

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
 ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
 образования
 «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 АЗЕРБАЙДЖАНСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Кафедра № 6

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

ДЮЛ А.Т.Н.

(подпись, инициал, фамилия)

Р.Н. Исмаилов

(подпись, инициал, фамилия)

«26» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Средства и методы измерений в метро и нанотехнологиях»
 (наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.05.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Метрологическое обеспечение измерений и испытаний Исследования
Наименование направленности	Метрологическое обеспечение космических средств
Формы обучения	очная
Год приема	2024

Лист составленных рабочих программ дисциплины

Программу составил(а)

ДЮЛ А.Т.Н., ДЮЛ

(подпись, инициал, фамилия)

«26» 06 2024 г.

(подпись, инициал, фамилия)

А.Т. Гурбанова

(подпись, инициал, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«26» 06 2024 г., протокол № 14

Заседующий кафедрой № 6

Д.Э.Н. Гурбанова

(подпись, инициал, фамилия)

«26» 06 2024 г.

(подпись, инициал, фамилия)

Н.В. Огулзаде

(подпись, инициал, фамилия)

Знает/знала директор института ФИТН по метрологической работе

ДЮЛ А.Ф.-М.Н. ДЮЛ

(подпись, инициал, фамилия)

«26» 06 2024 г.

(подпись, инициал, фамилия)

Ю.А. Ходякина

(подпись, инициал, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Средства и методы измерений в микро и наноэлектронике» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 27.05.02 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» направленности «Метрологическое обеспечение космических средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен проводить анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации»

ПК-3 «Способен осуществлять работы по выявлению и предотвращению несоответствий продукции предъявляемым требованиям»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами и средствами измерений в микро и наноэлектронике, а также методами исследования физических, физико-химических и геометрических параметров и характеристик твердотельных и молекулярных структур. Эти методы и средства диагностики широко входят в практику исследования и изучения нанообъектов, обладают исключительно высоким разрешением, поэтому реально позволяют проводить измерения и исследования нанообъектов на атомарном уровне, вплоть до визуализации самой атомно-молекулярной структуры нанообъектов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

1.2. Целью преподавания дисциплины является получение студентами необходимых знаний в сфере высоких технологий связанных с прикладными исследованиями наноструктурированных материалов, а также средствами и методами исследования физических, физико-химических и геометрических параметров и характеристик твердотельных и молекулярных объектов. При этом особое внимание уделено изучению особенностей высокоразрешающих методов исследований молекулярных объектов, обеспечивающих получение наиболее полной информации об основных свойствах и характеристиках и протекающих в них процессах.

1.3. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен проводить анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации	ПК-1.3.1 знать нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению ПК-1.3.2 знать принципы нормирования точности измерения ПК-1.3.3 знать область применения методов измерения ПК-1.3.4 знать конструктивные особенности и принципы работы средств измерения, технологические возможности в области применения средств измерения ПК-1.У.2 уметь определять потребность подразделения метрологической службы в оборудовании ПК-1.У.3 уметь устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля с учетом ошибок 1-го и 2-го рода. ПК-1.В.1 владеть навыками анализа состояния средств измерений, эталонов, поверочных схем, нормативных документов, регламентирующих работы по метрологическому обеспечению ПК-1.В.3 владеть навыками выявления и оценки погрешностей измерения и ошибок контроля.
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять работы по выявлению и предотвращению	ПК-3.3.1 знать основные понятия в сфере управления качеством ПК-3.3.2 знать документы по стандартизации и методические документы, регламентирующие вопросы управления

	<p>несоответствий продукции предъявляемым требованиям</p>	<p>качеством, вопросы делопроизводства, качества продукции, качества сырья, качества материалов. ПК-3.3.5 знать национальные, межгосударственные, международные стандарты и нормативно-правовые акты ПК-3.3.6 знать международные технические регламенты ПК-3.У.1 уметь применять методы анализа производственной деятельности ПК-3.У.2 уметь применять контрольные карты анализа параметров технологических процессов ПК-3.У.5 уметь применять инструменты контроля и управления качеством ПК-3.В.1 владеть навыками организации контроля, менеджмента качества технологической цепочки</p>
--	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Цифровая метрология»,
- «Электроника»,
- «Материаловедение»,
- «Физика»,
- «Химия».
- «Прикладная метрология»,
- «Метрологическая экспертиза»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- « Производственная преддипломная практика»,
- «ГИА»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№8	№9
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	6/ 216	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	68	34	34
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	17	17

амостоятельная работа , всего (час)	148	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет, Дифф. Зач.	Зачет	Дифф. Зач.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Основные понятия нано- и информационных технологий. Общие сведения об объектах наноструктур.	2	2			8
Раздел 2 . Особенности средств, методов измерений и исследования объектов наноструктур.	3	3			26
Раздел 3. . Характерные особенности концепций молекулярных нанотехнологий	4	4			14
Раздел 4 .Особые свойства наноразмерных объектов, средств и методов измерений	4	4			18
Раздел 5. Искусственный интеллект, особенности машинного обучения .	4	4			8
Итого в семестре:	17	17			74
Семестр 9					
Раздел 6 Основные гетерогенные процессы формирования наноструктурированных объектов	2	2			10
Раздел 7 Методы и средства измерений, исследований и изучения физико-химических свойств нанобъектов и систем	3	3			26
Раздел 8 Физические принципы построения технических средств исследования наноструктур	4	4			18
Раздел 9 Физические принципы построения технических средств исследования наноструктур	4	4			14
Раздел 10 Основы механики и конструкций средств измерений наноструктурированных объектов	4	4			16

Итого в семестре:	17	17			74
Итого	34	34	0	0	148

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	<p>Тема 1. Основные понятия нано- и информационных технологий. Общие сведения об объектах наноструктур.</p> <p>Тема 1.1. Введение в наномир и в информационные технологии, основные положения.</p> <p>В настоящее время происходят коренные изменения в сфере высоких технологий, микромеханики и других областях человеческой деятельности, связанных с фундаментальными и прикладными исследованиями, конструированием и практическим использованием материалов, устройств и средств измерений объектов, элементы которых имеют размеры менее 100 нм. Информация (от лат. «Informatio») - это знания, сведения, сообщения, являющиеся объектом хранения, преобразования, передачи и помогающие решать поставленные задачи.</p> <p>Информационные технологии (ИТ, от англ. information technology, IT) - широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям управления и обработки данных, в том числе, с применением вычислительной техники. В последнее время под информационными технологиями чаще всего понимают компьютерные технологии. В частности, информационные технологии имеют дело с использованием компьютеров и программного обеспечения для хранения, преобразования, защиты, обработки, передачи и получения информации. Специалистов по компьютерной технике и программированию часто называют ИТ-специалистами.</p> <p>Тема 1.2. Основные черты современных информационных технологий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - компьютерная обработка информации по заданным алгоритмам; - хранение больших объёмов информации на машинных носителях; - передача информации на любые расстояния в ограниченное время. <p>Информационная технология формирует передний край научно-технического прогресса, создает информационный фундамент развития науки и всех остальных технологий. Развитие информационных технологий во всем мире объясняется возросшей интенсивностью информационных потоков вследствие развития процессов глобализации мировой экономики и становления информационного пространства. Управленческая деятельность нуждается в информационном обеспечении, так как обработка информации для принятия управленческих решений и выработки управляющих воздействий занимает</p>
Раздел 2 .	<p>Тема 2. Особенности средств, методов измерений и исследования объектов наноструктур</p> <p>Тема 2.1. Назначение и состав</p> <p>Используются различные методы и средства измерения в нанометровом диапазоне. Под гетерогенными процессами понимают технологические процессы, происходящие на границе раздела фаз и формирующие гетерогенные системы. Гетерогенная система представляет собой термодинамическую систему, состоящую из различных по физическим и химическим свойствам частей или фаз, которые отделены друг от друга поверхностями раздела. Каждая из фаз при этом гомогенна и ее поведение подчиняется законам термодинамики.</p> <p>Тема 2..2. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ).</p> <p>МЛЭ – технологический процесс эпитаксиального выращивания слоев, кристаллическая решетка которых повторяет решетку подложки. С помощью технологии МЛЭ выращивают гетероструктуры заданной толщины с</p>

	<p>моноатомногладкими гетерограницами и заданным профилем легирования. Следует отметить, что эпитаксия – это один из важнейших технологических процессов при создании микро- и наноструктур.</p> <p>Тема 2..3. Формирование структур на основе коллоидных растворов Коллоидные растворы или золи представляют собой жидкие системы с частицами дисперсной фазы или мицеллами перемешивающимися свободно и независимо в процессе броуновского движения. Размер частиц лежит в пределах 10 – 100 нм, сами частицы могут располагаться относительно друг друга ближе, чем на диаметр частицы. Метод формирования упорядоченных наноструктур непосредственно из наночастиц, сформированных в коллоидных растворах, дает возможность в широких пределах варьировать размеры частиц, а также изменять электронные свойства частиц.</p> <p>Тема 2..4. Золь-гель-технология Золь-гель-технология – представляет собой технологический процесс получения материалов, с определенными химическими и физико-химическими свойствами, включающий получение золя и перевод его в гель. В общем случае, золь-гель-технология на свойстве золя или коллоидного раствора и представляют собой структурированные системы с жидкой дисперсионной средой. Этим методом могут быть синтезированы нанокompозиты на основе керамики гетерометаллического типа и др.</p>
<p>Раздел 3. .</p>	<p>Тема 3.. Характерные особенности концепций молекулярных нанотехнологий Тема 3.1. История развития нанотехнологий Идею о том, что возможно создавать нужные нам устройства и другие объекты, собирая их "молекула за молекулой" и, даже, "атом за атомом" обычно возводят к знаменитой лекции одного из крупнейших физиков XX века Ричарда Фейнмана «Там внизу — много места». Эта лекция была прочитана им в 1959 году; большинство современников восприняли её как фантастику или шутку.</p> <p>Современный вид идеи молекулярной нанотехнологии начали приобретать в 80-е годы XX века в результате работ К. Э. Дрекслера, которые также сначала воспринимались как научная фантастика. При этом фундаментальная монография "Наносистемы. Молекулярная техника, производство и вычисления" имеет, несомненно, основополагающее значение. Сам термин нанотехнология стал популярен именно после выхода в свет знаменитой книги Э. Дрекслера "Машины творения" и последовавшей за этим дискуссии. Позже Дрекслер в своих научных работах стал использовать термин молекулярная нанотехнология (МНТ) для различения предлагаемых им решений.</p> <p>Тема 3.2. Особенности твердотельных наноструктур. Оценки параметров наномеханических устройств и машин - в своих работах Э. Дрекслер и его последователи оценивали параметры в основном механических устройств, которые они могли бы иметь при приближении размера компонент к молекулярному масштабу. Это обусловлено не тем, что они недооценивают важность электрических, оптических и т. д. эффектов, а тем, что механические конструкции гораздо проще и достовернее масштабируются. При этом осознаётся, что электрические и прочие эффекты могут дать значительные дополнительные возможности. Произведя соответствующее масштабирование Дрекслер получил следующие численные оценки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - позиционирование реагирующих молекул с точностью ~0.1 нм; - механосинтез с производительностью ~10⁶ опер/сек на устройство; - молекулярная сборка объекта массой 1 кг за ~10⁴ сек; - работа наномеханического устройства с частотой ~10⁹ Гц. <p>Тема 3.3. Объекты наномолекулярной технологии Были проведены исследования по вопросам возможного функционирования работы "устройства" аналогичного масштаба в живых организмах. В качестве примера целесообразно рассмотреть работу представителя живого организма</p>

	<p>АТФ-синтаза являющегося ферментом, преобразующим разность концентраций протонов по разные стороны мембраны в энергию, запасённую в молекулах аденозинтрифосфата (АТФ). Последнее используется практически всеми механизмами клетки в качестве универсального носителя энергии. АТФ-синтаза присутствует в "энергетических станциях" растительных и животных клеток - хлоропластах и митохондриях и представляет собой довольно сложную конструкцию из нескольких типов единиц - белковых молекул.</p> <p>Тема 3.4. Углерод в природе</p> <p>Всё живое на Земле состоит из соединений углерода. Значение этого элемента трудно переоценить. Оно определяется огромным разнообразием его форм в соединениях. Углеродные цепочки могут образовывать линейный скелет молекул, циклические и сложные объёмные скелетные структуры; углерод представляет огромный интерес и в чистом виде, принимая различные формы от алмаза до молекулярных волокон и нанотрубок. Ковалентная связь углерод-углерод является наиболее прочной из известных. До сравнительно недавнего времени известны были только две разновидности упорядоченного чистого углерода - алмаз и графит. Потом были обнаружены и другие - сначала были синтезированы молекулярные волокна, затем открыты полые сферические молекулы - фуллерены; при поиске эффективных методов синтеза последних были обнаружены углеродные нанотрубки. Именно материалы на основе углерода Дрекслер рассматривает в качестве основных кандидатов для изготовления конструкций наномеханизмов.</p>
Раздел 4	<p>.Тема 4 Особые свойства наноразмерных объектов, средств и методов измерений</p> <p>4.1. Структура, свойства, методы получения и особенности применения наноструктур. Физико-химические свойства наноструктур В области высоких технологий широко используется классификация дисперсных систем по дисперсности, т.е. по размерам и удельной площади поверхности дисперсной фазы. В первом приближении дисперсные системы подразделяются на грубодисперсные и тонкодисперсные, так называемые коллоидные системы.</p> <p>Тема 4.2. Углеродные структуры - углерод является наиболее распространенным элементом в природе, он существует в твердой фазе и нескольких модификациях с различными физико-химическими свойствами: графит, алмаз, карбин, графен. Важнейшей особенностью углерода является способность образовывать цепочки – С –С – С-, которые природа использует для создания биологических полимеров, а человек для производства различных синтетических материалов.</p> <p>Тема 4.3. В конце прошлого столетия были открыты новые углеродные соединения, среди которых фуллерен, обладающий уникальными свойствами. Фуллерен имеет каркасную структуру, которая состоит из заплаток пяти- и шестиугольной формы. В 1990 г. был разработан метод получения фуллерена.</p> <p>Тема 4.4. В 1991 г. в продуктах электродугового испарения графита были обнаружены цилиндрические углеродные конструкции, получившие названия «нанотрубки». Нанотрубка представляет собой протяженные цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров. По существу такая нанотрубка представляет собой одну молекулу, состоящую из миллиона атомов углерода. В общем случае, УНТ обладают уникальными электрическими, механическими и химическими свойствами.</p>
Раздел 5.	<p>Тема 5.. Искусственный интеллект, особенности машинного обучения.</p> <p>Тема 5.1. В настоящее время происходят коренные изменения в сфере высоких технологий, микромеханики и других областях человеческой деятельности, связанных с фундаментальными и прикладными исследованиями, конструированием и практическим использованием материалов, устройств и средств измерений объектов, элементы которых имеют размеры менее 100 нм. Информация (от лат. «Informatio») - это знания, сведения, сообщения, являющиеся</p>

	<p>объектом хранения, преобразования, передачи и помогающие решать поставленные задачи.</p> <p>Тема 5.2. Информационные технологии (ИТ, от англ. information technology, IT) - широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям управления и обработки данных, в том числе, с применением вычислительной техники. В последнее время под информационными технологиями чаще всего понимают компьютерные технологии. В частности, информационные технологии имеют дело с использованием компьютеров и программного обеспечения для хранения, преобразования, защиты, обработки, передачи и получения информации. Специалистов по компьютерной технике и программированию часто называют ИТ-специалистами.</p> <p>Тема 5.3. Основные черты современных информационных технологий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - компьютерная обработка информации по заданным алгоритмам; - хранение больших объёмов информации на машинных носителях; - передача информации на любые расстояния в ограниченное время. <p>Информационная технология формирует передний край научно-технического прогресса, создает информационный фундамент развития науки и всех остальных технологий. Развитие информационных технологий во всем мире объясняется возросшей интенсивностью информационных потоков вследствие развития процессов глобализации мировой экономики и становления информационного пространства. Управленческая деятельность нуждается в информационном обеспечении, так как обработка информации для принятия управленческих решений и выработки управляющих воздействий занимает достаточно много времени.</p> <p>Тема 5.4. Нанотехнологии в информационных технологиях Человечество во все времена стремилось улучшить условия своего существования. Теперь большинство из нас уже не может представить себе жизнь без современных благ цивилизации, достижений науки, техники, медицины. Следующим шагом в этом развитии станет освоение нанотехнологий, в частности, систем очень малого размера, способных выполнять команды людей. В настоящее время нанотехнологиям уделяется большое внимание - создаются исследовательские институты, развернута подготовка специалистов. В США этими вопросами занимаются такие известные фирмы, как Intel, MEMS Industry Group, Sandia National Labs. Рассматриваемый круг вопросов - от ручки без разбрызгивания чернил до беспроводной передачи данных, оптических устройств управления оружием и миниспутников. Агентство перспективных разработок МО США реализует программу "Умная пыль", направленную на создание сверхминиатюрных устройств, способных генерировать энергию, проводить мониторинг окружающей среды, накапливать и передавать информацию. Очень значимое достижение в области нанотехнологий - создание ядра операционной системы.</p>
Раздел 6.	<p>Тема 6. Основные гетерогенные процессы формирования наноструктурированных объектов</p> <p>Тема 6.1. Особенности гетерогенных процессов.</p> <p>Под гетерогенными процессами понимают технологические процессы, происходящие на границе раздела фаз и формирующие гетерогенные системы. Гетерогенная система представляет собой термодинамическую систему, состоящую из различных по физическим и химическим свойствам частей или фаз, которые отделены друг от друга поверхностями раздела. Каждая из фаз при этом гомогенна и ее поведение подчиняется законам термодинамики.</p> <p>Тема 6.2. Химические гетерогенные процессы.</p> <p>Многие гетерогенные процессы не связаны с химическими реакциями и основаны только на физико-химических явлениях. Химические гетерогенные процессы включают в качестве этапа химические реакции, которые идут в одной из фаз после перемещения туда реагентов или на поверхности раздела фаз. На гетерогенные равновесия влияют температура, давление, концентрации реагентов и продуктов реакции. Равновесие гетерогенных процессов определяется константой равновесия химических реакций, законом распределения компонентов между фазами и правилом фаз. Равновесные концентрации компонентов в соприкасающихся фазах определяются законом распределения вещества, который</p>

	<p>устанавливает постоянное соотношение между равновесными концентрациями вещества в двух фазах системы при определенной температуре. Гетерогенные процессы</p> <p>Тема 6.3 Свойства гетерогенных процессов</p> <p>Механизм гетерогенных процессов сложнее гомогенных, так как взаимодействию реагентов, находящихся в разных фазах, предшествует их доставка к поверхности раздела фаз и массообмен между фазами. Поэтому скорость гетерогенных некаталитических процессов, как правило, меньше скорости гомогенных процессов. Массообмен между фазами осуществляется с помощью диффузии и характеризуется коэффициентом массообмена где D — коэффициент диффузии, δ - толщина пограничного слоя. Для расчета β, который служит описательной характеристикой и для более сложных механизмов переноса, используют критериальные уравнения. $\beta = D/\delta$ в период протекания гетерогенного процесса.</p>
Раздел 7.	<p>Тема 7 Методы и средства измерений, исследований и изучения физико-химических свойств нанобъектов и систем</p> <p>Тема 7.1. Назначение и состав</p> <p>Под гетерогенными процессами понимают технологические процессы, происходящие на границе раздела фаз и формирующие гетерогенные системы. Гетерогенная система представляет собой термодинамическую систему, состоящую из различных по физическим и химическим свойствам частей или фаз, которые отделены друг от друга поверхностями раздела. Каждая из фаз при этом гомогенна и ее поведение подчиняется законам термодинамики.</p> <p>Тема 7.2. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ).</p> <p>МЛЭ – технологический процесс эпитаксиального выращивания слоев, кристаллическая решетка которых повторяет решетку подложки. С помощью технологии МЛЭ выращивают гетероструктуры заданной толщины с моноатомногладкими гетерограницами и заданным профилем легирования. Следует отметить, что эпитаксия – это один из важнейших технологических процессов при создании микро- и наноструктур.</p> <p>Тема 6.3.. Формирование структур на основе коллоидных растворов</p> <p>Коллоидные растворы или золи представляют собой жидкие системы с частицами дисперсной фазы или мицеллами перемешивающимися свободно и независимо в процессе броуновского движения. Размер частиц лежит в пределах 10 – 100 нм, сами частицы могут располагаться относительно друг друга ближе, чем на диаметр частицы. Метод формирования упорядоченных наноструктур непосредственно из наночастиц, сформированных в коллоидных растворах, дает возможность в широких пределах варьировать размеры частиц, а также изменять электронные свойства частиц.</p> <p>Тема 6.4. Золь-гель-технология</p> <p>Золь-гель-технология – представляет собой технологический процесс получения материалов, с определенными химическими и физико-химическими свойствами, включающий получение золя и перевод его в гель. В общем случае, золь-гель-технология на свойстве золя или коллоидного раствора и представляют собой структурированные системы с жидкой дисперсионной средой. Этим методом могут быть синтезированы нанокompозиты на основе керамики гетерометаллического типа и др.</p>
Раздел 8.	<p>Тема 8. Физические принципы построения технических средств исследования наноструктур</p> <p>Тема 8.1. Особенности применения средств диагностики наноструктур</p> <p>Современное развитие физики и технологии твердотельных наноструктур, проявляющееся в непрерывном переходе топологии элементов электронной техники от субмикронных к нанометровым размерам, потребовало разработку новых и совершенствование уже существующих средств и методов диагностики, а также создание образцов оборудования для анализа свойств и процессов в</p>

	<p>наносистемах. Сегодня существует огромное количество типов и видов средств диагностики. Для исследования наноструктур, получения наноразмерных систем и новых наноструктурных материалов с заданными свойствами, необходимо по-новому решать задачи исследования наноструктуры. Для этого требуется изменение традиционных методов, а также создание и развитие совершенно новых средств и методов, процессов присущих объектам нанометрового масштаба.</p> <p>Тема 8.2. Методы электронной спектроскопии</p> <p>Для химического анализа фотоэлектронной микроскопии, фотолюминесценции, которые в настоящее время активно развиваются с перспективами существенного повышения разрешающей способности используемых средств. Известно, что человек способен разглядеть объекты размером приблизительно 0.1 мм. С точки зрения физиологии глаз это простая оптическая система. В 1873 г. было сформулировано правило оптических систем, согласно которому минимальные размеры различаемых деталей рассматриваемого объекта, не могут быть меньше, чем длина волны света (400 нм). Разрешающая способность оптических микроскопов составляет приблизительно 200 нм. Поэтому возникла необходимость в создании систем с более высокой разрешающей способностью, а следовательно с видеосистемами, используемых меньшие длин волн, что и привело к созданию электронных микроскопов.</p> <p>Тема 8.3. Средства электронной микроскопии</p> <p>В настоящее время используются определенный комплекс методов диагностики наноструктур, среди них целесообразно выделить наиболее распространенные – все разновидности средств электронной микроскопии высокого разрешения. Это исторически первый прибор и метод реально обеспечивающий визуализацию структуры объектов с атомным разрешением.</p> <p>Тема 8</p> <p>4. Назначение и свойства сканирующей электронной микроскопии. Сканирующий электронный микроскоп который вплотную приближается по разрешению к атомному уровню, сохраняя возможность получения информации о физических, химических, электрических и др. свойствах исследуемых нанообъектов.</p>
Раздел 9.	<p>Тема 9 Основы электронной микроскопии. Методы исследования.</p> <p>Тема 9.1. Основные характеристики ЭМ</p> <p>Для изучения свойств нанообъектов ученые используют электронные микроскопы разных типов. Электронный микроскоп дает возможность получать сильно увеличенное изображение объектов, для освещения которых используются электроны. Некоторые электронные микроскопы позволяют увеличивать изображения до 2 млн. раз. В общем случае электронные микроскопы разделяются на два больших класса по методу применения: просвечивающие электронные микроскопы (ПЭМ) и сканирующие электронные микроскопы (СЭМ), также отдельным классом представлены сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ) и другие.</p> <p>Тема 9.2. Основные преимущества электронных микроскопов.</p> <p>К основным свойствам микроскопов, прежде всего относятся: Увеличение микроскопа — это величина, которая указывает, во сколько раз больше выглядит изображение изучаемого объекта по сравнению с его реальным размером. Разрешение — способность оптического прибора измерять расстояние или угол между близкими объектами. Фотографию можно увеличить с помощью чрезвычайно мощных линз, но новых деталей на ней обнаружить не удастся. Дело в том, что увеличение уже полученного изображения не приводит к увеличению разрешения.</p> <p>Тема 9.3. Система классификации ЭМ</p> <p>Основы классификации электронных микроскопов - Для изучения свойств</p>

	<p>нанообъектов ученые используют электронные микроскопы разных типов: - в общем случае, электронные микроскопы разделяются на два больших класса по методу применения: просвечивающие электронные микроскопы (ПЭМ) и сканирующие электронные микроскопы (СЭМ), также отдельным классом представлены сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ) и другие. Основные различия между этими типами микроскопов заключается в том, что в ПЭМ электронный пучок пропускается через очень тонкие слои исследуемого образца, с толщиной менее 1 мкм (как бы просвечивая слои насквозь). В сканирующих микроскопах электронный пучок последовательно отражается от маленьких участков поверхности. Структура поверхности и ее характерные особенности могут быть при этом определены регистрацией отраженных или вторичных электронов, возникающих при взаимодействии пучка с поверхностью.</p> <p>Тема 9.4. Характеристика сканирующего электронный микроскоп (СЭМ) В сканирующем электронном микроскопе сфокусированный пучок электронов используется для сканирования поверхности тонких и толстых образцов. Полученные снимки дают визуальное представление о трехмерной структуре изучаемого объекта. Итоговое изображение складывается из точек, полученных благодаря последовательному сканированию многих мест поверхности изучаемого объекта. СЭМ обеспечивает увеличение от 10 до 100 000, что позволяет рассматривать детали объекта величиной до 5-10 нм. Изображение исследуемого объекта на экранах мониторов СЭМ представляется в черно-белом цвете. При этом, более светлые места наблюдаемого объекта соответствуют большему количеству отраженных электронов, а менее светлые — меньшему. Обычно образцы с помощью СЭМ изучают в условиях вакуума. Однако, чтобы они не сжимались и не изменяли форму под действием вакуума, их нужно тщательно подготовить специальным образом.</p> <p>Тема 9.5. . Просвечивающий электронный микроскоп</p> <p>В отличие от СЭМ, который способен анализировать только поверхность объекта, ПЭМ может заглянуть внутрь образца. Широкий пучок электронов проходит сквозь тонкий образец и образует картинку его внутреннего строения. Пучок электронов в ПЭМ фокусируется с помощью магнитных линз, как свет в оптическом микроскопе фокусируется с помощью стеклянных линз. ПЭМ похож на обычный оптический микроскоп, поскольку он может просвечивать только очень тонкие образцы. Причем на полученном изображении более темные места соответствуют большему поглощению электронов, а менее темные — меньшему. Многие биологические объекты состоят из углерода, азота, кислорода и водорода. Плотность их компонентов не настолько отличается, чтобы их можно было различить с помощью ПЭМ. В таких случаях биологи с помощью специальных химических процедур добавляют в образец краску с атомами тяжелых металлов, которые связываются с определенными атомами и молекулами и образуют четкое изображение.</p> <p>При этом, с помощью ПЭМ можно рассматривать объекты, в 1000 раз меньшие, чем объекты, доступные для просмотра с помощью оптического микроскопа, и в 500 000 раз меньшие, чем невооруженным глазом. Разрешение ПЭМ равно примерно 0,1—0,2 нм. Именно на таком расстоянии друг от друга находятся атомы в твердых телах.</p>
Раздел 10.	<p>Тема 10</p> <p>Тема 10.1. Основы механики и конструкций средств измерений наноструктурированных объектов</p> <p>Тема 10.1. Область применения наноструктурированных объектов</p> <p>Размеры нанообъектов находятся в диапазоне от 0,1 до 100 нм. Этот диапазон принято называть наномасштабом. Согласно проекту Технической спецификации ISO/DTS 12805 произведенные нанообъекты разделяют по признаку геометрической формы на три категории: частицы - объекты,</p>

имеющие три размера в наномасштабе; волокна - объекты, имеющие два размера в наномасштабе; пластины - объекты, имеющие один размер в наномасштабе.

Большинство нанообъектов имеет углеродную основу. Долгие годы считалось, что углерод может образовывать только две аллотропные кристаллические структуры - алмаз и графит. Аллотропия - существование одного и того же химического элемента в несхожих формах. Однако в последние годы были обнаружены еще две аллотропные формы углерода, имеющие большую перспективу использования в нанотехнологиях.

Тема 10.2. Свойства острейного зондового датчика.

Одним из объектов нанометрологии является острейный зондовый датчик, используемый в сканирующей зондовой микроскопии для исследования размеров и свойств поверхности нанообъектов. Датчик состоит из полупроводникового кристалла (чипа), гибкой консоли (собственно кантилевера) и твердотельного зонда (иглы). Обычно этот датчик называют кантилевером.

Геометрически зонд представляет собой иглу конической или призматической формы с углом при вершине 20 - 25° и высотой около 10 мкм. Наиболее важная характеристика зонда - радиус закругления острия r , значение которого обычно не более 1 - 25 нм. Величина радиуса r влияет на размеры области предельно достижимого разрешения. Сложность изготовления зонда существенно увеличивается с уменьшением радиуса острия.

Тема 10.3. Технические характеристики датчика наноперемещений

В качестве измерительных преобразователей в нанотехнологии используется датчик наноперемещений, представляющий собой совокупность механического элемента и транзистора. Механическим элементом является брусок (нанoeлектромеханическая переключка) из арсенида галлия, закрепленный с обоих концов. Размеры бруска: длина 3 мкм, ширина 250 нм, толщина 200 нм. Детектор перемещения - одноэлектронный транзистор - расположен на расстоянии 250 нм от бруска. Транзистор электрически соединен с бруском через емкость. Внешнее напряжение, приложенное к бруску, заставляет его вибрировать. При перемещении бруска относительно детектора изменяется ток, протекающий через транзистор.

Тема 10.4. Назначение датчика силы и массы

В датчике силы и массы в качестве первичного измерительного преобразователя использована однослойная углеродная нанотрубка диаметром 1 - 4 нм, расположенная между двумя золотыми электродами. Размеры канавки, через которую протянута нанотрубка: ширина 500 нм, длина 1,5 мкм. Большая упругость углеродной нанотрубки позволяет ей колебаться в широком диапазоне частот (от 3 до 200 МГц). Она может также работать в качестве транзистора, что позволяет определять частоту ее колебаний и смещение относительно положения покоя. Устройство работает в вакууме, поскольку на воздухе большое число молекул будет сталкиваться с нанотрубкой или даже абсорбироваться на ней. В зависимости от воздействия внешней силы на измерительный преобразователь он изменяет свое положение. Достигнутая чувствительность устройства позволяет измерять смещение в 0,5 нм.

Тема 10.5. Назначение и сфера применения зондового датчика

Зондовый датчик устройство, включающее твердотельный острейный зонд, гибкую пружинную консоль - кантилевер (англ. *cantilever* - консоль) и кристалл (держатель). В литературе это устройство нередко называют просто «кантилевером». Изгиб кантилевера с зондом регистрируется обычно с помощью отраженного лазерного пучка света и фотоприемника. Разрешающая способность сканирующих зондовых микроскопов определяется следующими параметрами кантилевера: радиус закругления острия иглы; высота иглы, аспектное соотношение иглы, характеризуемое углом конуса; у наиболее совершенных кантилеверов аспектное соотношение достигает величины 15:1. Для изготовления кантилеверов используются полупроводниковые пластины (например, КДБ-12: кремний p -типа ориентации {100}). Роль изолирующего слоя выполняет диоксид кремния SiO₂. Консоль кантилевера формируется электрохимическим травлением в

	<p>подогретом растворе щелочи КОН. В процессе травления заготовка медленно поднимается из раствора щелочи для получения конической (или призматической) формы иглы с острым концом.</p> <p>Промышленностью освоены в серийном производстве десятки видов конструкции кантиллеров. Они выпускаются с одной, двумя, тремя или четырьмя консолями. Консоль может быть в плане прямоугольной или треугольной, длинной или короткой, с покрытием или без покрытия. Радиус закругления иглы зонда - от 1 до 25 нм..</p>
--	---

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8					
1	Основные черты современных ИТ. Структурированность стандартов цифрового обмена данными алгоритмов	Анализ и оценка ресурсов, необходимых для управления информацией, ПО, необходимое для создания, хранения, управления, передачи и поиска информации	6	2	1
2	Исследование поверхности методом атомно-силовой микроскопии	Проведение внешнего осмотра и подготовка СЗМ к работе в режиме атомно-силовой микроскопии	6	2	2
3	Исследование поверхности методом атомно-силовой микроскопии	Проведение внешнего осмотра и подготовка СЗМ к работе, подготовка образца к исследованию	6	4	7
4	Исследование поверхности методом атомно-силовой микроскопии	Обработка результатов исследования образца и анализ результатов измерений	6	4	11
Семестр 9					
5	Подготовка электронного микроскопа и функциональных блоков (узлов) к работе в основных рабочих режимах	Порядок и последовательность включения и выключения СЗМ мод. Solver PRO-M	3	2	8
6	Организация проведения поверки сканирующих зондовых микроскопов	Порядок и последовательность проведения поверки эл. микроскопа мод. Solver PRO-M	7	7	10
7	Организация проведения калибровки сканирующих зондовых микроскопов	Порядок проведения калибровки эл. микроскопа мод. Solver PRO-M	6	6	8
Всего			34		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
-------	---------------------------------	---------------------	---------------------------------------	----------------------

Учебным планом не предусмотрено			
	Всего		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час	Семестр 9, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	74	37	37
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	14	7	7
Домашнее задание (ДЗ)	50	25	25
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	5	5
Всего:	148	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://www.booktech.ru/books/nanotehnologii	Физические основы микро- и нанoeлектроники, Дурнаков А.А., /учебное пособие/, УрФУ, 2020, -252 с.	
https://obuchalka.org/knigi-po-nanotehnologiyam	Физические основы нанотехнологий и наноматериалы, Смирнов В.И. /учебное пособие/, Ульяновск, УлГТУ, 2017, 240 с.	
https://obuchalka.org/knigi-po-nanotehnologiyam	Базовые технологии микро- и нанoeлектроники: Воротынцеv В.М., Скупов	

	В.Д., -М, , Проспект, 2017, -519 с.	
https://obuchalka.org/knigi-po-nanotehnologiyam	Материалы и методы нанотехнологий, Старостин В.В. /учебное пособие/, -М, Бином, 2016, -431с.	
https://obuchalka.org/knigi-po-nanotehnologiyam	Наноматериалы: учебное пособие/, Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури, - М, Бином, 2017, -343 с.	
https://obuchalka.org/knigi-po-nanotehnologiyam	Вычислительные нанотехнологии, Попов А.М., /учебное пособие/, Кно-Рус, 2017, - 126 с.	
https://znanium.com/catalog/product/1032129 (дата обращения: 07.09.2021). – Режим доступа: по подписке.	Исаев, С.В. Интеллектуальные системы : учеб. пособие / С.В. Исаев, О.С. Исаева. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. - 120 с. - ISBN 978-5-7638-3781-0.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://science.guap.ru	Научная и инновационная деятельность ГУАП
http://www.consultant.ru	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
http://www.garant.ru	Информационно-правовой портал «ГАРАНТ»
http://list-of-lit.ru/nano/nnotechnologii	Список литературы по нанотехнологии

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	52-51
2	Специализированная лаборатория «Название»	Территория ФБУ «Тест - С.-Петербург»

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Основные идеи и понятия нанотехнологий данные в работах Н. Танигучи.	ПК-5.3.1
2	В какой области промышленного производства впервые стали реализовывать идеи нанотехнологий	ПК-5.У.1
3	Идея лекции Э. Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения физики»?	ПК-6.3.1
4	Основные положения лекции, прочитанной Р. Фейнманом в 1959 г.	ПК-8.3.1
5	Основные понятия и определения в области нанотехнологий	ПК-8.3.1
6	Чем наноструктурированные материалы отличаются от классических материалов?	ПК-8.У.1
7	Основные особенности наноразмерных величин, их количественное значение.	ПК-2.3.1
8	Единицы измерения и наименования в области нанотехнологий	ПК-5.3.1
9	Линейные размеры особей животного мира и искусственных объектов в сравнительных значениях нанотехнологий	ПК-5.У.1
10	Основные события истории развития нанотехнологий в период с 400 г. до н.э. по 1959 г.	ПК-6.3.1
11	Основные события истории развития нанотехнологий в период с 1959 по н/в.	ПК-8.3.1
12	Разные подходы к научному определению термина «нанотехнология»	ПК-8.У.1
13	О работах Ж.И. Алферова в области нанотехнологий	ПК-2.3.1
14	Основные идеи Э. Дрекслера о роле нанотехнологий в развитии современного общества, изложенные в книге «Машины созидания»	ПК-5.3.1
15	Основные оценки ожидаемых параметров наномеханических устройств.	ПК-5.У.1
16	Характеристика и принцип работы наноустройства в живых организмах (на	ПК-6.3.1

	примере молекулы «АТФ Синтаза»).	
17	Углерод в природе, в чем заключается его особая роль?	ПК-8.3.1
18	Простейшие конструкции приборов и узлов отдельных различных наноустройств	ПК-8.У.1
19	Возможные пути применения приборов и машин МНТ	ПК-2.3.1
20	Принципы самоорганизации, присущие наиболее распространенным объектам нанотехнологий	ПК-5.3.1
21	Принципы самосборки, присущие наиболее распространенным объектам нанотехнологий	ПК-5.У.1
22	Использование самоорганизации в НТ. Основные свойства самоорганизующихся систем	ПК-6.3.1
23	Наноматериалы, наименования, назначение, основные определения, какие объекты к ним относятся?	ПК-8.3.1
24	Основные типы наноматериалов, разделение по признакам измерений и размерности	ПК-8.У.1
25	Основы классификации и типы структур наноматериалов	ПК-2.3.1
26	Основные категории наноматериалов	ПК-5.У.1
27	Особенности свойств наноматериалов, направления их использования	ПК-6.3.1
28	Основные области применения объектов наноструктурных объектов	ПК-8.3.1
29	Краткая характеристика конструкционных, инструментальных и износостойких материалов	ПК-8.У.1
30	Назначение, краткая характеристика электронного микроскопа	ПК-2.3.1
51	Физические принципы действия методов и средств масс-спектрометрии	ПК-5.У.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	1. Развитие сферы нанотехнологий в стране и за рубежом. Начало вопроса: В какой период времени человечество стало применять продукты нанотехнологий: - в период до нашей эры; - во II веке н/э; - в XVIII в.; - в XIX веке.	ПК-2.3.1
	2. Начало вопроса: Что послужило приоритетом в развитии нанотехнологий: - создание периодической таблицы химических элементов;	ПК-5.3.1

	<p>- открытие квантовой механики,;</p> <p>- открытие атомной модели строения вещества;</p> <p>экспериментальное подтверждение идеи атомно-молекулярной теории</p> <p>3.Начало вопроса: назовите размерность нанометрового диапазона: - 10^{-3}м; - 10^{-5} м; - 10^{-6} м; - 10^{-10} м; - 10^{-7} м; - 10^{-9}м</p> <p>4. Начало вопроса: Величина 1 нм (для наглядности) во сколько раз меньше толщины человеческого волоса: - в 1000 раз; - в 10 тыс. раз; - в 100 тыс. раз; - в 200 тыс. раз</p> <p>5.Начало вопроса: Что такое «нано». Место наноразмерных объектов в окружающей среде, какие наноразмерные объекты попадают в нанодиапазон и примерная их размерность (для сравнения): - размерность биоклетки; - толщина человеческого волоса; - кишечная палочка; - мин. Размер элемента БИС; - размерность вируса; - диаметр атома водорода.</p> <p>6. Кого из известных ученых можно считать основоположником развития нанотехнологий как науки Начало вороса: - Э. Шредингер; - Ф.Картер; - Н. Танигучи; - Э. Дрекслер; - Р. Фейнман; - Ж. Алферов</p> <p>7. Исследование микро- и наноструктур. . Начало вопроса: Какие методы диагностики наиболее распространены для исследования физических параметров и характеристик нанообъектов: - электронная микроскопия высокого разрешения; - отражательная электронная микроскопия; - микроскопия медленных электронов.; - оптическая микроскопия.</p> <p>8. Важнейшие технологические достижения во второй половине двадцатого столетия. Начало вопроса: Что способствовало, в наибольшей степени, интенсивному развитию нанотехнологий в стране и за рубежом? Начало вопроса: - технология создания электровакуумных приборов; - создание микромодульных элементов; - создание интегральных печатных плат; - создание полупроводниковых элементов электронной техники.</p> <p>9. Физическая сущность закона Гордона Мура. Начало вопроса: В чем заключается смысл эмпирического закона Мура? - объяснят принцип получения черно-белого изображения кадра телевизора; - закон объясняет принцип функционирования оптоволоконного элемента; - предельные границы быстродействия компьютера; - предельное число размещения транзисторов на печатной плате компьютера.</p> <p>10. Средства измерения для исследования наноструктур. Начало вопроса: В чем заключается основные достоинства электронного микроскопа? - улучшены весовые и габаритные характеристики приборов, - возможность цифрового представления результатов анализа; - более совершенная, по сравнению с оптическим микроскопом, система получения изображения наблюдаемого объекта; - возможность получения более разнообразной информации об объекте; - пределы увеличения исследуемого объекта.</p> <p>11. Основные параметры и характеристики микроскопов. Начало вопроса: Назовите предельные значения характеристики увеличения оптического микроскопа:</p>	<p>ПК-6.3.1</p> <p>ПК-5.3.1</p> <p>ПК-5.3.1</p> <p>ПК-2.3.1</p> <p>ПК-5.3.1</p> <p>ПК-6.3.1</p> <p>ПК-5.3.1</p> <p>ПК-2.3.1</p>
--	---	---

	<p>- 100 раз; - 200 раз; - 400 раз; - 700 раз; - 1000 раз; - 1500 раз</p> <p>12. Основные параметры и характеристики микроскопов. Начало вопроса: Предельные значения увеличения электронного микроскопа:</p> <p>- 1000 раз; - 2000 раз; - 5000 раз; - 8000 раз; - 1млн. раз; - 2 млн. раз</p> <p>13. Основные параметры и характеристики микроскопов. Начало вопроса: Чем определяется разрешающая способность оптического микроскопа:</p> <p>- уровнем освещенности рабочей линзы; - величиной фокусного расстояния; - совершенством отклоняющей системы; - длиной волны света.</p> <p>14. Основные параметры и характеристики микроскопов. Начало вопроса: Чем определяется разрешающая способность электронного микроскопа:</p> <p>- конструкцией системы изображения микроскопа; - устройством электронной пушки, - системой считывания результатов обработки измерений; - расстоянием пролета электрона; - скоростью пролета электрона.</p> <p>15. Преимущества электронного микроскопа. Начало вопроса: Чем объясняется высокая разрешающая способность электронного микроскопа:</p> <p>- геометрическими размерами рабочей зоны; - использованием электронного потока вместо светового потока; - длиной волны электрона.</p> <p>16. Основные параметры и характеристики электронных микроскопов. Начало вопроса: От чего зависит величина волны электронного потока в микроскопе:</p> <p>- габариты рабочей зоны; - величиной напряжения на аноде; - конструкцией системы изображения микроскопа; - архитектуры отклоняющей системы микроскопа</p> <p>17. Какая серия стандартов в настоящее время является основной для стандартов из области ИТ?</p> <p>a. серия 25000; b. серия 9000; c. серия 14000; d. серия 16000.</p> <p>18. Выделите два основных стандарта в области ИТ.</p> <p>a. 12207:1995; b. 19760:2003; c. 16326:1999; d. 90003:2004; e. 15288:2002.</p> <p>19. Назовите аббревиатуру международного союза электросвязи:</p> <p>a. IEEE; b. IEC; c. ITU; d. ISO.</p> <p>20. Укажите аббревиатуру, обозначающую термин «Всеобщий менеджмент</p>	<p>ПК-5.3.1</p> <p>ПК-2.3.1</p> <p>ПК-6.3.1</p> <p>ПК-2.3.1</p> <p>ПК-2.3.1</p> <p>ПК-6.3.1</p>
--	--	---

	качества». <ul style="list-style-type: none"> a. TQC; b. MBQ; c. UQM; 	
--	--	--

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Лекции согласно разделам (табл.3) и темам (табл. 4).

- Учебное пособие по освоению лекционного материала имеется в изданном виде:

- Сканирующая микроскопия: /Учебное пособие/ Т.П. Мишура, А.Г. Грабарь , - СПб.; ГУАП, 2016, - 107 с.
- Наноматериалы и технологии: / Учебное пособие/ Т.П. Мишура, А.Г. Грабарь , - СПб.; ГУАП, 2015, - 107 с.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Обязательно для заполнения преподавателем

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Обязательно для заполнения преподавателем

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой