

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.04.2023 15:37:04

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Metal-carbon nanocomposites/Металлугле-родные КОМПОЗИЦИОННЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Nanotechnology and Materials for Micro- and Nanosystems/Нанотехнологии,  
материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 1

аудиторные занятия

32

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дтн, профессор, Козлов Владимир Валентинович*

Рабочая программа

**Metal-carbon nanocomposites/Металлугле-родные композиционные наноматериалы**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.04.01-МНТМ-22-2А.plx Nanotechnology and Materials for Micro- and Nanosystems/Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, Nanotechnology and Materials for Micro- and Nanosystems/Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра технологии материалов электроники**

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Костишин Владимир Григорьевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	The purpose of this module is to prepare specialists to engineering and research activity in the field metal-carbon nanocomposites for creating nanodevices with controllable parameters.
1.2	This module forms ability to define property of substance in a nanocrystalline state (structure; electronic nanocrystal structure; electric, magnetic, optical and mechanical properties); ability to define substance properties as a function of various parameters taking into account quantum-size effect in a nanocrystalline state.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Modern methods of structural characterisation of micro- and nano-systems/Современные методы диагностики и исследования материалов, нано- и микросистем	
2.2.2	Photovoltaic materials / Материалы фотовольтаики	
2.2.3	Physics & Engineering of magnetic nanomaterials, micro- and nanosystems / Физика и инженерия магнитных материалов, микро- и наносистем	
2.2.4	Research practice/Научно-исследовательская практика	
2.2.5	Synthesis of nanomaterials and heterostructures / Методы синтеза наноматериалов и гетероструктур	
2.2.6	Technology and Materials of Quantum Electronics / Технологии и материалы квантовой электроники	
2.2.7	Методы исследования материалов	
2.2.8	Технологии получения материалов	
2.2.9	Embedded systems and software engineering / Проектирование и программное обеспечение встроенных систем	
2.2.10	Material Selection / Выбор материалов	
2.2.11	Methods of mathematical modeling / Методы математического моделирования	
2.2.12	Micro and nano sensors/ Микро- и наносенсоры	
2.2.13	Simulation methods/ Моделирование и проектирование микро- и наносистем	
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-4: Способен формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31 kinetic regularities, mathematical thermodynamics methods for calculating processes of nanomaterial synthesis; defining and calculating parameters of nanoparticle synthesis of quasiequilibrium, diffusive and kinetic stages	
<b>ПК-1: Способен разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 the main substance types in a nanocrystalline state and their properties (structure; electronic structure of nanocrystals; electric, magnetic, optical, mechanical properties); the nanoparticle physical and chemical theory; kinetic regularities for calculating nanomaterial synthesis	
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-1-31 the theory of a solid with use of quantum mechanics for describing a substance in a nanocrystalline state; features of substance physical and chemical properties in a nanocrystalline state	
<b>ПК-4: Способен формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1 to calculate and choose process parameters for obtaining nanomaterials; to carry out collecting, processing, analyzing and systematizing scientific and technical information	

<b>ПК-1: Способен разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 to determine property regularities taking into account quantum-size effect in a nanocrystalline state
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 to define substance properties in a nanocrystalline state (structure; electronic structure of nanocrystals; electric, magnetic, optical and mechanical properties)
<b>ПК-4: Способен формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 the analysis and the solution of problems for property optimization in a nanocrystalline state
<b>ПК-1: Способен разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 methods and processes of nanoparticle synthesis and also solutions of theoretical and practical problems of nanoparticle synthesis
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 experience of choosing, basing and calculating for process realization

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Perspective properties of substances in a nanocrystalline state</b>							
1.1	Features of regularities for physical properties of substance in a nanocrystalline state with using the theory of a solid and quantum mechanics (structure; quantum-size effect; electric, magnetic, optical and mechanical properties) /Лек/	1	5	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р1
1.2	Calculate a band gap for polymer solutions by using UV-Vis spectra /Пр/	1	5	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	Р2
1.3	Property peculiarity for metal nanoparticles /Ср/	1	25	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л3.2 Л1.1Л2.1Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ3	Р3
	<b>Раздел 2. Diffusion and kinetic processes for nanomaterial synthesis reactions</b>							

2.1	Kinetic regularities for calculating nanomaterial synthesis processes; the determination of synthesis parameters (quasiequilibrium, diffusion and kinetic stages). /Лек/	1	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р1
2.2	The characterization of metal, polymer and carbon nanostructures by using an UV spectroscopy, an electron microscopy, and an X-ray /Пр/	1	6	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л3.2 Л1.1Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	Р2
2.3	Formation of FeNi3/C Nanocomposite from Fe and Ni Salts and Polyacrylonitrile Under IR-Heating /Ср/	1	26	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л2.1Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ3	Р3
<b>Раздел 3. The control methods of nanoparticle synthesis</b>								
3.1	Defining the properties of nanostructures by using X-ray, electronic microscopy, differential scanning calorimetry, UV- and Vis-spectroscopy, thermogravimetric analyses. /Лек/	1	5	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1Л2.1Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р1
3.2	Studying materials by using thermogravimetric analysis /Пр/	1	5	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л3.2Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	Р2
3.3	A Novel Functional Material Based on Carbon Nanotubes Modified by Copper Nanoparticles /Ср/	1	25	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л2.1Л3.2Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ3	Р3

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Test	УК-1-31	Nanotechnology advantages. Using Ag Nanoparticles for Low-Temperature Welding Nanomaterial applications. The Electromagnetic shield based on FeNi3/PAN nanocomposite Quantum heterostructure properties Quantum dots (QD), 0D-structures Quantum wires (QWr), 1D-structures Quantum wells (QW), 2D-structures Quantum-size effect Nanotechnology methods up-down and down-up Methods for studying nanomaterials Catalysts based on nanomaterials. FeNi3/C nanocomposite for growing carbon nanotubes

КМ2	Test	ПК-1-31	<p>Cu/C nanocomposite catalyst in the reaction of methanol oxidation</p> <p>Kinetics for FeNi<sub>3</sub>/C nanocomposite synthesis under IR heating</p> <p>The mechanism of carbon nanotube growth by using CO</p> <p>The mechanism of carbon nanotube growth by using CH<sub>4</sub></p> <p>Method of synthesizing Carbon Nanocrystalline Material under IR heating</p> <p>The properties of polymer and metal salt solutions</p> <p>The IR-heating synergetic effect for organic materials</p> <p>Chemical polymer transformations under IR heating</p> <p>Structure Polyacrylonitrile Transformations under IR Heating</p> <p>Polymer after an IR-heating</p>
КМ3	Test	ПК-4-31	<p>Metal-polymer nanocomposite synthesis under the IR heating</p> <p>The temperature dependence of carbon nanocrystalline material and Me/C nanocomposite conductivity</p> <p>Visible and ultraviolet spectroscopy for studying nanomaterial. The Beer-Lambert-Bouguer Law</p> <p>UV-Visible absorption spectra. Polyacrylonitrile UV-Vis spectrometry</p> <p>The microcapsuling method for synthesizing nanomaterials</p> <p>Synthesis of microspheres</p> <p>Thermogravimetric analysis</p> <p>Template method for synthesizing nanomaterials</p> <p>Synthesizing new functional material based on carbon nanotubes modified by Cu nanoparticles</p> <p>The transformations in the CuAc-CNT system under the IR heating</p> <p>Determining atomic structures. Bragg's law.</p>

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Practical work №1. Calculate a band gap for polymer solutions by using UV-Vis spectra	УК-1-У1;УК-1-В1	Preparing a polymer solution. Studying dissolving polymer. Defining a chemical bond between the polymer and the solvent. Recording a UV-Vis spectrum. Calculating an energy gap for polymer solutions from a UV-Vis spectrum.
P2	Practical work №2. The characterization of metal, polymer and carbon nanostructures by using an UV spectroscopy, an electron microscopy, and an X-ray	ПК-1-У1;ПК-1-В1	Properties of polymer. Polymer stabilizes metal nanoparticles in nanocomposites. Defining a functional group in a polymer by using UV spectroscopy. Calculating the metal size of nanoparticles by using an X-ray method.
P3	Homework №1. Property peculiarity for metal nanoparticles	ПК-4-У1;ПК-4-В1	Nanoparticle properties. Electrical conductivity as a function of a metal nanoparticle size in a nanocomposite. Studying nanocomposite conductivity versus metal nanoparticle size.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

No exam is provided for this course.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

To pass the test a student has to complete all practical works and homeworks. The mark is set as the arithmetic mean of the sum of marks for practical works and homeworks.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.2. Дополнительная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Горелик С. С., Дашевский М. Я.	Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учебник для студ. вузов по напр. 'Материаловедение и технология новых материалов', 'Материаловедение, технологии материалов и покрытий'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2003

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Неверова О. А., Гореликова Г. А., Позняковский В. М.	Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник	Электронная библиотека	Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007
Л3.2	Коршунов Н. М., Борисова Л. В., Горелик А. П., Синатрова О. Г., Гришин А. В., Коршунов Н. М.	Участие прокурора в гражданском судопроизводстве: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Юнити, 2012
Л3.3	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2002

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	nano	<a href="https://nano.nature.com">https://nano.nature.com</a>
Э2	SpringerMaterials	<a href="https://materials.springer.com">https://materials.springer.com</a>
Э3	Royal Society of Chemistry	<a href="https://pubs.rsc.org/en/journals">https://pubs.rsc.org/en/journals</a>
Э4	ScienceDirect	<a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a>
Э5	Scopus	<a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	ANSYS Academic Research CFD
П.3	Физическая химия

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Nano ( <a href="https://nano.nature.com">https://nano.nature.com</a> )
И.2	SpringerMaterials ( <a href="https://materials.springer.com">https://materials.springer.com</a> )
И.3	Royal Society of Chemistry ( <a href="https://pubs.rsc.org/en/journals">https://pubs.rsc.org/en/journals</a> )
И.4	ScienceDirect ( <a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a> )
И.5	Scopus ( <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a> )

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
----------------------	--	--

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

For course studying firstly student should learn the lesson topic using the literature shown in the Content sector.