

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 10.08.2023 16:25:08
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)

Физико-химические основы микро- и нанотехнологий

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

профиль

Физика и технология материалов и устройств радиоэлектроники

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Сдобняков Н.Ю.

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся перечисленных ниже профессиональных компетенций, требующих освоения современных представлений о физических процессах и технологиях, лежащих в основе создания структур микро- и наноэлектроники.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение научных основ формирования новых свойств материалов в микро- и наноструктурном состоянии, а также при использовании микро- и наноматериалов в качестве объемных модификаторов и покрытий;

- освоение теоретических основ современных экспериментальных методов создания и исследования микро- и наноматериалов;

- знание областей применения микро- и нанотехнологий, понимание перспективы их развития;

- приобретение опыта самостоятельной научно-поисковой и исследовательской деятельности в области микро- и нанотехнологий с применением специализированных информационных ресурсов и программного обеспечения.

- сформировать понятийный аппарат научного знания в области нанотехнологий для последующего применения в практической научно-поисковой и исследовательской деятельности в сфере технологий получения микро-, наноматериалов, а также субмикронных и нанопокровтий.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физико-химические основы микро- и нанотехнологий» изучается в модуле Физика конденсированного состояния Блока 1. Дисциплины части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Изучение данной дисциплины непосредственно связано со следующими курсами учебного плана:

- Физика кристаллов;

- Физика нано- и гетероструктур;

- Материаловедение электронной техники.

После ознакомления с курсом лекций студенты должны уметь квалифицированно подходить к постановке задач, выбору объектов исследования в связи с их строением и структурой при решении научных и научно-прикладных проблем, связанных с научно-исследовательской практикой, научно-исследовательской работой и подготовкой выпускной работы бакалавра для итоговой государственной аттестации.

Входной контроль не проводится.

3. Объем дисциплины: 2 зачетные единицы, 72 академических часа, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 28 часов;

самостоятельная работа: 44 часа.

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
ПК-4. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы	ПК-4.1. Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований ПК-4.2. Применяет методы анализа научно-технической информации ПК-4.3. Оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ПК-4.4. Решает аналитические задачи в области физического материаловедения

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения
зачет в 6 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	
Физико-химические основы микро- и наноматериалов, методы их исследования			
Введение, цели и задачи курса. Физико-химические основы микро и наноматериалов. Классификация микро и нанообъектов.	6	2	4
Свойства микро- и наноразмерных объектов поликристаллических, аморфных и органических материалов.	16	6	10
Методы исследования наноматериалов: 1) методы оптической микроскопии; 2) растровая и просвечивающая электронная микроскопия; 3) зондовая атомно-силовая и туннельная микроскопия; 4) лазерная микроскопия; 5) магнитно-силовая микроскопия; 6) спектральный анализ.	16	6	10
Методы получения микро- и наноматериалов, основы нанотехнологий			
Методы получения микро- и наноматериалов: 1) микрочастиц, наночастиц, нанокластеров; 2) пористых микро и наноматериалов; 3) компактных наноматериалов; 4) пленок и покрытий; 5) полимерных и композитных микро и наноматериалов; 6) зондовые технологии и литография.	16	6	10
Перспективы применения микро- и наноматериалов: 1) электроника и информационные технологии; 2) медицина и фармакология; 3) точная механика, оптика; 4) машиностроение, транспорт; охрана окружающей среды.	16	6	10
Зачет:	2	2	0
ИТОГО:	72	28	44

III. Образовательные технологии

Учебная программа-наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение, цели и задачи курса. Физико-химические основы микро и наноматериалов. Классификация микро- и нанообъектов.	Лекции	Изложение теоретического материала (презентация) Активное слушание. Групповое решение задач.
Свойства микро- и наноразмерных объектов поликристаллических, аморфных и органических материалов.	Лекции	Изложение теоретического материала (презентация) Активное слушание. Групповое решение задач.
Методы исследования наноматериалов: 1) методы оптической микроскопии; 2) растровая и просвечивающая электронная микроскопия; 3) зондовая атомно-силовая и туннельная микроскопия; 4) лазерная микроскопия; 5) магнитно-силовая микроскопия; 6) спектральный анализ.	Лекции	Изложение теоретического материала (презентация) Активное слушание. Групповое решение задач.
Методы получения микро- и наноматериалов: 1) микрочастиц, наночастиц, нанокластеров; 2) пористых микро- и наноматериалов; 3) компактных наноматериалов; 4) пленок и покрытий; 5) полимерных и композитных микро- и наноматериалов; 6) зондовые технологии и литография.	Лекции	Изложение теоретического материала (презентация) Активное слушание. Групповое решение задач.
Перспективы применения микро и наноматериалов: 1) электроника и информационные технологии; 2) медицина и фармакология; 3) точная механика, оптика; 4) машиностроение, транспорт; охрана окружающей среды.	Лекции	Изложение теоретического материала (презентация) Активное слушание. Групповое решение задач.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные

участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Форма проведения зачета: 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.).

Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства/ Способ аттестации	Показатели оценки
Тема: Введение, цели и задачи курса. Физико-химические основы микро- и наноматериалов. Классификация микро- и нанообъектов.	УК-1	Раздел теста / письменный	Общая сумма баллов, которые могут быть получены за раздел теста (вклад 20% от общего числа баллов).
Тема: Свойства микро- и наноразмерных объектов поликристаллических, аморфных и органических материалов.	УК-1, ПК-4	Раздел теста, Поисково-исследовательская работа / письменный	Общая сумма баллов, которые могут быть получены за раздел теста (вклад 20% от общего числа баллов). Общая сумма баллов, которая может быть получена за поисково-исследовательскую работу.
Тема: Методы исследования наноматериалов: 1) методы оптической микроскопии; 2) растровая и просвечивающая электронная микроскопия; 3) зондовая атомно-силовая и туннельная микроскопия; 4) лазерная микроскопия;	УК-1, ПК-4	Раздел теста, Поисково-исследовательская работа / письменный	Общая сумма баллов, которые могут быть получены за раздел теста (вклад 20% от общего числа баллов). Общая сумма баллов, которая может быть получена за поисково-исследовательскую

5) магнитно-силовая микроскопия; 6) спектральный анализ.			работу.
Тема: Методы получения микро- и наноматериалов: 1) микрочастиц, наночастиц, нанокластеров; 2) пористых микро- и наноматериалов; 3) компактных наноматериалов; 4) пленок и покрытий; 5) полимерных и композитных микро- и наноматериалов; 6) зондовые технологии и литография.	УК-1, ПК-4	Раздел теста, Поисково-исследовательская работа / письменный	Общая сумма баллов, которые могут быть получены за раздел теста (вклад 20% от общего числа баллов). Общая сумма баллов, которая может быть получена за поисково-исследовательскую работу.
Тема: Перспективы применения микро- и наноматериалов: 1) электроника и информационные технологии; 2) медицина и фармакология; 3) точная механика, оптика; 4) машиностроение, транспорт; охрана окружающей среды.	УК-1, ПК-4	Раздел теста, Поисково-исследовательская работа / письменный	Общая сумма баллов, которые могут быть получены за раздел теста (вклад 20% от общего числа баллов). Общая сумма баллов, которая может быть получена за поисково-исследовательскую работу.

Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Тест (содержит 5 разделов, соответствующих темам дисциплины)	в течение семестра	максимальный уровень 20 баллов	18-20 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний; 15-17 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 13-14 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний; 11-12 баллов - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний; менее 10 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
Поисково-исследовательская работа (ПИР)	в течение семестра	максимальный уровень 80 баллов	80 баллов - студент полностью выполнил задание ПИР, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, ПИР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 70 баллов - студент полностью

		<p>выполнил задание ПИР, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, ПИР оформлена аккуратно, с небольшими недочетами и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>60 баллов - студент полностью выполнил задание ПИР, показал хорошие знания и умения, смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении ПИР.</p> <p>50 баллов - студент полностью выполнил задание ПИР, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении ПИР.</p> <p>40 баллов - студент полностью выполнил задание ПИР, но допустил некоторые неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, есть недостатки в оформлении ПИР.</p> <p>30 баллов - студент полностью выполнил задание ПИР, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления ПИР имеет недостаточный уровень.</p> <p>20 баллов - студент не полностью выполнил задание ПИР, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления ПИР имеет низкий уровень.</p> <p>10 баллов - студент не полностью выполнил задание ПИР, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил задание ПИР.</p>
--	--	---

Задания для текущего контроля (Тест):

Вариант теста открытого типа, предполагающий свободное самостоятельное изложение ответа или вставку слова/словосочетания:

1) Опишите физические свойства твердых тел, существенное изменение которых может произойти при достижении структурных элементов размеров нанобъектов

2) Опишите физические свойства твердых тел, существенное изменение которых может произойти при достижении структурных элементов размеров нанобъектов

3) Какой вклад российские ученые внесли в развитие нанотехнологий

4) Какие известны методы получения наночастиц, нанокластеров, нанопорошков?

5) Перечислите и опишите виды углеродных нанотрубных структур

6) Что такое литография?

Вариант теста закрытого типа, предполагающий выбор одного правильного ответа:

1) Помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещенной зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещенной зоной, получают:

- Квантовую точку;
- Квантовую яму;
- Квантовый барьер;
- Квантовую иглу.

2) Что такое кантилевер?

- Компьютерный блок в силовом микроскопе;
- Компьютерная программа обработки данных сканирующего микроскопа;
- Подложка для образцов в растровом микроскопе;
- Зонд в сканирующем силовом микроскопе.

3) Кто ввел в научную литературу термин наноматериалы?

- Г. Глейтер;
- Ж. И. Алферов;
- Р. Фейнман;
- Э. Дрекслер.

4) Какими обязательными свойствами должен обладать кантилевер?

- Должен проводить электрический ток;
- Должен быть выполнен из магнитного материала;
- Должен быть выполнен из закалённой стали;
- Должен быть гибким с известной жесткостью.

5) Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?

- Дуговой;
- Лазерно-термический;
- Пиролитический;
- Биотехнологический.

6) Какое свойство характерно для микроэмульсии?

- Микроэмульсии прозрачные жидкости;
- Микроэмульсии имеют тёмно-серый цвет;
- Микроэмульсии непрозрачные жидкости;
- Микроэмульсии являются хорошими проводниками электричества.

7) Что означает уравнение Гиббса-Томсона?

- Взаимосвязь поверхности объекта и его объема;
- Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и вязкости;
- Взаимосвязь изменения теплосодержания кристаллита и его состава;
- Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и кривизны ограничивающей его поверхности.

8) Что такое молекулярный ассемблер?

- Мельчайшая частица атома;
- Молекулярная машина, которая запрограммирована строить молекулярную структуру из более простых химических блоков;

- Субклеточная частица;
- Коллоидный ансамбль ПАВ.

9) Если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной то получится:

- Квантовая точка;
- Квантовая яма;
- Квантовый барьер;
- Квантовая игла.

10) Какой из микроскопов изобретён позже остальных?

- Сканирующий силовой микроскоп;
- Сканирующий туннельный микроскоп;
- Растровый микроскоп;
- Просвечивающий электронный микроскоп.

11) Кто впервые выдвинул идею о развитии нанотехнологии в современной формулировке?

- П.С. Лаплас;
- Э. Дрекслер;
- Р. Фейнман;
- Н. Винер.

12) Работа сканирующего туннельного микроскопа основана на:

- Дифракции рентгеновских лучей;
- Эффекте туннелирования электронов через тонкий диэлектрический промежуток между проводящей поверхностью образца и сверхострой иглой;
- Просвечивании образца рентгеновскими лучами;
- Просвечивании образца пучком электронов при ускоряющем напряжении 200-400 кВ.

13) Какая из наноструктур является термодинамически неустойчивой?

- Микроэмульсия;
- Мицеллы;

- Углеродные нанотрубки.

14) В каком микроскопе используется кантилевер?

- Сканирующий силовой микроскоп;

- Сканирующий туннельный микроскоп;

- Растровый микроскоп;

- Просвечивающий электронный микроскоп.

Поисково-исследовательская работа по тематике «Синтез и экспериментальное изучение микро- и наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов». Варианты тем представлены ниже.

1. Определение структурной организации наносистем на основе фракталов.

2. Теоретическое моделирование электронной структуры кластеров.

Магические числа.

3. Расчет физико-химических свойств индивидуальных наночастиц в зависимости от размера.

4. Супрамолекулярные ансамбли и устройства: электронное строение и модели описания.

5. Сложившиеся и перспективные области применения наноматериалов в различных отраслях промышленности.

6. Методы определения размеров наночастиц. Расчет размеров по методу тепловой десорбции азота: определяемая величина, формула расчета, допуски, точность.

7. Альтернативная энергетика и наноматериалы.

8. Биомиметика: архитектура природных материалов, условия формирования и свойства.

9. Методы получения упорядоченных наноструктур. Самоорганизация в наносистемах.

10. Медицинские аспекты нанотехнологий.

11. Компьютерное моделирование роста дендритных кристаллов.

12. Микроструктурный анализ наноматериалов методом зондовой сканирующей микроскопии.

14. Определение магнитных свойств наночастиц на основе магнитной жидкости.

15. Синтез наночастиц из растворов химических соединений золь-гель технологией.

16. Синтез углеродных нанотрубок.

17. Методы получения графена: механизм формирования, преимущества и недостатки.

18. Методы получения квантовых точек.

19. CVD-методы в процессах получения: наночастиц, нанопокровов, углеродных наноструктур.

20. Применение лазерных технологий для синтеза наноматериалов.

Требования к поисково-исследовательской работе по тематике «Синтез и экспериментальное изучение микро и наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов»:

1. Провести отбор исходных данных.

2. Сформулировать введение, актуальность исследований.

3. Подготовить аналитический обзор, содержащий краткую теорию описываемого метода (методов) или технологии (технологий) получения наноматериала и метода (методов) исследования наноматериала.

4. Описать основные работы, содержащие методику получения наноматериала и методы исследования полученного наноматериала. Результаты должны содержать описание, графический и расчетный материалы.

5. Сформировать список используемой литературы.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие / В.В. Старостин; под общ. ред. проф. Л. Н. Патрикеева. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 431 с.
2. Евдокимов А.А. Получение и исследование наноструктур : лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / А.А. Евдокимов; под ред. чл.-кор. РАН, д.ф.-м.н., проф. А. С. Сигова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 146 с.
3. Ибрагимов И.М. Основы компьютерного моделирования наносистем: учебное пособие / И.М. Ибрагимов, А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – 376 с.
4. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию / И. Кобаяси, Н. Кобаяси; пер. с яп. А.В. Хачояна под ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 134 с.

б) Дополнительная литература

1. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / Ю. П. Солнцев. – Нанотехнологии и специальные материалы. – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2017. – 336 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS.
2. Нанотехнологии в электронике / Ю.А. Чаплыгин; под ред. Ю.А. Чаплыгина. – М.: Техносфера, 2016. – 480 с. – URL: <http://biblioclub.ru/> .
3. Воронов В.К. Физика на переломе тысячелетий. Физические основы нанотехнологий: учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям подготовки и естественно-научным специальностям / В.К. Воронов, А.В. Подоплелов, Р.З. Сагдеев. – М.: URSS: ЛИБРОКОМ, 2011. – 429 с.

2) Программное обеспечение

а) свободно распространяющееся ПО

- Google Chrome – бесплатно
- Microsoft Express Studio 4 – бесплатно
- MiKTeX 2.9 – бесплатно
- MPICH 64-bit – бесплатно

- MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK – бесплатно
- Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно
- Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно
- Lazarus 1.4.0 - бесплатно
- Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно

б) лицензионное ПО

- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.
- MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
- Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
- Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
- Origin 8.1 (OriginLab® Network License Certificate. Issued Date: December 3, 2009. Issued by: Carol Hodge, Customer Service Coordinator)

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:
 1. Композиты и наноструктуры. – Режим доступа: <http://www.issp.ac.ru/journal/composites/russian.html>
 2. Нанотехнологии и их применение – Режим доступа: <http://nanoblog.ru>
 3. Нанотехнологическое сообщество – Нанометр – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru>
 4. Подробно о нанотехнологиях – Новости – Режим доступа: <http://www.nanotechnology.org>
 5. Российский электронный наножурнал (нанотехнологии и их применение) – Режим доступа: <http://www.nanojournal.ru>

6. Федеральный наноportal – Режим доступа: <http://www.portalnano.ru>

7. Одно из крупнейших издательств научной литературы – Режим доступа: <https://www.elsevier.com/journals/title/all>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению индивидуальным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и при необходимости дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, при необходимости составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

VII. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<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 № 226 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>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 5 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками 6 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками 7 Экран настенный Lumien 8 Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21,5'' 9 Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест 10 Меловая доска</p>	<p>Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows MS Office 365 pro plus Microsoft Windows 10 Enterprise. Microsoft Visual Studio 2019 - Mozilla Firefox -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),</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-</p>	<p>Microsoft Office Microsoft Windows 10 Enterprise Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows - Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав IC00000027 от 16.09.2011; MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012; Cadence SPB/OrCAD 16.6 -</p>

<p>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>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>Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009 Adobe Acrobat Reader DC – Russian – бесплатно Adobe Media Player – бесплатно Google Chrome – бесплатно Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) – бесплатно Lazarus 1.4.0 - бесплатно LEGO MINDSTORMS EV3 – бесплатно Microsoft Expression Studio 4 - бесплатно MiKTeX 2.9 - бесплатно MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно R Studio - бесплатно</p>
--	--	---

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

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