

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:24  
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)

**Физика нано- и гетероструктур**

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

профиль

Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н. Третьяков С.А.

Зигерт А.Д.

Тверь, 2022

## **I. Аннотация**

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

Преобразователи физических величин

### **2. Цель и задачи дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины является: изучение принципов действия измерительных преобразователей физических величин и их применение в физическом эксперименте и в технических целях. Необходимость изучения вопросов программы обусловлена бурным развитием вычислительной техники и связанных с нею измерительных систем и комплексов, начальным и неотъемлемым звеном которых являются первичные датчики - измерительные преобразователи физических величин. В курсе применена классификация преобразователей по принципу используемого физического явления или эффекта.

**Задачами** освоения дисциплины являются: приобретение знаний о современном состоянии теории и технических приложений преобразователей физических величин, необходимых для решения научно-исследовательских экспериментальных и технических задач, навыки расчета, моделирования, практической работы с преобразователями физических величин.

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

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана. Дисциплина изучается в 6 семестре и излагается на основе математических и естественнонаучных дисциплин базовой части. В свою очередь, дисциплина обеспечивает изучение профессиональных дисциплин.

**4. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 6 зачетных единицы, 216 академических часов в том числе контактная работа:

Лекции 30 час., практические занятия 30 час., лабораторные работы 30 час.; самостоятельная работа 126 час.

По учебному плану 2014 года набора

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 6 зачетных единицы, 216 академических часов в том числе контактная работа:

Лекции 60 час., лабораторные работы 30 часов, практические занятия 45 час.; самостоятельная работа 81 час.

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

<b>Планируемые результаты освоения образовательной программы</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
--	--

<b>(формируемые компетенции)</b>	
ОПК-2 способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	<p><b>Владеть:</b> навыками поиска информации в сети Интернет;</p> <p><b>Уметь:</b> применять знания, полученные в области естественных наук для создания преобразователей физических величин (датчиков, сенсоров, приводов (актуаторов) с заданными характеристиками; самостоятельно приобретать знания, используя современное оборудование и информационные технологии</p>
ПК-1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радио-электронной и оптической аппаратуры и оборудования	<p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических знаний для решения практических научных и технических задач; технологией обработки измерительной информации с помощью аналоговой и цифровой электронной техники и вычислительных средств; понятиями, способами, методами измерительной техники; поиском и анализом информации в сети Интернет.</p> <p><b>Уметь:</b> планировать проведение современного эксперимента в области создания преобразователей физических величин (датчиков, сенсоров, приводов (актуаторов) с заданными характеристиками;</p> <p><b>Знать:</b> •базовые принципы использования физических эффектов для создания преобразователей электрических, магнитных, механических, тепловых, оптических величин с целью их применения в различных областях науки и техники; классификацию современных преобразователей по используемым физическим эффектам и по их назначению; классификацию материалов электронной техники с заданным комплексом физических характеристик; методы испытаний механических, электрических, магнитных, оптических свойств материалов.</p>

## 6. Форма промежуточной аттестации

экзамен в 6 семестре, курсовая работа

## 7. Язык преподавания русский

## II. Структура дисциплины

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
<b>1. Введение.</b>	6	2			4

Основные понятия и определения. Физические принципы классификации преобразователей. Пассивные и активные преоб-разователи.					
<b>2. Резистивные преобразователи.</b> Принцип действия, общие свойства, область применения. Реостатные преобразователи. Тензопреобразователи.	11	2	3		6
<b>3. Индукционные преобразователи.</b> Физические принципы классификации. Активные и пассивные индукционные преобразователи и их уравнение преобразования.	9	2	3		4
<b>4. Четные и нечетные гальвано-магнитные эффекты и преобразователи на их основе.</b> Квантовый эффект Холла и его применение	14	4	4		6
<b>5. Магнитомеханические преобразователи.</b> Принципы классификации. Магнитные стрелки и весы. Устройство и область применения	14	4	4		6
<b>6. Емкостные преобразователи.</b> Уравнени преобразования. Численные методы расчета емкости с учетом краевых эффектов. Устройство и область применения.	12	4	4		4
7. Магнитострикционный эффект и его применение в преобразователях перемещения.	14	4	4		6
8. Ядерный магнитный резонанс и квантовые преобразователи на основе свободной ядерной прецессии.	14	4	4		6
<b>9. Аналоговые и цифровые методы обработки измеритель-ной информации.</b> Аналогоцифровые и цифроаналоговые преобразователи. Ввод, обработка и вывод информации с помощью ЭВМ. Измерительные информационные системы.	14	4	4		6
<i>Лабораторные работы</i>					
1. Преобразователи Холла.	10			4	6

2. Магниторезистивный эффект и магниторезисторы	10			4	6
3. Тензорезисторы	10			4	6
4. Емкостные преобразователи	10			4	6
5. Полупроводниковые термометры.	10			4	6
6. Термоэлектрические преобразователи.	10			4	6
7. Квантовые преобразователи на основе свободной ядерной прецессии.	12			6	6
Экзамен	36				36
ИТОГО	216	30	30	30	126

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

- задания для самостоятельной работы
- планы практических и лабораторных занятий,
- методические рекомендации
- тестовые задания
- итоговый контроль
- требования к рейтинг контролю

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

**Форма проведения промежуточного контроля:** студенты, освоившие программу курса «Преобразователи физических дисциплин» могут сдать экзамен по итогам рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.). Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

Контроль сформированности компетенции осуществляется с помощью оценочных средств на основе критериев, которые разрабатываются с целью выявления соответствия этапов освоения компетенции планируемым результатам обучения (см. карту компетенций).

#### **1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-2 "способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии"**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p><b>Владеть:</b> навыками поиска информации в сети Интернет;</p>	<p>Провести патентно-библиографический поиск информации по применению датчиков Холла в базах данных отечественных и зарубежных патентных служб, поисковых систем РИНЦ, Scopus, Google, Web of Science</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;</li> <li>• тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла;</li> <li>• использованы публикации последних лет – 1 балл;</li> <li>• определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;</li> </ul>
<p><b>Уметь:</b> применять знания, полученные в области естественных наук для создания преобразователей физических величин (датчиков, сенсоров, приводов (актюаторов) с заданными характеристиками; самостоятельно приобретать знания, используя современное оборудование и информационные технологии</p>	<p>Применить знания в области феноменологической теории эффекта Холла для создания значимых датчиков магнитного поля, создаваемого постоянными магнитами на основе редкоземельных элементов, определить диапазоны требуемых пределов измерений, и выработать конкретные рекомендации по использованию современного стандартного оборудования для решения поставленной задачи.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тема раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4 балла</li> <li>• Аргументация на теоретическом уровне неполная, смысл ряда ключевых понятий не объяснен – 1 балл</li> <li>• Терминологический аппарат непосредственно не связан с раскрываемой темой – 0 баллов</li> <li>• Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла</li> <li>• Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла</li> <li>• Допущены фактические</li> </ul>

		и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов
--	--	--

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

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических знаний для решения практических научных и технических задач; технологией обработки измерительной информации с помощью аналоговой и цифровой электронной техники и вычислительных средств; понятиями, способами, методами измерительной техники; поиском и анализом информации в сети Интернет.</p>	<p>Дать описание теоретических знаний, необходимых для реализации технологии цифровой и аналоговой обработки информации с помощью вычислительных средств электронной техники и их анализа на основе информации в сети Интернет</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;</li> <li>• тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла;</li> <li>• использованы публикации последних лет – 1 балл;</li> <li>• определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;</li> </ul>
<p><b>Уметь:</b> планировать проведение современного эксперимента в области создания преобразователей физических величин (датчиков, сенсоров, приводов (актуаторов) с заданными характеристиками</p>	<p>Осуществить планирование эксперимента в области создания контрольно-измерительных тензоизмерительных систем для оценки малых механических деформаций</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тема раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4 балла</li> <li>• Аргументация на теоретическом уровне неполная, смысл ряда ключевых понятий не объяснен – 1 балл</li> <li>• Терминологический аппарат непосредственно не связан с рас-</li> </ul>

		<p>крываемой темой – 0 баллов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла</li> <li>• Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла</li> <li>• Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов</li> </ul>
<p><b>Знать:</b>          базовые принципы использования физических эффектов для создания преобразователей электрических, магнитных, механических, тепловых, оптических величин с целью их применения в различных областях науки и техники; классификацию современных преобразователей по используемым физическим эффектам и по их назначению; классификацию материалов электронной техники с заданным комплексом физических характеристик; методы испытаний механических, электрических, магнитных, оптических свойств материалов.</p>	<p>Описать базовые принципы использования электромагнитных эффектов для создания индукционных преобразователей физических величин, дать классификацию современных индукционных датчиков, материалов электронной техники и испытаний их магнитных свойств.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тема раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4 балла</li> <li>• Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 4 балла</li> <li>• Ответ характеризуется композиционной цельностью, соблюдена логическая последовательность – 3 балла</li> </ul>

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

а) основная литература:

1. Дресвянников А. Ф. Эталоны физических величин: учебное пособие. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 144 с. - [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258435>
2. Общая энергетика: учебник: в 2 кн. / В.П. Горелов, С.В. Горелов, В.С. Горелов и др. ; под ред. В.П. Горелова, Е.В. Ивановой. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2016. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693>

б) дополнительная литература:

1. Иванов И. М. Основы радиотехники: учебное пособие. - М. : Альтаир : МГАВТ, 2014. - 146 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430311>

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

специализированное программное обеспечение для ЭВМ ZetLab, Avideo и др.

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

### ***1. Задания для самостоятельной работы:***

- Новые виды магнитоэлектрических гетероструктур для преобразователей магнитного поля
- Микросистемы «лаборатория на чипе» (Lab-on-a-chip) – достижения и тенденции развития
- Микроэлектромеханические системы – достижения и тенденции развития
- Магнитометрия слабых магнитных полей и её технические применения
- Микромощные автономные преобразователи энергии
- Визуализация микрораспределений магнитного поля с помощью индикаторных сред
- Тепловизионный контроль температурного режима электромеханических приводов (актюаторов)
- Тепловизионный контроль электронных блоков вторичных преобразователей

### ***2. план практических работ***

- Резистивные преобразователи.
- Индукционные преобразователи.
- Четные и нечетные гальваномангнитные эффекты и преобразователи на их основе.
- Магнитомеханические преобразователи.
- Емкостные преобразователи.
- Магнитострикционный эффект и его применение в преобразователях перемещения.

- Ядерный магнитный резонанс и квантовые преобразователи на основе свободной ядерной прецессии.

- Аналоговые и цифровые методы обработки измерительной информации.

### **3. план лабораторных работ**

Преобразователи Холла.

Магниторезистивный эффект и магниторезисторы

Тензорезисторы

Емкостные преобразователи

Полупроводниковые термо-метры.

Термоэлектрические преобразователи.

Квантовые преобразователи на основе свободной ядерной прецессии.

### **4. Методические рекомендации**

Предметом оценки является подготовка студентов к занятиям, работа студентов на практических и лабораторных занятиях, выполнение ими тестовых заданий.

Оценки успеваемости студентов проходит в модульную неделю в соответствии с графиков учебного процесса.

Практические задания по демонстрации компетенций заключаются в устных или письменных ответах на поставленные преподавателем или составленным самими студентами вопросы (традиционные или в форме тестов). При этом оценивается обоснованность ответа, ясность и последовательность изложения мысли. Такая демонстрация компетенций проверяет уровень владения теоретическим и практическим материалом.

### **5. Типовые тесты**

1. Безразмерная физическая величина - это

1.1. физическая величина, в размерности которой основные величины входят в нулевой степени

1.2. физическая величина, в размерности которой основные величины входят в первой степени

1.3. физическая величина, размерность которой не зависит от других величин

2. Абсолютная погрешность средства измерения - это

2.1. погрешность средства измерения, определяемая в нормальных условиях его применения

2.2. погрешность средства измерения, выраженная в единицах измеряемой физической величины

2.3. составляющая погрешности измерений, принимаемая постоянной или закономерно изменяющейся

3. Чем объясняется изменение активного сопротивления при деформации тензорезисторных преобразователей?
  - 3.1. изменением удельного электросопротивления под действием упругих напряжений
  - 3.2. изменением геометрических размеров преобразователя
  - 3.3. изменением удельного электросопротивления и изменением геометрических размеров
4. Чувствительность пассивного индукционного преобразователя
  - 4.1. не зависит от частоты измеряемого магнитного поля
  - 4.2. повышается при увеличении частоты
  - 4.3. понижается при увеличении частоты
5. Активный индукционный преобразователь с вращающейся измерительной катушкой относится к преобразователям
  - 5.1. s-типа
  - 5.2.  $\alpha$ -типа
  - 5.3.  $\mu$ -типа
6. Принцип действия преобразователей Холла основан на
  - 6.1. изменении внутреннего сопротивления в магнитном поле вследствие изменения подвижности носителей заряда
  - 6.2. появлении поперечной разности потенциалов на краях проводящей пластины с током при воздействии магнитного поля
  - 6.3. появлении продольной разности потенциалов на краях проводящей пластины с током при воздействии магнитного поля
7. Преобразователи Холла являются
  - 7.1. модульными преобразователями
  - 7.2. указателями направления магнитного поля
  - 7.3. компонентными (векторными) преобразователями
8. Магниторезисторный преобразователи являются
  - 8.1. модульными преобразователями
  - 8.2. указателями направления магнитного поля
  - 8.3. компонентными (векторными) преобразователями
9. Мостовая схема подключения тензорезисторов применяется для
  - 9.1. повышения уровня выходного сигнала
  - 9.2. компенсации погрешностей, обусловленных изменениями температуры
  - 9.3. повышения чувствительности
10. Частным параметром ёмкостного преобразователя является

10.1. напряжение на обкладках конденсатора

10.2. диэлектрическая проницаемость вещества в рабочем зазоре

10.3. частота питающего напряжения

**6. Промежуточный контроль** проводится в форме экзамена, который включает письменные или устные ответы на теоретические вопросы.

Вопросы к экзамену:

1. Передаточные характеристики чётных и нечётных преобразователей.

2. Методы измерений малых изменений электросопротивления (на примере мостовых схем

2. Методы измерений малых изменений электроёмкости (на примере ёмкостных преобразователей

3. Предельные измерения в физике

4. Цифровые многофункциональные осциллографы.

5. Синхронное детектирование измерительных сигналов с низкими значениями соотношения сигнал/шум.

6. Магнитомягкие магнитные материалы и их характеристики.

7. Пьезоэлектрические и пирозэлектрические преобразователи.

#### **7. Требования к рейтинг-контролю**

Оценка знаний студентов осуществляется по результатам успеваемости и оценивается по 100 – балльной системе. Семестр делится на два модуля.

В каждом модуле студент может набрать максимально по 30 баллов. Для того чтобы студент был допущен к экзамену, ему нужно набрать не менее 20 баллов.

Интегральная (рейтинговая) оценка знаний студентов осуществляется в баллах в комплексной форме с учетом:

- оценки по итогам текущего контроля (до 60 баллов);
- оценки итоговых знаний в ходе экзамена (до 40 баллов).

#### **Критерии оценки качества знаний для итогового контроля**

<b>5-ти балльная оценка/ балльно-рейтинговая оценка</b>	<b>Пояснение к оценке</b>
<b>«отлично», 85-100 баллов</b>	теоретическое содержание курса освоено <b>полностью</b> , без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, <b>все</b> предусмотренные программой обучения учебные задания <b>выполнены</b> .
<b>«хорошо», 70-84 баллов</b>	теоретическое содержание курса освоено <b>полностью</b> , без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, предусмотренные программой обучения учебные задания <b>частично</b>

	<b>выполнены.</b>
<b>«удовлетворительно», 50 -69 баллов</b>	теоретическое содержание курса освоено <b>не полностью</b> , с пробелами, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы частично, предусмотренные программой обучения учебные задания <b>выполнены с ошибками.</b>
<b>«Неудовлетворительно», Менее 20-49 баллов</b>	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы <b>не сформированы</b> , все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

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

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

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

<b>Наименование специальных* помещений</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
Учебно-научной лаборатории магнитоэлектроники № 109 (170100, Тверская область, г. Тверь, Студенческий пер., д. 12)	Аналого-цифровой преобразователь (модуль АЦП-ЦАП ZET 210"Sigma USB", клемная колодка, предварительный усилитель ZET 410) Модуль АЦП с предусилителем ZET 210 Монитор Samsung TFT 23" F2380 black PVA Принтер HP LaserJet P2055d(CE457A) Сканер P3 Принтер Samsung лазерный Измеритель магнитной индукции 000000000009316 Испытатель транзисторов и диодов Л2-54	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

	Линия волновод Насос вакуумный	
--	-----------------------------------	--

### 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>	<p>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-portr 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>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

<b>№п.п.</b>	<b>Обновленный раздел рабочей программы дисциплины</b>	<b>Описание внесенных изменений</b>	<b>Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения</b>
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