

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Расчетные методы квантовой механики молекул

2. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

ознакомление с основами теории строения молекул и с взаимосвязями «строение-свойство», а также с методами прогнозирования свойств

Задачами освоения дисциплины являются:

- 1) формирование представлений о развитии современных технологий, в том числе нанотехнологий, исследующих вещества и материалы на молекулярном уровне;
- 2) освоение новых методов и приемов в изучении физики отдельных молекул, базовых информационных технологий, позволяющих существенно повысить общий уровень усвоения физических знаний;
- 3) отработка навыков компьютерных расчетов и представления информации, владение пакетами прикладных программ.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана.

Для усвоения материала данной дисциплины, учащие должны понимать основы квантовой теории строения молекул и квантовой природы взаимосвязи свойств веществ со строением молекул.

Для успешного освоения дисциплины необходимо уверенно владеть математическим аппаратом в рамках курса алгебры и анализа, а также методами решения дифференциальных уравнений. Со стороны физики необходимо знать основы теоретической механики, квантовой механики и термодинамики. Теоретическими дисциплинами, для которых освоение данной дисциплины

необходимо как предшествующее являются дисциплины по углублению профессиональных компетенций.

4. Объем дисциплины:

3 зачетных единицы, 108 академических часов, в том числе

контактная работа: лекции 22 часа, лабораторные работы 22 часа;

самостоятельная работа: 64 часа.

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

Формируемы компетенции	Требования к результатам обучения В результате изучения дисциплины студент должен
ПК-1 способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования	Владеть: способностью использовать специализированные знания - владение пакетами прикладных программ. Уметь: применять компьютерные методы для расчетов разнообразнейшие свойства молекулярных систем. Знать: основы теории строения молекул, их внутренней структуры, основных свойств веществ
ОПК-2 способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Владеть: умением анализировать взаимосвязи свойств веществ с позиций современных технологий, владеть вычислительным экспериментом. Уметь: применять компьютерные методы для расчетов разнообразнейшие свойства молекулярных соединений, а также применять методы прогнозирования их свойств, верифицировать полученные результаты с данными справочников. Знать: основы теории строения молекул, их внутренней структуры, основных свойств веществ, в том числе нанотехнологий, исследующих вещества и материалы на молекулярном уровне.

6. Форма промежуточной аттестации экзамен в 8 семестре

7. Язык преподавания русский.

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

1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа- наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия		Самос- тоят. раб.
		лекции	Прак- тич. занят.	
1. Введение	1	1		
2. Необходимые сведения из основ квантовой теории	9	3	3	3
2.1. Основные положения квантовой механики. Постулаты квантовой механики. Операторы. Матрицы. Матричное представление операторов. Уравнение Шредингера в матричной форме. Понятие о вариационном методе и теории возмущений в квантовой механике.	3	1	1	1
2.2. Квантовомеханическое рассмотрение атома водорода. Уравнение Шредингера в сферических координатах. Решения угловых и радиального уравнений. Квантовые числа атома водорода. Волновые функции атома водорода. Расчет различных свойств водородоподобных атомов.	3	1	1	1
2.3. Строение атома и валентность. Квантовые числа. Принцип Паули. Электронные оболочки. Построение периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Квантовые числа и термы многоэлектронных атомов. Валентность с точки зрения квантовой	3	1	1	1

	механики.				
3. Теория многоэлектронных систем. Метод Хартри-Фока		10	4	3	3
	3.1. Многоэлектронные атомы. Приближение независимых электронов. Метод самосогласованного поля Хартри.	3	1	1	1
	3.2. Определитель Слетера, спин-орбитали. Волновые функции двуэлектронных систем.	3	1	1	1
	3.3. Метод Хартри-Фока. Аппроксимации атомных орбиталей, орбитали Слетера-Зенера.	4	2	1	1
4. Квантовая механика молекул.		26	10	10	6
	4.1. Силы в молекулах, теорема Гельмана-Фейнмана. Теорема вириала и природа химической связи. Электростатическая теорема.	3	1	1	1
	4.2. Атомы в молекулах. Теория Бейдера.	2,5	1	1	0,5
	4.3. Гамильтониан молекулы и его составляющие. Приближение Борна-Оппенгеймера и адиабатическое приближение.	2,5	1	1	0,5
	4.4. Метод молекулярных орбиталей. Приближение линейной комбинации атомных орбиталей. Уравнения Рутаана. Выбор атомных орбиталей.	4	2	1	1
	4.5. Уточнения метода Хартри-Фока-Рутаана. 4.5.1. Неограниченный метод Хартри-Фока. 4.5.2. Учет электронной корреляции, метод конфигурационного взаимодействия.	4	2	1	1
	4.6. Теория функционала плотности.	3	1	1	1
	4.7. Квантовая теория химической связи. 4.7.1. Метод валентных связей. Расчет молекулы водорода методом валентных связей. 4.7.2. Расчет молекулы водорода по методу МО ЛКАО.	3,5	1	2	0,5
	4.8. Поверхности потенциальной энергии молекул. Общее понятие. Энергетика и динамика химических реакций.	3,5	1	2	0,5

5. Расчетные методы квантовой химии.		22	8	12	2
	5.1. Неэмпирические методы. Базисные ряды АО, гауссовские орбитали. Энергии электронной корреляции.	3,5	1	2	0,5
	5.2. Полуэмпирические методы квантовой химии. 5.2.1. Приближение НДП. Метод CNDO. Методы типа INDO. Параметризация метода INDO. Метод MINDO/3. Методы MNDO, AM1, PM3. 5.2.2. Расширенный метод Хюккеля. Метод Паризера-Парра-Попла (ППП). Метод Хюккеля. 5.2.3. Иерархия методов квантовой химии.	3,5	1	2	0,5
	5.3. Методы функционала плотности.	4,5	2	2	0,5
	5.4. Методы теории возмущений.	4,5	2	2	0,5
	5.5. Пакеты программ по квантовой механике молекул и квантовой химии. 5.5.1. Пакет программ MOPAC. 5.5.2. Комплекс программ GAMESS. 5.5.3. Пакет программ GAUSSIAN.	6	2	4	
6. Квантовомеханическое описание твердых тел		4	2		2
	6.1. Трансляционная симметрия	2	1		1
	6.2. Молекулярные орбитали кристаллов, энергетические зоны.	2	1		1
Экзамен		36			36
ИТОГО		108	22	22	64

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

- *вопросы к экзамену;*
- *методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов;*
- *программное обеспечение и Интернет-ресурсы.*

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

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Расчетные методы квантовой механики молекул» 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 ПК1 - 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	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
Начальный	<i>Задания для проверки сформированности навыков:</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>
	Принцип неопределенности. Функция состояния, операторы квантовой механики	Знает определены терминам. Знает математический аппарат квантовой механики. Записывает математическим языком операторы и функции состояния.	Знает определены терминам. Знает математический аппарат квантовой механики. Испытывает трудности в описании математическим языком операторов и функций состояния.	Знает определения терминам. Знает математический аппарат квантовой механики. Не может (без подсказки) записать математическим языком операторы и функции состояния.

	Свойства операторов квантовой механики. Постулаты о состоянии и операторах.	Знает определения терминам. Знает математический аппарат квантовой механики. Записывает математическим языком свойства операторов. Выводит постулаты о состоянии и операторах.	Знает определения терминам. Знает математический аппарат квантовой механики. Неуверенно записывает математическим языком свойства операторов. Выводит постулаты о состоянии и операторах.	Знает определения терминам. Знает математический аппарат квантовой механики. Неуверенно записывает математическим языком свойства операторов. Выводит постулаты о состоянии и операторах.
Продвинутый	Задания для проверки сформированности владений:	Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
	Найти равновесную геометрию молекулы СНЗС(О)ОН используя полуэмпирические методы.	Понимает поставленную задачу. Создает в редакторе программы модель молекулы. Выбирает правильно и аргументировано несколько полуэмпирических методов и размеры базиса. Устанавливает необходимые граничные условия. Проводит расчет. Проводит анализ	Понимает поставленную задачу. Создает в редакторе программы модель молекулы. Имеет трудности в аргументации выбора нескольких полуэмпирических методов и размера базиса. Устанавливает необходимые граничные условия. Проводит расчет.	Понимает поставленную задачу. Создает в редакторе программы модель молекулы. Имеет трудности в аргументации и выбора нескольких полуэмпирических методов и размера базиса. Проводит расчет. Проводит анализ полученных данных.

		полученных данных.	анализ полученных данных.	
	Исследовать внутримолекулярное строение молекулы СНЗС(О)ОН	Понимает поставленную задачу. Уверенно пользуется программой AIMALL для получения результатов. Представляет результаты в табличном и графическом виде. Проводит анализ.	Понимает поставленную задачу. Уверенно пользуется программой AIMALL для получения результатов. Представляет результаты в табличном виде. Проводит анализ	Понимает поставленную задачу. Уверенно пользуется программой AIMALL для получения результатов. Представляет результаты в табличном виде. Испытывает трудности в проведении анализа полученных данных.
	Задания для проверки сформированности умений:	Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
	Расчет молекулы водорода по методу MO ЛКАО. Волновые функции и энергии возбужденных состояний.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает алгоритм построения молекулярных орбиталей. Может составить входной расчетный файл самостоятельно.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает алгоритм построения молекулярных орбиталей. Имеет трудности в составлении входного расчетного файла.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Плохо понимает физический алгоритм построения молекулярных орбиталей. Не может составить входной расчетный файл самостоятельно.
	Теория и методы функционала плотности.	Понимает математический аппарат методов	Понимает математический аппарат методов	Понимает математический аппарат методов функционала

		функционала плотности. Выбирает наилучшее приближение для решения поставленной квантовомеханической задачи. Получает правильный ответ.	функционала плотности. Возникают трудности с выбором наилучшего приближения для решения поставленной квантовомеханической задачи. Получает правильный ответ.	плотности. Не может выбрать наилучшее приближение для решения поставленной квантовомеханической задачи.
	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)
	Уравнение Шредингера. Принцип суперпозиции волновых функций. Постулат о среднем значении и его следствия.	Знает определения терминов и физические законы, связанные с ними. Умело применяет для различных случаев.	Знает определения терминов и физические законы, связанные с ними. Испытывает затруднение с описанием некоторых сложных случаев.	Знает определения терминов и физические законы, связанные с ними. Испытывает трудности в описании различных случаев.
	Уравнения Рутаана. Процедура самосогласования. Выбор базисных орбиталей.	Знает определения терминов. Применяет ее на практике. Знает логику процедур. Может доказать свой выбор базиса.	Знает определения терминов. Применяет ее на практике. Знает логику процедур. Испытывает сложности с выбором базиса.	Знает определения терминов. Применяет ее на практике. Знает логику процедур. Делает ошибки в выборе базиса.

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		
Начальный	<i>Задания для проверки сформированности навыков:</i>	Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
	Основы квантовой теории строения атома.	Понятие атом и его изменение в процессе эволюции научного знания. Формулирует понятие атом в квантовых терминах. Представляет математический аппарат описания атома в квантовой теории.	Понятие атом и его изменение в процессе эволюции научного знания. Формулирует понятие атом в квантовых терминах. Дает несколько формул для описания атома в квантовой теории.	Понятие атом и его изменение в процессе эволюции научного знания. Формулирует понятие атом в квантовых терминах. Не может предоставить математическое описание атома в квантовой теории.
	Периодический закон с точки зрения квантовой механики. Понятие о валентности и гибридизации.	Дает определение периодического закона в классическом и квантовом представлениях. На основе аппарата квантовой механики объясняет валентность	Дает определение периодического закона в классическом и квантовом представлениях. Испытывает трудности при объяснении в рамках квантовой	Дает определение периодического закона в классическом и квантовом представлениях. Дает определение валентности в классическом представлении. Дать определение гибридизации не может.

		и гибридизацию.	теории понятий валентность и гибридиация.	
Продвинутый	Задания для проверки сформированности владений:	Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
	Сравнить расчетную равновесную геометрию молекулы СНЗС(О)ОН, полученную различными полужэмпирическими методами, с экспериментальными данными.	Понимает поставленную задачу. Проводит расчет геометрии молекулы различными методами. Выделяет параметры для сравнения. Находит по электронным ресурсам экспериментальные значения параметров сравнения. Проводит сравнение. Делает выводы.	Понимает поставленную задачу. Проводит расчет геометрии молекулы различными методами. Выделяет параметры для сравнения. С трудом находит по электронным ресурсам экспериментальные значения параметров сравнения. Проводит сравнение. Делает выводы.	Понимает поставленную задачу. Проводит расчет геометрии молекулы различными методами. Выделяет параметры для сравнения. Испытывает трудности в поиске электронных ресурсов с экспериментальными данными молекул. Проводит сравнение. Делает выводы.
	Задания для проверки сформированности умений:	Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
	Иерархия методов квантовой химии.	Знает виды методов квантовой механики молекул. Дает определение и сравнивает их сильные	Знает виды методов квантовой механики молекул. Дает определение и сравнивает их сильные	Знает виды методов квантовой механики молекул. Дает определение и сравнивает их слабые

		и слабые стороны. Доказывает целесообразность использования различных видов методов для различных типов молекул. Приводит примеры.	и слабые стороны. Доказывает целесообразность использования различных видов методов для различных типов молекул. Не может привести примеры.	стороны. Испытывает трудности при доказательстве целесообразности использования различных видов методов для различных типов молекул.
	Атомы в молекулах. Теория Бейдера.	Дает определение атома и химической связи в рамках теории Бейдера. Знает виды критических точек и может дать им физическое объяснение. Знает основные параметры (наблюдаемые) атома. Описывает математический аппарат. Умеет найти параметра атома в расчетном файле	Дает определение атома и химической связи в рамках теории Бейдера. Описывает математический аппарат. Знает виды критических точек. Знает основные параметры (наблюдаемые) атома. Испытывает трудности с математическим описанием теории. Умеет найти параметра атома в расчетном файле	Дает определение атома и химической связи в рамках теории Бейдера. Описывает математический аппарат. Знает виды критических точек. Знает основные параметры (наблюдаемые) атома. Умеет найти параметры атома в расчетном файле
	Задания для проверки сформированности знаний:	Высокий уровень (3 балла по каждому	Средний уровень (2 балла по каждому	Низкий уровень (1 балл по каждому

		<i>критерию)</i>	<i>критерию)</i>	<i>критерию)</i>
	Поверхности потенциальной энергии молекул. Общее понятие. Энергетика и динамика химических реакций.	Знает определения терминов и физические законы, связанные с ними. Приводит основные формулы и графики. Умело применяет для различных случаев.	Знает определения терминов и физические законы, связанные с ними. Приводит основные формулы и графики. Испытывает затруднение с описанием некоторых сложных случаев.	Знает определения терминов и физические законы, связанные с ними. Приводит основные формулы и графики. Испытывает трудности в описании различных случаев.
	Пакеты программ для квантово-механических расчетов свойств молекул.	Знает основные пакеты прикладных программ. Умеет выбрать метод и базис для расчета. Запускает расчет. Анализирует полученные результаты.	Знает основные пакеты прикладных программ. Испытывает трудность в выборе метода и базиса для расчета. Запускает расчет. Анализирует полученные результаты.	Знает основные пакеты прикладных программ. Испытывает трудность в выборе метода и базиса для расчета. При запуске расчета обнаруживается ошибка.

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

а) Основная литература:

1. Демидович Б.П. Математические основы квантовой механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-

Петербург : Лань, 2005. — 200 с. — Режим доступа:
<https://e.lanbook.com/book/604>.

б) дополнительная литература:

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/619>.

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

1. Электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>
2. Университетская библиотека ONLINE: <http://www.biblioclub.ru/>
3. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>
4. Сайт программы AIMALL. Основанной на теории Бейдера
<http://aim.tkgristmill.com/>
5. Сайт пакета прикладных программ Gaussian - <http://gaussian.com/>

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вопросы к экзамену

1. Принцип неопределенности. Функция состояния, операторы квантовой механики и их свойства. Постулаты о состоянии и операторах.
2. Уравнение Шредингера, Принцип суперпозиции волновых функций. Постулат о среднем значении и его следствия.
3. Вариационный принцип в квантовой механике. Метод Ритца.
4. Теория возмущений в квантовой механике.
5. Квантовомеханическое рассмотрение атома водорода.
6. Основы квантовой теории строения атома.
7. Периодический закон с точки зрения квантовой механики. Понятие о валентности и гибридизации.
8. Основы метода самосогласованного поля Хартри.

9. Принцип Паули и свойства волновых функций систем микрочастиц. Теорема Слейтера.
10. Метод Хартри-Фока.
11. Атомные орбитали и способы их аппроксимации.
12. Приближение Борна-Оппенгеймера, уравнение для электронов при фиксированной конфигурации ядер.
13. Квантово-механическое рассмотрение молекулы водорода. Метод валентных связей.
14. Вычисление энергии основного и возбужденного состояний молекулы водорода в методе валентных связей.
15. Основные положения метода МОЛКАО. Уравнения Рутаана.
16. Уравнения Рутаана. Процедура самосогласования. Выбор базисных орбиталей.
17. Учет открытых электронных оболочек в методе Хартри-Фока-Рутаана.
18. Учет электронной корреляции в методе Хартри-Фока-Рутаана. Конфигурационное взаимодействие.
19. Расчет молекулы водорода по методу МО ЛКАО. Поиск молекулярных орбиталей.
20. Расчет молекулы водорода по методу МО ЛКАО. Волновая функция и энергия основного состояния.
21. Расчет молекулы водорода по методу МО ЛКАО. Волновые функции и энергии возбужденных состояний.
22. Расчет молекулы водорода по методу МО ЛКАО. Учет конфигурационного взаимодействия.
23. Теория и методы функционала плотности.
24. Расчетные методы квантовой химии. Неэмпирические методы. Базисные ряды АО. Энергии электронной корреляции.
25. Полуэмпирические методы квантовой химии. Основные требования к полуэмпирическим методам и их инвариантность. Приближение нулевого дифференциального перекрытия.

26. Полуэмпирические методы квантовой химии. Метод CNDO и его параметризации. Методы типа INDO. Параметризация метода INDO. Метод MINDO/3. Методы MNDO, AM1.
27. Полуэмпирические методы квантовой химии. Расширенный метод Хюккеля. σ - π приближение. Метод Паризера-Парра-Попла. Метод Хюккеля. Иерархия методов квантовой химии.
28. Силы в молекулах, теорема Гельмана-Фейнмана.
29. Теорема вириала и природа химической связи.
30. Поверхности потенциальной энергии молекул. Общее понятие. Энергетика и динамика химических реакций.
31. Основы квантово-механического описания твердых тел.
32. Пакеты программ для квантово-механических расчетов свойств молекул.
33. Атомы в молекулах. Теория Бейдера.

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.

программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Пакет программ компьютерного моделирования строения и свойств молекул «HYPERCHEM».
2. Комплекс квантово-химических программ GAMESS.
3. Комплекс квантово-химических программ GAUSSIAN-98.
4. Пакет программ полуэмпирических квантовохимических расчетов MORAS.

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
Учебная аудитория № 202Б (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.	Учебная аудитория № 202Б (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)
Базовая учебная лаборатория общей физики. Лаборатория электроники и микропроцессорной техники № 202 А (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1 Ноутбук ASUS N53SM 2 Ноутбук ASUS N53SM 3 Компьютер Ramec \ Монитор AOC E2250Swda\кл-ра\мышь\коврик 4 Компьютер Ramec\ Монитор AOC E2250Swda\ кл-ра\мышь\коврик 5 Компьютер Ramec\ Монитор AOC E2250Swda\ кл-ра\мышь\коврик 6 Компьютер Ramec\ Монитор AOC E2250Swda\ кл-ра\мышь\коврик 7 Компьютер Ramec\ Монитор AOC E2250Swda\кл-ра\мышь\коврик 8 Компьютер Ramec\ Монитор AOC E2250Swda\кл-ра\мышь\коврик 9 Компьютер Ramec\	Базовая учебная лаборатория общей физики. Лаборатория электроники и микропроцессорной техники № 202 А (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)

	<p>Монитор АОС E2250Swda\кл- ра\мышь\коврик 10 Монитор 15" TFT Proview 11 Принтер лазерный HPLJ 1000 W Q1342A 12 Компьютер (сист. блок, монитор АОС 23" E2350Sda, кл-ра, мышь) 13 Внешний жесткий диск Transcend 1Gb 14 Сист.блок HELIOS Profice VL310 In P2GHz.256Mb/40GB/CD- ROM 3.5.клавиатура,мышь оптическая (ПО Mic Win XP Prof ,Mc Off 200 15 Антистатическая мебель 1300488-00 16 Антистатическое оборудование 1300488- 00 17 Графическая среда разработки приложений 1300488-00 18 Комплект паяльного оборудования на базе производства RASE 1300488-00 19 Инструмент на базе оборудования Tronex, Xcelite, Bernstein 1300488-00 20 Осветительное оборудование на базе оборудования Lamp- Zoom 1300488-00 21 Программное обеспечение Circuit 1300488-00 22 Лабораторная платформа для проектирования и моделирования электронных схем NI ELVIS II Circuit Design Bundle (комплект из 6 лаб. платформ)</p>	
--	--	--

Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<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 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

№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	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.

		ТвГУ» и «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	
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