задач.*
- *методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.*
- *темы рефератов.*
- *требования к рейтинг-контролю.*

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (или модулю)

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Полупроводниковая электроника» 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.).

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-1 способностью к овладению базовыми

знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
	<i>Задания для проверки сформированности умений:</i>	<i>Высокий уровень</i> (3 балла по каждому критерию)	<i>Средний уровень</i> (2 балла по каждому критерию)	<i>Низкий уровень</i> (1 балл по каждому критерию)
	Некоторая трехмерная решетка, имеющая форму куба со стороной L , содержит N атомов, каждый из которых имеет Z валентных электронов. Считается, что электроны свободно перемещаются под действием приложенного электрического поля. Выведите выражение для оценки радиуса сферы Ферми в обратном пространстве.	Умеет использовать известные решения дифференциального уравнения Шредингера. Умеет правильно и осмысленно использовать дифференциальное и интегральное исчисление. Умеет давать физическое объяснение полученному решению. Умеет рационально пользоваться математическим аппаратом.	Умеет использовать известные решения дифференциального уравнения Шредингера. Умеет правильно и осмысленно использовать дифференциальное и интегральное исчисление. Умеет давать физическое объяснение полученному решению.	Умеет использовать известные решения дифференциального уравнения Шредингера. Умеет правильно использовать дифференциальное и интегральное исчисление. Умеет давать физическое объяснение полученному решению.
	<i>Задания для проверки сформированности знаний:</i>	<i>Высокий уровень</i> (3 балла по каждому критерию)	<i>Средний уровень</i> (2 балла по каждому критерию)	<i>Низкий уровень</i> (1 балл по каждому критерию)
	Основываясь на характеристиках кристаллической структуры типа алмаз, рассчитайте следующие параметры кремния: 1. число атомов, содержащихся в элементарной ячейке 2. Атомный радиус структуры 3. Число атомов в 1 куб. см.	Знает различные типы кристаллических решеток и свободно ориентируется в них. Знает	Знает различные типы кристаллических решеток. Знает методики вычисления	Знает кристаллические решетки полупроводников. Знает методики вычисления характеристик

	4. Число атомов, приходящихся на ед. площади в кристаллических плоскостях (111), (100) и (110).	методики вычисления характеристик кристаллических решеток. Знает виды симметрии. Знает методики вычисления характеристик для заданных симметрий и свободно ориентируется в них.	характеристики кристаллических решеток. Знает виды симметрии. Знает методики вычисления характеристик для заданных видов симметрий.	кристаллических решеток. Знает виды симметрии. Неуверенно или с ошибками вычисляет характеристики.
--	---	---	---	--

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-2: способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
		Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
	<i>Задания для проверки сформированности умений:</i>			
	Провести моделирование работы источника тока с заданными параметрами на транзисторе.	Умеет самостоятельно оценить выходные параметры и в соответствии с ними подобрать требуемую модель транзистора. Умеет рассчитать сопротивление в схеме для достижения	Умеет самостоятельно оценить выходные параметры и в соответствии с ними подобрать требуемую модель транзистора. Умеет рассчитать сопротивление в схеме для достижения	Умеет рассчитать сопротивления в схеме для достижения заданных параметров. Умеет оценить динамический диапазон.

		заданных параметров. Умеет оценить динамический диапазон. Умеет оценить температурный диапазон. Умеет оценить устойчивость схемы. Умеет рационально, сообразуясь со стоимостью выбрать электронные комплектующие.	заданных параметров. Умеет оценить динамический диапазон. Умеет оценить температурный диапазон.	
	Задания для проверки сформированности знаний:	Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
	Привести схему включения транзистора в вариантах ОЭ, ОБ, ОК	Знает различные схемы включения транзистора. Знает цель использования соответствующего включения. Знает преимущества и недостатки схем. Знает и владеет методиками улучшения схем. Знает математические модели описания работы схем.	Знает различные схемы включения транзистора. Знает цель использования соответствующего включения. Знает преимущества и недостатки схем. Знает математические модели описания работы схем.	Знает различные схемы включения транзистора. Знает цель использования соответствующего включения.

3. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2: способностью использовать основные методы радиофизических измерений.

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
	<i>Задания для проверки сформированности умений:</i>	<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>
	Исследование вольт-амперной и вольт-фарадной характеристик диода.	Умеет проводить электрические и радиофизические измерения. Умеет самостоятельно разработать методику простейших измерений. Умеет оценить погрешности. Умеет правильно интерпретировать результат. Умеет дать физическое объяснение результату.	Умеет проводить электрические и радиофизические измерения. Умеет оценить погрешности. Умеет правильно интерпретировать результат. Умеет дать физическое объяснение результату.	Умеет проводить электрические и радиофизические измерения. Умеет оценить погрешности. Умеет правильно интерпретировать результат.
	<i>Задания для проверки сформированности знаний:</i>	<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>
	Исследование вольт-амперной и вольт-фарадной характеристик диода.	Знает различные схемы включения диода. Знает цель проведения	Знает различные схемы включения диода. Знает цель проведения	Знает различные схемы включения диода. Знает цель проведения

		измерений. Знает схемы включения диода для проведения измерений. Знает принципаль ные методики измерений. Знает улучшения методики.	измерений. Знает схемы включения диода для проведения измерений. Знает принципаль ные методики измерений.	измерений. Знает схемы включения диода для проведения измерений. Неуверенно знает принципальн ые методики измерений.
--	--	---	---	--

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

а) Основная литература:

1. Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника: Том 1: Электроника [Электронный ресурс]: учебник. — М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. — 480 с. — 978-5-89035-796-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45343.html>

б) Дополнительная литература:

1. Максина Е. Л. Электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6270.html>

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

1. Сервер информационно-методического обеспечения учебного процесса НБ ТвГУ <http://edc.tversu.ru/>
2. Научная библиотека ТвГУ: <http://library.tversu.ru/>
3. электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>
4. Университетская библиотека ONLINE: <http://www.biblioclub.ru/>
5. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>

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

– Список лабораторных занятий

1. Моделирование поведения носителей заряда в полупроводниках. Распределение Ферми-Дирака.
2. Полупроводниковый диод. Выпрямители.
3. Эмиттерный повторитель
4. Усилитель на транзисторе
5. Источник тока на транзисторе
6. Изучение эффекта Эрли.
7. Частотные характеристики транзистора

– методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:

1. Изучить рекомендуемую литературу.
2. Просмотреть задачи, разобранные на аудиторных занятиях.
3. Разобрать задачи, рекомендованные преподавателем для самостоятельного решения, используя, при необходимости, примеры решения аналогичных задач.
4. Обсудить проблемы, возникшие при выполнении лабораторных работ задач с преподавателем.

Требования к рейтинг-контролю. В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- 1) Сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач
- 2) Выполнить и сдать преподавателю соответствующее количество лабораторных работ
- 3) ответить на теоретические вопросы. Примеры вопросов:

1. Что такое полупроводники? Удельное сопротивление полупроводников. Температурный коэффициент сопротивления. Факторы, влияющие на удельное сопротивление. Вещества, относящиеся к полупроводникам. Параметры полупроводников.
2. Кристаллическая структура германия и кремния. Виды дефектов кристаллической решетки и их влияние на свойства полупроводников.
3. Свободные носители зарядов в полупроводниках. Процессы генерации и рекомбинации. Время жизни носителей зарядов. Полупроводники с собственной проводимостью. Полупроводники n-типа и p-типа.
4. Элементы зонной теории твердого тела. Сравнение зонных структур металлов, полупроводников и диэлектриков. Процессы, происходящие в металлах, полупроводниках и диэлектриках при энергетических воздействиях.
5. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Функция Ферми-Дирака и ее смысл. Уровень Ферми. Зонная структура и функция Ферми-Дирака в полупроводниках с собственной проводимостью. Зависимость концентраций электронов и дырок от температуры в собственных и примесных полупроводниках.
6. Зонная структура и функция Ферми-Дирака в полупроводниках с примесной проводимостью и их кристаллическая структура. Донорные и акцепторные уровни. Энергия активации. Полуметаллы. Влияние температуры на положение уровня Ферми в примесных полупроводниках.
7. Закон действующих масс и принцип нейтральности.
8. Диффузия носителей зарядов. Зависимость концентрации инжектированных неосновных носителей зарядов от времени и от координаты. Время жизни носителей зарядов – τ . Диффузионная длина носителей зарядов – L .
9. Идеальный плоскостной p-n-переход в равновесном состоянии.

10. Идеальный плоскостной p-n-переход в неравновесном состоянии (прямое и обратное включение). Вольт-амперная характеристика идеального p-n-перехода. Понятие теплового тока.
11. Явление пробоя p-n перехода.
12. Выпрямительные диоды.
13. Высокочастотные диоды.
14. Импульсные диоды, диоды с накоплением заряда и диоды Шоттки.
15. Туннельные и обращенные диоды.
16. Стабилитроны.
17. Варикапы.
18. Биполярные n-p-n и p-n-p транзисторы. Схемы включения. Принцип действия.
19. Технологические разновидности биполярных транзисторов.
20. Полевые транзисторы.

– темы рефератов:

1. Спиновая электроника
2. Литографические процессы
3. Методы формирования диэлектрических пленок
4. Формирование наноструктур в технологии изготовления электронных устройств
5. Оптоэлектронные устройства.

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

Процесс обучения включает аудиторные занятия путем проведения лекционных и лабораторных занятий, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль полученных знаний, использование различных форм практической деятельности студентов, самостоятельную работу, а так же проведение итогового контроля.

IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (или модулю)

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория № 2026 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест. 2. Экран настенный 153x203 3. Переносной комплект мультимедийной техники.	Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Google Chrome – бесплатно MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
Учебная аудитория № 218 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест. 2. Экран настенный 153x203 3. Переносной комплект мультимедийной техники.	Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Google Chrome – бесплатно MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

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,	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,	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

<p>курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь 3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-port DGS-1016D 4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели</p>	<p>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 IC00000027 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 (или модуля)

№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.