

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 10.08.2023 16:00:45
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ed1bf35f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП



[Handwritten signature]

Б.Б.Педько

«30» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Атомная физика

Направление подготовки

03.03.02 Физика

профиль

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н. Шуклов А.Д.

[Handwritten signature]

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является: создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение всех разделов физики и специализированных курсов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных принципов квантовой механики и явлений, происходящих на атомном уровне;
- установление связи между различными физическими явлениями, вывод основных законов в виде математических уравнений;
- постановка и анализ задачи, применение различных методов решения.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Атомная физика» входит в Блок 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

Общий курс «Атомная физика» ставит перед собой целью познакомить студентов с физическими основаниями квантовой теории дать представление о математическом аппарате волновой механики, научить использовать квантовые представления для анализа атомных явлений. Выпускник физико-технического факультета, изучивший курс, должен иметь полное представление об основных результатах и современных тенденциях развития физики атома и молекул, твердого тела. В первую очередь это касается: квантования энергии атомов и молекул, его отражение в атомах и молекулярных спектрах, квантовой классификации атомных и молекулярных термов, туннельного эффекта и дифракционных эффектов, различных приближений в атомной физике и физике твердого тела. Уровень начальной подготовки обучающегося для успешного освоения дисциплины: иметь представление об основных понятиях и законах атомной физики в рамках программы средней школы; Знать алгебру, геометрию и основы математического анализа в рамках программы средней школы и 2-го курса университета. Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение атомной физики необходимо как предшествующее, включают общий физический практикум, квантовую теорию.

3. Объем дисциплины: 4 зачетные единицы, 144 академических часа, **в том числе:**

контактная аудиторная работа: лекции 34 часа, практические занятия 17 часов;

самостоятельная работа: 93 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-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;	ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности.
ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;	ОПК-2.2. Проводит теоретическое изучение объектов, систем и процессов в рамках темы научного исследования.

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Экзамен в 5 семестре.

6. 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 (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Практические занятия		
		всего	в т.ч. ПП	всего	в т.ч. ПП	
1. Введение. Атомная физика как физика квантовых явлений. Порядки величин расстояний и энергий для атомно-молекулярных процессов.	7	3				4
2. Корпускулярные свойства излучения. Фотоэффект. Эффект Комптона. Спектры испускания и поглощения. Спектральные серии. Комбинаторный принцип. Опыты Франка-Герца. Постулаты Бора.	13	4		4		5
3. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Принцип неопределенности. Процесс измерения в микромире.	12	3		4		5
4. Основы квантовой механики. Волновая функция. Операторы квантовой механики. Уравнение Шредингера. Частица в одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект. Линейный гармонический осциллятор. Колебания молекул.	12	3		4		5
5. Момент импульса в квантовой теории. Векторная модель. Пространственное квантование. Жесткий ротатор. Вращение молекул. Вращательная структура колебательных спектров.	12	3		4		5
6. Водородоподобные атомы. Полуклассическая теория. Изотопический сдвиг. Позитроний и мезоатомы. Квантовая теория атома водорода	12	3		4		5
7 Спин и магнитный момент электрона. Опыты Штерна- Герлаха. Магнитный момент электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура атомных спектров.	13	4		4		5

8. Многоэлектронные атомы. Одноэлектронное приближение. Самосогласованное поле. Принцип Паули. Периодическая система элементов. Рентгеновские спектры. Классификация атомных термов. Правило Хунда	10	3		2		5
9. Изучение атомов. Спин фотона. Правила отбора при излучении атома. Ширина спектральных линий. Спонтанное и вынужденное излучение. Квантовые усилители и генераторы. Типы лазеров. Эффект Зеемана	13	4		4		5
10. Твердое состояние вещества. Приближения сильной и слабой связи. Энергетические зоны. Полупроводниковые материалы. Колебания решетки. Приближение Дебая.	13	4		4		5
ЭКЗАМЕН	27					27
Итого	144	34		34		76

III. Образовательные технологии

Учебная программа- наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Введение. Атомная физика как физика квантовых явлений. Порядки величин расстояний и энергий для атомно- молекулярных процессов.	<i>Лекции</i>	<i>Активное слушание.</i>
2. Корпускулярные свойства излучения. Фотоэффект. Эффект Комптона. Спектры испускания и поглощения. Спектральные серии. Комбинаторный принцип. Опыты Франка-Герца. Постулаты Бора.	<i>Лекции, практические занятия</i>	<i>Активное слушание Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач Мозговой штурм</i>
3. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Принцип неопределенности. Процесс измерения в микромире.	<i>Лекции, практические занятия</i>	<i>Активное слушание Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач Мозговой штурм</i>
4. Основы квантовой механики. Волновая функция. Операторы	<i>Лекции, практические занятия</i>	<i>Активное слушание Групповое решение задач. Решение индивидуальных</i>

<p>квантовой механики. Уравнение Шредингера. Частица в одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект. Линейный гармонический осциллятор. Колебания молекул.</p>		<p><i>задач</i> <i>Мозговой штурм</i></p>
<p>5. Момент импульса в квантовой теории. Векторная модель. Пространственное квантование. Жесткий ротатор. Вращение молекул. Вращательная структура колебательных спектров.</p>	<p><i>Лекции, практические занятия</i></p>	<p><i>Активное слушание</i> <i>Групповое решение задач.</i> <i>Решение индивидуальных задач</i> <i>Мозговой штурм</i></p>
<p>6. Водородоподобные атомы. Полуклассическая теория. Изотопический сдвиг. Позитроний и мезоатомы. Квантовая теория атома водорода</p>	<p><i>Лекции, практические занятия</i></p>	<p><i>Активное слушание</i> <i>Групповое решение задач.</i> <i>Решение индивидуальных задач</i> <i>Мозговой штурм</i></p>
<p>7 Спин и магнитный момент электрона. Опыты Штерна-Герлаха. Магнитный момент электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура атомных спектров.</p>	<p><i>Лекции, практические занятия</i></p>	<p><i>Активное слушание</i> <i>Групповое решение задач.</i> <i>Решение индивидуальных задач</i> <i>Мозговой штурм</i></p>
<p>8. Многоэлектронные атомы. Одноэлектронное приближение. Самосогласованное поле. Принцип Паули. Периодическая система элементов. Рентгеновские спектры. Классификация атомных термов. Правило Хунда</p>	<p><i>Лекции, практические занятия</i></p>	<p><i>Активное слушание</i> <i>Групповое решение задач.</i> <i>Решение индивидуальных задач</i> <i>Мозговой штурм</i></p>
<p>9. Изучение атомов. Спин фотона. Правила отбора при излучении атома. Ширина спектральных линий. Спонтанное и вынужденное излучение. Квантовые усилители и генераторы. Типы лазеров. Эффект Зеемана</p>	<p><i>Лекции, практические занятия</i></p>	<p><i>Активное слушание</i> <i>Групповое решение задач.</i> <i>Решение индивидуальных задач</i> <i>Мозговой штурм</i></p>
<p>10. Твердое состояние вещества. Приближения сильной и слабой связи. Энергетические зоны.</p>	<p><i>Лекции, практические занятия</i></p>	<p><i>Активное слушание</i> <i>Групповое решение задач.</i> <i>Решение индивидуальных</i></p>

Полупроводниковые материалы. Колебания решетки. Приближение Дебая.		<i>задач Мозговой штурм</i>
---	--	---------------------------------

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Форма проведения экзамена: студенты, освоившие программу курса, могут получить 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 экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

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-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Задание:

Решить задачу: Для некоторого металла красная граница фотоэффекта в $k=1,2$ раза меньше частоты падающего излучения. Определить работу выхода электрона (в э.в.) из данного металла, если максимальная скорость фотоэлектронов равна $v_m=6 \cdot 10^5$ м/сек.

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки:

- **Высокий уровень (3 балла):** Понимает физику явления, составляет математические выражения для получения решения. Получает правильный ответ.

- **Средний уровень (2 балла):** Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Получает правильный ответ.

- **Низкий уровень (1 балл):** Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Из-за алгебраической неточности не получает правильный ответ.

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;

ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности.

Задание:

Решить задачу: Дейтрон и ион гелия прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов. Найти отношение длин волн де-Бройля для этих частиц.

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки:

- **Высокий уровень (3 балла):** Понимает физику явления, составляет математические выражения для получения решения. Получает правильный ответ.

- **Средний уровень (2 балла):** Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Получает правильный ответ.

- **Низкий уровень (1 балл):** Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Из-за алгебраической неточности не получает правильный ответ.

ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

ОПК-2.2. Проводит теоретическое изучение объектов, систем и процессов в рамках темы научного исследования

Задание:

Решите задачу:

- Найти коммутатор $[x, H]$
- Найти коммутатор $[x, Lz]$

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки:

- *Высокий уровень (3 балла):* Понимает физику явления, составляет математические выражения для получения решения. Получает правильный ответ.

- *Средний уровень (2 балла):* Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Получает правильный ответ.

- *Низкий уровень (1 балл):* Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Из-за алгебраической неточности не получает правильный ответ.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц. М.: Физматлит, 2006 Электронный ресурс. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=82991&sr=1
2. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Том 1 : Введение в атомную физику — 2021. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-1005-

7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167794>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Зисман, Г. А. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц — 2019. — 504 с. — ISBN 978-5-8114-4103-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115202> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1211-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167873>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Фриш, С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Оптика. Атомная физика [Электронный ресурс] : учеб. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 656 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/419>
 - 2) Программное обеспечение
 - а) Лицензионное программное обеспечение
 - б) Свободно распространяемое программное обеспечение
 - 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
 - 1.ЭБС«ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
 - 2.ЭБС «Университетская библиотека онлайн»<https://biblioclub.ru/>;
 - 3.ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Ядерная физика в Интернете <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

– планы практических (семинарских) занятий.

– сборники задач.

– методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.

– требования к рейтинг-контролю

Планы практических (семинарских) занятий:

Семинар 1: Решение задач на тему «Квантовые свойства излучения».

Примеры задач:

1. Чувствительность сетчатки глаза к желтому свету с длиной волны $\lambda=600\text{нм}$ составляет $P=1,7\cdot 10^{-18}$ Вт. Сколько фотонов должно падать каждую секунду на сетчатку, чтобы свет был воспринят?
2. Фотон, импульс которого p сталкивается с покоящимся электроном и отлетает под углом θ к первоначальному направлению движения. Найти импульс фотона после столкновения.

Семинар 2: Решение задач на тему «Боровская теория атома водорода».

Примеры задач:

1. Электрон в атоме водорода перешел из основного состояния в возбужденное, получив энергию $E=12,8\text{э.в.}$ Какова наибольшая длина волны, которую может теперь излучить атом водорода?
2. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны $\lambda=1,2\cdot 10^{-5}\text{см.}$ определить радиус орбиты электрона r возбужденного атома.

Семинар 3: Решение задач на тему «Волновые свойства частиц». Примеры задач:

1. Какую дополнительную энергию необходимо сообщить электрону с импульсом 15кэВ/с , чтобы его длина волны стала $\lambda=0,5\text{А}^\circ$.

2. При увеличении энергии электрона на 500 э.в. его дебройлевская длина изменилась в два раза. Найти первоначальную длину волны электрона.

Семинар 4: Решение задач на тему «Основы математического аппарата квантовой теории». Примеры задач:

1. Найти коммутатор $[\mathbf{H}, \mathbf{p}_x]=?$ Где $\mathbf{H}=\mathbf{p}_x^2/2m+U(x)$
2. Найти коммутатор $[x, \mathbf{L}_z]=?$

Семинар 5: Решение задач на тему «Уравнение Шредингера». Примеры задач:

1. Электрон находится в одномерной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками ($0 < x < l$, $l=2\text{А}^\circ$). Найти частоту фотона испускаемого при переходе электрона из 1-го возбужденного состояния в основное. Чему равна величина $\langle x^2 \rangle$ в 1-ом возбужденном состоянии?
2. Оценить для электрона локализованного в области размером $l=0,5\text{мкм}$ относительную неопределенность скорости $\Delta v/v$? Если его кинетическая энергия $\epsilon_{\text{кин}}=5$ э.в.

Семинар 6: Решение задач на тему «Спектры атомов». Примеры задач:

1. Головная линия резкой серии атомарного цезия представляет собой дублет с длинами волн $\lambda_1=1469,5 \text{ А}^\circ$ и $\lambda_2=1358,8 \text{ А}^\circ$. Найти расщепление (э.в.) бр уровня атома цезия.
2. Длины волн желтого дублета натрия $\lambda_1=589,00\text{нм}$ и $\lambda_2=589,59\text{нм}$. Найти для ЗР уровня расщепление ΔE (э.в.), обусловленное спин-орбитальным взаимодействием.

Семинар 7: Решение задач на тему «Спектры молекул». Примеры задач:

1. Найти разность энергий (э.в.) состояний с квантовыми числами $n=1, J=1$ и $n=0, J=6$ у молекулы ОН ($r_0=0,97 \text{ А}^\circ$; $\nu_{\text{кол}}=3735 \text{ см}^{-1}$).
2. Найти разность энергий в (э.в.) состояний с квантовыми числами $n=1, l=0$ и $n=0, l=5$ у молекулы СО ($r_0=1,13 \text{ А}^\circ$; $\nu_{\text{кол}}=2310 \text{ см}^{-1}$).

Сборники задач:

1. Сборник задач по общему курсу физики. Ч.3 Атомная и ядерная физика. Строение вещества./Под ред. В.А. Овчинкина. М.: Физматкнига, 2009.- 512 с.
2. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. СПб.: Лань, 2005.-288с.

3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: Бином, 2001. – 432с.
4. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 т. Кн. V. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц / Под ред. Д. В. Сивухина. М.: ФИЗМАТЛИТ; ЛАНЬ, 2006. - 184 с.

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:

Модуль 1

1. Фотоэффект.
2. Туннельный эффект.
3. Эффект Комптона.
4. Эффект Рамзауэра
5. Давление излучения. Эффект Доплера.
6. Квантование момента импульса.
7. Спектры испускания и поглощения.
8. Жесткий ротатор. Вращение молекул.
9. Постулаты Бора.
10. Квантовая теория атома водорода.
11. Столкновение электронов с атомами. Опыты Франка и Герца.
12. Спин и магнитный момент Электрона.
13. Боровская теория атома водорода.
14. Спин орбитальное взаимодействие. Тонкая структура атома водорода.
15. Изотопический сдвиг.
16. Спектры щелочных металлов.
17. Гипотеза де Бройля.
18. Одноэлектронное приближение. Самосогласованное поле.

19. Дифракция электронов. Опыты Девиссона-Джермера и Томсона.

Модуль 2

1. Заполнение электронных оболочек. Периодическая система элементов.
2. Статистическая интерпретация волновой функции.
3. Спектроскопические обозначения атомных термов.
4. Влияние опыта на состояние микрочастиц. Принцип неопределенности.
5. Рентгеновские спектры.
6. Операторы квантовой механики.
7. Правила отбора при изучении атомов.
8. Операторы основных физических величин.
9. Ширина спектральных линий.
10. Условие одновременной измеримости двух физических величин.
11. Спонтанное и вынужденное излучение
12. Одномерное уравнение Шредингера.
13. Поглощение электромагнитных волн в равновесных и неравновесных квантовых системах.
14. Частица в одномерной потенциальной яме. (Случай конечной глубины).
15. Квантовые генераторы.
16. Гармонический осциллятор.
17. Магнитный момент атома.
18. Колебательные спектры двухатомных молекул.
19. Эффект Зеемана

VII. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций,	1 Микшерный пульт Yamaha MG-124C 2 Аудиокомплект (мик. пульт, акуст. усилитель, акуст. система, радиосистема) 3 Интерактивная система SMART Board 660i4 4 Мультимедийный проектор Epson EB-4850WU с потолочным креплением	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows MS Office 365 pro plus Microsoft Windows 10 Enterprise Microsoft Visual Studio 2019 - Mozilla Firefox -бесплатно

<p>текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Лекционная аудитория № 226 (170002)</p> <p>Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>5 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками</p> <p>6 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками</p> <p>7 Экран настенный Lumien</p> <p>8 Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21,5”</p> <p>9 Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест</p> <p>10 Меловая доска</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,</p> <p>Компьютерный класс физико-технического факультета.</p> <p>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</p> <p>2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь</p> <p>3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D</p> <p>4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО</p> <p>5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО</p> <p>6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3»</p> <p>7. Комплект учебной мебели</p>	<p>Microsoft Office</p> <p>Microsoft Windows 10 Enterprise</p> <p>Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows</p> <p>Mathcad 15 M010 -</p> <p>Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011;</p> <p>MATLAB R2012b -</p> <p>Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012;</p> <p>Cadence SPB/OrCAD 16.6 -</p> <p>Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009</p> <p>Adobe Acrobat Reader DC – Russian – бесплатно</p> <p>Adobe Media Player – бесплатно</p> <p>Google Chrome – бесплатно</p> <p>Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) – бесплатно</p> <p>Lazarus 1.4.0 - бесплатно</p> <p>LEGO MINDSTORMS EV3 – бесплатно</p> <p>Microsoft Expression Studio 4 - бесплатно</p> <p>MiKTeX 2.9 - бесплатно</p> <p>MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно</p>

		R Studio - бесплатно
--	--	----------------------

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			