

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 10.08.2023 16:00:57  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:



Руководитель ООП

Б.Б.Педько

«30»

мая

2023 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Квантовая механика**

Направление подготовки

03.03.02 Физика

профиль

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

3,4 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Зубков В.В.

Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины является: формирование у студентов основных представлений о квантовых закономерностях

**Задачами** освоения дисциплины являются:

- изучение основных физических моделей и процессов в рамках как нерелятивистской, так и релятивистской квантовой механики;
- установление связи между различными физическими явлениями, вывод основных законов в виде математических уравнений.

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

Дисциплина «Квантовая механика» изучается в модуле Теоретическая физика Блока 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

Раздел теоретической физики «Квантовая механика» излагается в 6-7 семестрах и его главной задачей является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение всех разделов физики: теоретической физики и дисциплин модуля «Физика конденсированного состояния». Также, освоение данной дисциплины необходимо, как предшествующее, для дисциплин, формирующих профессиональные компетенции в рамках «Элективных модулей».

Для успешного освоения дисциплины необходимо уверенно владеть математическим аппаратом в рамках курсов «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения». Некоторые необходимые элементы математического и функционального анализа и алгебры, не входящие в стандартный курс высшей математики, читаемой для физиков, вводятся по мере необходимости.

**3. Объем дисциплины:** 10 зачетных единиц, 360 академических часов, **в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лекции 58 часов, практические занятия 58 часа;

**самостоятельная работа:** 244 часа, в том числе контроль 27 часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Анализирует физические объекты и процессы с применением базовых знаний в области физико-математических наук; ОПК-1.2. Применяет знания в области физико-математических наук при решении практических задач в сфере профессиональной деятельности.
ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	ОПК-2.2. Решает теоретические задачи и проводит моделирование физических объектов, систем и процессов в рамках научного исследования.

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения**

Зачет в 6 семестре, экзамен в 7 семестре.

**6. 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 (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические работы	
1. Исторические предпосылки создания квантовой механики.	5	2	1	2
2. Линейные операторы. Задача на собственные функции и собственные значения. Эрмитовы операторы и их свойства.	6	2	1	2
3. Уравнение Шредингера. Уравнение непрерывности. Стационарное решение.	6	2	2	1
4. Соотношение неопределенности Гейзенберга.	7	2	2	1
5. Задача движения в поле центральных сил. Водородоподобный атом.	7	2	2	1
6. Квантовый осциллятор. Спектр. Матричное представление.	6	2	2	1
7. Матричное представление квантовой механики. Эрмитовы матрицы. Унитарные матрицы и различные преобразования. Свойство унитарных матриц. Определение функции операторов.	6	2	2	1
8. Момент импульса. Правила коммутации. Собственные функции и собственные значения.	6	2	2	1
9. Гейзенберговское представление. Гейзенберговское уравнение движения. Связь с уравнениями Гамильтона.	5	2	2	1
10. Законы сохранения и сохраняющиеся величины. Преобразования симметрии. Общие свойства преобразования. Понятие о теории групп и неприводимых представлениях.	7	2	2	1
11. Стационарная теория возмущений (невыврожденный случай и с учётом вырождения).	7	2	2	1
12. Вариационный принцип. Метод Ритца (для основных и возбуждённых состояний).	4	2	1	1
13. Нестационарная теория возмущений. Золотое правило Ферми. Борновское приближение.	5	2	1	1
14. Теория спина Паули. Матрицы Паули. Вектор спина. Магнитный момент.	6	2	2	1
15. Спинорбитальное расщепление в атомах.	7	2	2	1
16. Аномальный эффект Зеемана.	6	2	2	1
17. Системы тождественных частиц. Принцип Паули. Метод Хартри-Фока.	6	2	2	1

18. Двухэлектронная система. Атом гелия. Парагелий, ортогелий.	5	2	1	2
19. Релятивистская квантовая механика. Уравнение Дирака. Плоские волны.	5	2	1	2
20. Релятивистские поправки к уравнению Шредингера. Уравнение Паули.	6	2	1	2
21. Испускание и поглощение излучения. Коэффициент Эйнштейна. Случай центральных сил. Правило отбора.	5	2	1	2
22. Периодическая таблица Менделеева. Векторная модель атома.	6	2	1	2
23. Тонкая структура атомных уровней. Правило интервалов Ланде, множитель Ланде.	7	2	2	2
24. Молекула водорода. Обменное взаимодействие. Энергия связи.	6	2	1	2
25. Метод фазовых функций. Фазовое уравнение.	8	2	2	2
26. Движение электрона в периодическом поле. Энергетические зоны. Теорема Блоха.	9	4	1	2
27. Система тождественных частиц. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.	7	2	2	2
28. Приближение свободных электронов в теории металлов. Эффективная масса электрона.	8	4	1	2
<b>контроль</b>	<b>27</b>			
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>62</b>	<b>46</b>	<b>42</b>

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

- Планы практических (семинарских) занятий
- Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

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

**Форма проведения зачета/экзамена:** студенты, освоившие программу курса могут получить зачет или оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то зачет или экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

**1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-1: способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
Начальный	<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>
	Евклидово и гильбертово пространства	Дает определение евклидовому и гильбертову пространства м. Описывает свойства пространств. Понимает их сходство и различие.	Дает определение евклидовому и гильбертову пространства м. Описывает свойства пространств. Затрудняется ответить в чем их сходство и различие.	Дает определение евклидовому и гильбертову пространствам . Испытывает трудности (путается ) в описании свойств евклидового и гильбертового пространств. Затрудняется ответить в чем их сходство и различие.
	Базис. Линейные операторы. Среднее значение оператора. Функции операторов	Имеет четкие представления о физических величинах и их связей с операторами. И умеет оценивать связь измеряемых величин с собственным и значениями операторов.	Имеет четкие представления о физических величинах и их связей с операторами. Плохо умеет оценивать связь измеряемых величин с собственным и значениями операторов.	Имеет четкие представления о физических величинах и их связей с операторами. Не умеет оценивать связь измеряемых величин с собственными значениями операторов.
Промежуточный	<b>Задания для проверки сформированности умений:</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>
	Найти вероятность отражения частицы при прохождении над одномерным потенциальным	Понимает физику явления,	Понимает физику явления,	Понимает физику явления,

	<p>барьером <math>V(x) = V_0</math> при <math> x  &gt; a</math> ; <math>V(x) = 0</math> при <math> x  &lt; a</math> (энергия частицы больше высоты барьера).</p>	<p>указанного в условии задачи. Знает уравнение Шредингера в применении к стационарному случаю и уверенно применяет ее, записывая необходимые соотношения. Получает решение.</p>	<p>указанного в условии задачи. Знает уравнение Шредингера в применении к стационарному случаю и неуверенно использует физические условия накладываемые на волновую функцию при решении уравнения Шредингера, записывая необходимые соотношения. Получает решение.</p>	<p>указанного в условии задачи. Знает уравнение Шредингера в применении к стационарному случаю. С трудом применяет ее, записывая необходимые соотношения.</p>
	<p>Найти дифференциальное сечение упругого рассеяния <math>\alpha</math>-частицы на <math>\alpha</math>-частице (в системе центра масс).</p>	<p>Понимает математический аппарат квантовой теории, и записывает основные соотношения квантовой механики. Умеет получить квантовое решение в приближенном и точном случаях. Сравнение с классическим случаем. Получает правильный ответ.</p>	<p>Понимает математический аппарат квантовой теории, но неуверенно записывает основные соотношения квантовой механики. Возникают трудности в получении точного решения и в сравнении с классическим случаем. Получает правильный ответ.</p>	<p>Понимает математический аппарат квантовой теории, и с трудом записывает основные соотношения квантовой механики. Получает неправильный ответ.</p>
	<p><b>Задания для проверки сформированности знаний:</b></p>	<p><b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b></p>	<p><b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b></p>	<p><b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b></p>
	<p>Знать постулаты квантовой механики.</p>	<p>Знает постулаты квантовой механики. Умеет правильно перевести физическую задачу на</p>	<p>Знает постулаты квантовой механики. Неуверенно переводит физическую задачу на язык</p>	<p>Знает постулаты квантовой механики. Но не умеет правильно связать постулаты квантовой</p>

		язык квантовой механики.	квантовой механики.	механики с решением квантовой задачи.
	Уравнение Дирака для электрона во внешнем электромагнитном поле. Уравнение Паули.	Знает физический смысл уравнений. Записывает уравнение Дирака и Паули. Выводит их из уравнения Шредингера.	Знает физический смысл уравнений. Записывает уравнение Дирака и Паули. Испытывает трудности при выводе их из уравнения Шредингера.	Знает физический смысл уравнений. Записывает уравнение Дирака и Паули. Не может вывести их из уравнения Шредингера.

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

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
		Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
Начальный	<i>Задания для проверки сформированности знаний:</i>			
	Свойства скалярного произведения.	Знает определение скалярного произведения . Выводит из определения доказательств а свойств скалярного произведения . Приводит примеры.	Знает определение скалярного произведения . Испытывает сложность с доказательств ом свойств скалярного произведения , но дает им определение. Приводит примеры.	Знает определение скалярного произведения. Формулирует свойства скалярного произведения. Не может вывести их из определения скалярного произведения.
	Свойства эрмитовых операторов.	Дает определение эрмитову оператору. описывает его свойства. Выводит основные математическ ие формулы	Дает определение эрмитову оператору. описывает его свойства. Испытывает трудности с выводом основных	Дает определение эрмитову оператору. описывает его свойства. Приводит (без вывода) основные математически



		для эрмитовых операторов	математических формул для эрмитовых операторов.	е формулы для эрмитовых операторов.
Промежуточный	<b>Задания для проверки сформированности умений:</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>
	Найти уровни энергии и вектора состояния одномерного гармонического осциллятора в постоянном внешнем поле $H = p^2/2m + kx^2/2 - Fx.$ Сравнить точный ответ с первой поправкой к осцилляторным уровням энергии, если внешнее поле рассматривается как возмущение.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает математические приемы для получения точного решения гармонического осциллятора. Получает решение.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает математические приемы получения точного решения гармонического осциллятора, но возникаю трудности с получением точного решения. Получает решение.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает математические приемы получения точного решения гармонического осциллятора, но не может получить точное решение.
	Доказать, что если $[\hat{A}, \hat{B}] = 1$ , то $[\hat{A}, \hat{B}^2] = 2\hat{B}$	Понимает математический аппарат квантовой теории, и записывает основные соотношения квантовой механики. Получает правильный ответ.	Понимает математический аппарат квантовой теории, но неуверенно записывает основные соотношения квантовой механики. Получает правильный ответ.	Понимает математический аппарат квантовой теории, и с трудом записывает основные соотношения квантовой механики. Получает неправильный ответ.
	<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>
Знать основные положения волновой механики.	Знает основные положения волновой механики. Умеет правильно оценивать средние значения наблюдаемых	Знает основные положения волновой механики. Умеет правильно оценивать средние значения наблюдаемых	Знает основные положения волновой механики. Но не умеет оценивать средние значения наблюдаемых физических	

		физических величин.	физических величин в основных частных случаях.	величин.
	Свободное движение релятивистского электрона.	Знает основные положения квантовой физики для свободного движения релятивистского электрона. Записывает и объясняет основные физические формулы.	Знает основные положения квантовой физики для свободного движения релятивистского электрона. Записывает и объясняет некоторые из основных физических формул.	Знает основные положения квантовой физики для свободного движения релятивистского электрона. Не может объяснить основных физических формул.
Заключительный	<b>Задания для проверки сформированности владений:</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>
	Вычислить амплитуду упругого рассеяния медленной частицы на потенциальной яме $V(r) = -V_0$ , $r < a$ , $V(r) = 0$ , $r > a$ .	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает математические приемы для получения точного решения. Получает решение.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает математические приемы получения точного решения, но возникаю трудности с получением точного решения. Получает решение.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Знает математические приемы получения точного решения, но не может получить точное решение.
	Показать, что между размером участка $\Delta x$ , в котором локализована группа волн и разбросом волновых векторов $\Delta k$ группы волн существует соотношение $\Delta x \cdot \Delta k \sim \pi$ .	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Использует математические приемы для доказательства указанного в условии задачи соотношения. Успешно проводит	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Использует математические приемы для доказательства указанного в условии задачи соотношения. Испытывает трудности	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Использует математические приемы для доказательства указанного в условии задачи соотношения. не может провести доказательство

		доказательств о.	при проведении доказательств а.	из-за математически х неточностей.
--	--	---------------------	--	--

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

### а) Основная литература:

1. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э.В. Шпольский. — 6-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Том 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома — 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1006-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167795>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Савельев, И. В. Основы теоретической физики. В 2-х тт. Том 2. Квантовая механика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-9395-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193423>. — Режим доступа: для авториз. пользователей

### б) Дополнительная литература:

1. Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики : учебное пособие / Д. И. Блохинцев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0554-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167719>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Демидович, Б. П. Математические основы квантовой механики : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-9077-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/184056>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Вайнберг, С. Квантовая теория поля. Т.1. Общая теория [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2015. — 648 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91164> .

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

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/>

## **VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины – планы практических (семинарских) занятий:**

**Семинар 1.** Решение задач на тему «Исторические предпосылки создания квантовой механики».

Примеры задач:

Найти расщепление уровней энергии атома водорода в однородном магнитном поле  $\vec{H}$ .

**Семинар 2.** Решение задач на тему «Линейные операторы. Задача на собственные функции и собственные значения. Эрмитовы операторы и их свойства».

Примеры задач:

1. Доказать, что если  $[\hat{A}, \hat{B}] = 1$ , то  $[\hat{A}, \hat{B}^2] = 2\hat{B}$

2. Доказать, что если  $\hat{A}$  и  $\hat{B}$  эрмитовы и не коммутируют, то оператор  $i[\hat{A}, \hat{B}]$  - эрмитов.

**Семинар 3.** Решение задач на тему «Уравнение Шредингера. Уравнение непрерывности. Стационарное решение».

Примеры задач:

Найти уровни энергии в одномерной симметричной потенциальной яме:  $V(x) = -V_0$  при  $|x| < a$ ;  $V(x) = 0$  при  $|x| > a$ .

**Семинар 4.** Решение задач на тему «Соотношение неопределенности Гейзенберга.».

Примеры задач:

Показать, что между размером участка  $\Delta x$ , в котором локализована группа волн и разбросом волновых векторов  $\Delta k$  группы волн существует соотношение  $\Delta x \cdot \Delta k \sim \pi$ .

**Семинар 5.** Решение задач на тему «Задача движения в поле центральных сил. Водородоподобный атом.».

Примеры задач:

1. Рассчитать расщепление уровня атома водорода с  $n=2$  в слабом однородном электрическом поле.

**Семинар 6.** Решение задач на тему «Квантовый осциллятор. Спектр. Матричное представление.».

Примеры задач:

1. Найти уровни энергии и вектора состояния одномерного гармонического осциллятора в постоянном внешнем поле  $H = p^2/2m + kx^2/2 - Fx$ .

Сравнить точный ответ с первой поправкой к осцилляторным уровням энергии, если внешнее поле рассматривается как возмущение.

**Семинар 7.** Решение задач на тему «Матричное представление квантовой механики. Эрмитовы матрицы. Унитарные матрицы и различные преобразования. Свойство унитарных матриц. Определение функции операторов.».

Примеры задач:

1. Показать, что если оператор  $A$  — скаляр, то  $\langle J'M' | A | JM \rangle = \delta_{JJ'} \delta_{MM'} \langle J | A | J \rangle$ , т.е. его матричные элементы диагональны по  $J$  и  $M$  и не зависят от  $M$ .

**Семинар 8.** Решение задач на тему «Момент импульса. Правила коммутации. Собственные функции и собственные значения.».

Примеры задач:

1. Указать, между какими уровнями заряженного сферического гармонического осциллятора возможны электромагнитные переходы в дипольном приближении. Вычислить время жизни первого возбужденного состояния осциллятора в этом приближении.

**Семинар 9.** Решение задач на тему «Гейзенберговское представление. Гейзенберговское уравнение движения. Связь с уравнениями Гамильтона.».

Примеры задач:

1. Найти вероятность отражения частицы при прохождении над одномерным потенциальным барьером  $V(x) = V_0$  при  $|x| > a$ ;  $V(x) = 0$  при  $|x| < a$  (энергия частицы больше высоты барьера).

**Семинар 10.** Решение задач на тему «Законы сохранения и сохраняющиеся величины. Преобразования симметрии. Общие свойства преобразования. Понятие о теории групп и неприводимых представлениях.».

Примеры задач:

1. Найти вероятность перехода атома трития  $H^3$  из  $1s$  состояния в  $1s$  состояние иона  $He^{3+}$  при  $\beta$ -распаде одного из нейтронов ядра.

**Семинар 11.** Решение задач на тему «Стационарная теория возмущений (невырожденный случай и с учётом вырождения).».

Примеры задач:

2. Двухуровневая система с состояниями  $|1\rangle$ ,  $|2\rangle$ , энергии которых есть  $\hbar\omega_1$ ,  $\hbar\omega_2$ , подвергается действию не зависящего от времени возмущения  $W$ . Вычислить вероятность обнаружить то или иное состояние в момент времени  $t$ , если в момент времени  $t=0$  система находилась в основном состоянии.

**– 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.

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

1. Лекции и практические занятия проводятся в аудиториях, оснащенных мультимедийной техникой. DLP проектор для демонстрации презентаций и учебных фильмов,
2. доступ к сети Интернет

**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
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Лекционная аудитория № 202 Б (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1 Экран настенный Lumien            2. Комплект учебной мебели на 24 посадочных места            3. Меловая доска            4. Комплект переносной техники (ноутбук и проектор)</p>	<p>Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав №1051 от 05.08.2020 г.            MS Office 365 pro plus - Акт на передачу прав №1051 от 05.08.2020 г.            Acrobat Reader DC - бесплатно            Google Chrome – бесплатно</p>
<p>Учебная аудитория для проведения</p>	<p>1. Проектор Panasonic PT-VW340ZE</p>	<p>Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав №1051 от 05.08.2020 г.            MS Office 365 pro plus - Акт на передачу прав</p>

<p>занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Лекционная аудитория № 227 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>2 . экран ScreenMedia 3. Ноутбук (переносной) 4. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест 5. Меловая доска</p>	<p>№1051 от 05.08.2020 г. Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно</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.</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</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 -</p>

Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	«LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели	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
---	--	---

## Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания, утвердившего изменения
1	Раздел IV	Скорректирован фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности закрепленных за дисциплиной компетенций	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г
2	Раздел IV	Скорректированы задания для промежуточной аттестации в соответствии с обновленным «Положением о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
3	Раздел V	Обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г
4	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
5	Раздел IV	Скорректирован фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности закрепленных за дисциплиной компетенций	Протокол Совета ФТФ № 6 от 15.01.2019 г.
6	Раздел IV	Внесены изменения в соответствии с «Положением о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ № 10 от 19.05.2020 г.
7	Раздел IV	Внесены изменения в соответствии с «Положением о рейтинговой системе обучения в ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ № 10 от 19.05.2020 г.
8	Раздел IX	Актуализированы данные на основе Справки МТО ООП	Протокол Совета ФТФ №14 от 03.07.2021



9	Раздел V	Обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Протокол Совета ФТФ №14 от 03.07.2021
---	----------	---	--