

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.09.2022 14:25:16  
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)

**Линейные и нелинейные уравнения физики**

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

профиль

Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

Составитель: д.ф.-м.н., доцент Комаров П.В.

Тверь, 2022

## **I. Аннотация**

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

Линейные и нелинейные уравнения физики

### **2. Цель и задачи дисциплины**

*Целью* освоения дисциплины является: формирование и развитие у обучающихся следующих общекультурных и профессиональных компетенций: ОПК 1 (способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности) и ОПК 2 (способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии) для решения проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области радиофизики - наблюдающихся в природе физических явлений и объектов, обладающих волновой или колебательной природой.

*Задачами* освоения дисциплины являются: освоение студентами теорий и моделей связанных с основными классами уравнений физики; выработка умений классификации и приведения к каноническому виду дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных; формирование навыков постановки основных видов краевых задач, вывода и решения отвечающих им уравнений.

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

Дисциплина «Линейные и нелинейные уравнения физики» относится к базовой части учебного плана.

Изучаемая дисциплина логически и содержательно-методически взаимосвязана со следующими дисциплинами: математический анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, ТФКП, теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика.

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

1. теоретическое и практическое знание дифференциального и интегрального исчисления, теории рядов, линейной алгебры и аналитической геометрии, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного и др. (т.е. фактическое знание и умения в рамках всех математических курсов, изучаемых до курса ЛИНУФ).
2. теоретические знания из физических курсов (механика, электричество, термодинамика и др.).
3. знания и умения, полученные в рамках курса информатика (работа с прикладными программами, знание основных численных методов и алгоритмов).

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

1. Учебные и производственные практики.
2. Научно-исследовательская работа.

**4. Объем дисциплины:** 4 зачетных единицы, 144 академических часа, в том числе **контактная работа:** лекции 36 часов, практические занятия 36 часов; **самостоятельная работа:** 72 часа.

В учебном плане 2014 г.н. **объем дисциплины:** 3 зачетных единицы, 108 академических часов, в том числе **контактная работа:** лекции 36 часов, практические занятия 36 часов; **самостоятельная работа:** 72 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
ОПК-1: способность к овладению базовыми знаниями в области математики и	<b>Владеть:</b> не предусмотрено <b>Уметь:</b> использовать базовые теоретические знания по данной дисциплине для решения типовых задач <b>Знать:</b> классификацию уравнений в частных

естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	производных, методы решения уравнений гиперболического и параболического типов
ОПК-2: способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	<b>Владеть:</b> не предусмотрено <b>Уметь:</b> применять методы решения уравнений в частных производных, включая нестандартные случаи <b>Знать:</b> методы решения уравнений в частных производных различного типа

## 6. Форма промежуточной аттестации экзамен в 5 семестре

## 7. 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

Наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа
		лекции	Практические (лабораторные) занятия	
1. Уравнения с частными производными второго порядка. Понятия характеристики квазилинейного уравнения первого порядка. Интегрирование линейных уравнений первого порядка. Интегрирование квазилинейных уравнений первого порядка. Задача Коши для квазилинейного уравнения первого порядка.	9	3	3	3
2. Уравнения с частными производными второго порядка. Понятие характеристической формы и классификация линейных уравнений второго порядка. Классификация нелинейных уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду линейных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.	9	3	3	3
3. Приведение к каноническому виду линейного уравнения второго порядка с двумя независимыми	9	3	3	3

<p><b>переменными.</b> Задача Коши для линейного уравнения второго порядка гиперболического типа. Задача Коши для линейного уравнения второго порядка с аналитическими данными. Формулировка теоремы Коши Ковалевской. Понятие корректности задачи математической физики. Пример Адамара.</p>				
<p><b>4. Вывод основных уравнений математической физики.</b> Уравнение колебаний струны. Уравнение колебаний мембраны. Уравнение распространения тепла в изотропном твердом теле. Уравнения, описывающие стационарные процессы распространения тепла.</p>	9	3	3	3
<p><b>5. Уравнения гиперболического типа.</b> Однородное волновое уравнение. Задача Коши для одномерного волнового уравнения. Формула Даламбера. Задача с начальными условиями для волнового уравнения с тремя пространственными переменными. Формула Киргофа. Задача Коши для волнового уравнения с двумя пространственными переменными. Метод спуска. Формула Пуассона. Анализ решения. Понятия области зависимости, области влияния и области определения.</p>	9	3	3	3
<p><b>6. Неоднородное волновое уравнение.</b> Случай одной пространственной переменной. Случай трех пространственных переменных. Запаздывающий потенциал. Случай двух пространственных переменных.</p>	9	3	3	3
<p><b>7. Корректно поставленные задачи для гиперболических уравнений.</b> Единственность решения задачи Коши. Общая постановка задачи Коши. Задача Гурса, характеристическая задача.</p>	9	3	3	3
<p><b>8. Уравнения параболического типа.</b> Принцип максимума. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Постановка задачи Коши и доказательство существования ее решения. Гладкость решений. Неоднородное уравнение теплопроводности.</p>	9	3	3	3
<p><b>9. Уравнение эллиптического типа.</b> Основные свойства гармонических функций. Интегральное представление гармонических функций. Теорема о среднем. Принцип. Экстремума и его следствия.</p>	9	3	3	3
<p><b>10. Функция Грина.</b> Решение задачи Дирихле для шара и полупространства. Понятие функции Грина задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле для шара. Формула Пуассона. Решение задачи Дирихле для</p>	9	3	3	3

полупространства. Некоторые следствия, вытекающие из формулы Пуассона. Теоремы Лиувилля и Гарнака.				
<b>11. Метод Фурье (метод разделения переменных).</b> Решение смешанных задач для уравнений гиперболического типа методом разделения переменных. Решение смешанных задач для уравнений параболического типа методом разделения переменных. Решение краевых задач для уравнений эллиптического типа методом разделения переменных. Построение решений краевых задач в прямоугольных областях. Построение решений краевых задач в круговых областях.	9	3	3	3
<b>12. Основы математического моделирования в физике.</b> Точность, сходимости и устойчивость разностных схем. Роль математической физики в моделировании сложных физических явлений. Использование системы MAPLE для анализа и решения уравнений физики.	9	3	3	3
<b>ЭКЗАМЕН</b>	<b>36</b>	–	–	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

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

- планы практических (семинарских) занятий.
- сборники 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**

**Форма проведения промежуточного контроля:** студенты, освоившие программу курса «Линейные и нелинейные уравнения физики» 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.).

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: способность 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		
Заключительный	<p><i>Задания для проверки сформированности умений:</i></p> <p>Решить задачу: Привести к каноническому виду уравнение <math>U_{xx}+2U_{xy}+2U_{yy}+4U_{yz}+5U_{zz}+U_x+U_y=0</math>.</p>	<p><i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i></p> <p>Понимает принцип классификации и уравнений в частных производных. Знает принципы преобразований уравнений в частных производных. Уверенно применяет принципы преобразований уравнений в частных производных</p>	<p><i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i></p> <p>Понимает принцип классификации уравнений в частных производных. Знает принципы преобразований уравнений в частных производных. Не уверенно применяет принципы преобразований</p>	<p><i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i></p> <p>Понимает принцип классификации уравнений в частных производных. Знает принципы преобразований уравнений в частных производных. С трудом применяет принципы преобразований</p>

начальный		на практике. Получает решение.	аний уравнений в частных производных на практике. С трудом получает правильное решение.	уравнений в частных производных. Получает соотношения способные привести к правильному решению.
	Решите задачу: Решить краевую задачу $U_t = a^2 U_{xx}, 0 < x, t < \infty$ $U(0,t) = 0, 0 < t < \infty$ $U(x,0) = f(x), 0 < x < \infty$	Понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. Способен записать общее решение задачи для произвольного $f(x)$ . Получает правильное решение.	В целом правильно понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. С трудом способен записать общее решение задачи для произвольного $f(x)$ . Получает правильное решение.	Фрагментарно понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. С трудом способен записать общее решение задачи для произвольного $f(x)$ .
	<b>Задания для проверки сформированности знаний:</b>	<b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b>	<b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b>	<b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b>
	Проведите классификацию уравнений: $U_t = U_{xx} + 2U_x + U$ $U_t = U_{xx} + \exp(-t)$ $U_{xx} + 3U_{xy} + U_{yy} = \cos x$ $U_{tt} = U U_{xxx} + 2U_x + \sin x$ По следующим признакам: 1) линейность, нелинейность 2) порядок	Знает общие принципы классификации и уравнений в частных производных. Дает ответы на сформулиро	Знает общие принципы классификации уравнений в частных производных. Дает	Знает общие принципы классификации уравнений в частных производных. Дает неуверенны



	3) вид коэффициентов (постоянные, переменные) 4) однородность (для линейных уравнений) 5) тип (для линейных уравнений)	анные вопросы без ошибок. Поясняет свои ответы.	ответы на сформулированные вопросы без ошибок.	е ответы на сформулированные вопросы.
	Какие физические законы лежат в основе моделирования физических процессов распространения волн и тепла? Сколько существует решений уравнения $U_t = U_{xx}$ ?	Знает и правильно формулирует законы сохранения энергии для тепловых процессов. Приводит примеры основных принципов отыскания решений уравнений в частных производных.	Знает и правильно формулирует законы сохранения энергии для тепловых процессов. Приводит примеры основных принципов отыскания решений уравнений в частных производных с затруднениями.	Знает, но не точно формулирует законы сохранения энергии для тепловых процессов. С трудом приводит примеры основных принципов отыскания решений уравнений в частных производных.

**2. 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	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
		Высокий уровень (3 балла по	Средний уровень (2 балла по	Низкий уровень (1 балл по
Промежуточный	<i>Задания для проверки сформированности умений:</i>			

		<i>каждому критерию)</i>	<i>каждому критерию)</i>	<i>каждому критерию)</i>
	<p>Проинтерпретировать для какой физической системы поставлена следующая задача?</p> $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t), \quad x > 0, \quad t > 0,$ $u _{t=0} = u_0(x), \quad u_t _{t=0} = u_1(x), \quad x > 0,$ $(\alpha u + \beta u_x) _{x=0} = \phi(t), \quad t > 0.$ <p>Как решается задача?</p>	<p>Отвечающий понимает, что задача сформулирована для полубесконечной струны. Для решения таких задач необходимо 1) выписать общее решение задачи, 2) после чего необходимо решить задачу Коши, 3) после чего решается краевая задача, 4) производится сшивка решений в разных областях.</p>	<p>Отвечающий правильно классифицирует уравнение. Понимает основные шаги решения подобных уравнений: 1) общее решение, 2) решение задачи Коши, 3) решение краевой задачи, 4) сшивка решений в разных областях.</p>	<p>Отвечающий затрудняется определить тип уравнения и классифицировать тип задачи. Затрудняется выписать основные шаги решения задачи.</p>
начальный	<p>Решите задачу:</p> $u_{tt} = \Delta u + (x^2 + y^2) \sin t, \quad t > 0,$ $(x, y, z) \in \mathbb{R}^3,$ $u _{t=0} = (2x - y + 2z) \sin(2x - y + 2z)^2,$ $u_t _{t=0} = 0$	<p>Понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. Записывает частное решение задачи. Формулирует решение</p>	<p>Затрудняется сформулировать принципы решений уравнений в частных производных. Способен записать частное решение задачи.</p>	<p>Фрагментарно понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. Способен записать частное решение. Формулирует решение</p>

		задачи в виде суммы решений двух задач. Получает правильное решение.	Формулирует решение задачи в виде суммы решений двух задач. Получает правильное решение.	задачи в виде суммы решений двух задач.
	<b>Задания для проверки сформированности знаний:</b>	<b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b>	<b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b>	<b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b>
	Сформулировать основные уравнения математической физики. Привести примеры математических моделей различных физических процессов;	Имеет четкое представление об основных уравнениях математической физики. Имеет четкое представление о математических моделях различных физических процессов.	Имеет представление об основных уравнениях математической физики. Имеет представление о математических моделях различных физических процессов.	Имеет представление, но допускает неточности об основных уравнениях математической физики. Имеет представление, но допускает неточности о математических моделях различных физических процессов.
	Как производится постановка начально-граничных и граничных задач для уравнений математической физики.	Имеет четкое представление о постановках начально-граничных и граничных задач для уравнений математичес	Имеет представление о постановках начально-граничных и граничных задач для уравнений математической физики.	Имеет представление, но делает ошибки о постановках начально-граничных и граничных задач для уравнений математическ

		кой физики.		ой физики.
--	--	-------------	--	------------

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

### **а) основная литература**

1. Карчевский М. М. Лекции по уравнениям математической физики [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 164 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72982>.

### **б) дополнительная литература**

1. Курс математики для технических высших учебных заведений. Часть 3. Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации [Электронный ресурс]: учеб. пособие. / В. (. Миносцев [и др.] — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30426>.

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

1. Научная библиотека ТвГУ: <http://library.tversu.ru/>
2. Электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE: <http://www.biblioclub.ru/>
4. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>
5. Рекомендованные Интернет ресурсы: [www.math.ru](http://www.math.ru), [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru)

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

### **– планы практических (семинарских) занятий**

1. Повторение основных дифференциальных операторов и интегральных тождеств.

2. Запись основных дифференциальных операций в произвольных координатных системах
3. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений второго порядка в частных производных
4. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений второго порядка в частных производных (Продолжение)
5. Общий интеграл уравнений в частных производных
6. Постановка краевых задач приводящих к уравнениям гиперболического типа
7. Постановка краевых задач приводящих к уравнениям параболического типа
8. Постановка краевых задач приводящих к уравнениям эллиптического типа
9. Решение уравнения колебаний струны методом разделения переменных
10. Решение уравнения теплопроводности методом разделения переменных
11. Коллоквиум
12. Специальные функции
13. Гармонические функции и их свойства
14. Виды интегральных преобразований
15. Использование интегральных преобразований для решения уравнений в частных производных
16. Метод функций Грина решения задачи Коши для уравнений параболического типа.
17. Исследование нелинейных уравнений физики
18. Повторение основных методов исследования уравнений математической физики

– **сборники задач:**

1. Б.М. Будаг, А.А. Самарский, А.Н. Тихонов Сборник задач по математической физике М.Физмалит 2003

– **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 решении 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. ответить на теоретические вопросы. Примеры вопросов:
3. Классификация уравнений 2-го порядка.
4. характеристическое уравнение (характеристики).
5. Основные дифференциальные операции над скалярными и векторными полями.
6. Формулы Стокса и Гаусса-Остроградского.
7. Вид уравнений Лапласа, Пуассона, Гельмгольца, теплопроводности, колебаний.
8. Постановка основных задач МФ (краевые и начальные условия, установившийся режим, задача Коши).
9. Корректность задач МФ.
10. Формула Д'Аламбера.
11. Задача Штурма-Лиувилля (СЗ и СФ задачи).
12. Теорема Стеклова.
13. Норма, ортогональность.
14. Полнота, замкнутость системы функций.
15. Цилиндрические функции (их асимптотика и поведение в нуле).
16. Ортогональные полиномы.
17. Полиномы Лежандра (основные свойства).
18. Обобщенный ряд Фурье.
19. Основные криволинейные ортогональные системы координат.

20. Гамма функция.
21. Понятие обобщенных функций, функция Дирака, Хевисайда.
22. Идея метода функций Грина и метода потенциалов.
23. Фундаментальные решения уравнений теплопроводности, Лапласа, Гельмгольца.
24. Метод конечных разностей (записать разностное уравнение), дать понятие сходимости, точности, устойчивости разностных схем.
- Примеры нелинейных уравнений (уравнение КДФ, Навье-Стокса).

**– темы рефератов:**

- 1) Использование системы MAPLE для решения задач математической физики
- 2) Уравнения в частных производных и фундаментальные законы природы
- 3) Почему основные уравнения физики не содержат производных выше второго порядка?
- 4) Принцип Дюамеля для дифференциальных уравнений с частными производными
- 5) Численные методы решения уравнений в частных производных

**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)**

**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
Лекционная аудитория № 228 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д.	1. Мультимедийный проектор Casio XJ-N2650 с потол. крепл. и моториз.	Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise

35)	экраном. 2. Ноутбук (переносной) 3. Комплект учебной мебели на 68 посадочных мест	- 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
<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-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>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 (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.