

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 04.09.2025 11:05:10  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова



« 5 » октября 2020 г.

М.П.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Гибридные нанокompозиты в нанотехнологии»**

Направление подготовки – 28.04.03 «Нanomатериалы»

Направленность (профиль) - «Инженерия наноматериалов для сенсорики»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

**Компетенция ПК-1** «Способен проводить экспериментальные исследования, участвовать в разработке современных технологических маршрутов и процессов по производству изделий сенсорики» сформулирована на основе профессионального стандарта **40.006** «Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»

**Обобщенная трудовая функция С[7]** Осуществление технического руководства проектно-изыскательскими работами при проектировании объектов, ввод в действие и освоение проектных мощностей

**Трудовая функция - С/01.7** Организация выполнения научно-исследовательских работ в соответствии с тематическим планом отдела (отделения)

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ГНвНт Способен самостоятельно осуществлять поиск научно-практической информации в области разработки методов нанокompозитных и гибридных материалов	– Исследование свойств наноматериалов и изделий на их основе с помощью современных методов анализа – Самостоятельное планирование, систематизация и анализ результатов научно-исследовательской работы – Поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной и патентной поддержки проводимых исследований	<b>Знает</b> , каким образом самостоятельно осуществлять поиск научно-практической информации в области разработки методов нанокompозитных и гибридных материалов <b>Умеет</b> применить свои навыки и знания для решения практических задач <b>Имеет опыт</b> деятельности при решении задач в области разработки методов синтеза нанокompозитных и гибридных материалов, основанный на предварительной обработке графических изображений или табличных данных для получения свойств конкретного материала, с дальнейшим применением данного свойства в решении задач

**Компетенция ПК-3** «Способен разрабатывать и обеспечивать процессы жизненного цикла изделий сенсорики» сформулирована на основе профессионального стандарта **40.005** «Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них»

**Обобщенная трудовая функция С[7]** Процессы жизненного цикла продукции

**Трудовые функции: С/02.7** Планирование разработки продукции в части, касающейся контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов, а также их разработки и выбора

**С/07.7** Освоение нового оборудования, обеспечивающего выполнение операций контроля, измерения свойств (инженерных, технологических, эксплуатационных) и испытания материалов

**С/08.7** Разработка и внедрение новых методик контроля, измерения и испытания, а также разработки и выбора материалов

<b>Подкомпетенции, формируемые в дисциплине</b>	<b>Задачи профессиональной деятельности</b>	<b>Индикаторы достижения подкомпетенций</b>
ПК-3.ГНвНт Способен самостоятельно осуществлять поиск научно-практической информации в области исследования состава и свойств нанокompозитных и гибридных материалов	– Исследование свойств наноматериалов и изделий на их основе с помощью современных методов анализа – Самостоятельное планирование, систематизация и анализ результатов научно-исследовательской работы – Поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной и патентной поддержки проводимых исследований	<b>Знания</b> принципов проведения аналитических обзоров литературы и систематизации полученных данных в области современных и перспективных материалов на основе нанокompозиционных и гибридных материалов для создания сенсорных устройств <b>Умение</b> обосновывать перспективность использования и формирования наноструктурированных слоев кремния и нанокompозитных структур металл-диэлектрик для создания функциональных структур в сенсорике <b>Опыт</b> разработки доклада в области современных и перспективных материалов на основе нанокompозитных и гибридных материалов для создания сенсорных устройств Выбирает и участвует в разработке новых методик контроля и измерения свойств наоматериалов

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, является элективной.

Входные требования к дисциплине:

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях приобретенных студентами при изучении дисциплин бакалавриата – «Математика», «Химия», «Физика». Формируемые в процессе изучения дисциплины компетенции в дальнейшем углубляются выполнением индивидуальных заданий НИР и практики и служат основой для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	4	144	16	8	24	96	ЗаО

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Композиционный материал. Введение в предмет	4	9	4	30	Опрос Защита лабораторных работ
2. Виды композиционных материалов. Свойства	4	9	-	30	Опрос
3. Полимерные нанокompозиты. Органические-неорганические гибридные пористые материалы	4	4	4	20	Опрос Защита лабораторных работ
4. Применение гибридных нанокompозитов. Наноматериалы	4	2	-	16	Защита индивидуальных заданий

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Композиционный материал, композит. Нанокompозит. Матрица (дисперсионная среда). Наполнители (дисперсная фаза). Классификация композиционного материала. Классификация композиционного материала по назначению. Композиционные материалы с металлической матрицей. Композиционные материалы с полимерной матрицей.

2	2	2	Виды композиционных материалов. Волокнистые композиты. Слоистые композиты. Дисперсно-упрочненные композиты
3	3	2	Полимерные нанокompозиты. Классификация и особенности свойств полимерных композиционных материалов. Размер и форма дисперсных частиц в ПКМ. Поколения гибридных нанокompозитных материалов на основе проводящих органических полимеров. Применение гибридных нанокompозитов

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	2	Правило смесей.
	2-3	4	Эффективность упрочнения композиционных материалов.
2	4, 5	4	Расчет электропроводности композиционного материала Прочностные свойства волокнистых композитов при сжатии, растяжении и изгибе.
	6	2	Пористые матрицы. Пористость. Удельная поверхность.
3	7	2	Органические-неорганические гибридные пористые материалы.
	8	2	Цеолиты. Аэрогели.
4	9	2	Наноматериалы. Методы синтеза наноматериалов.

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Формирование силицидов никеля в пористом кремнии
3	2	4	Исследование фотонно-кристаллических свойств нанокompозитных структур металл-диэлектрик

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	6	Подготовка к практическим занятиям
	4	Подготовка к лабораторным работам
	2	Подготовка к опросам по модулям
2	6	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	6	Подготовка к практическим занятиям
	2	Подготовка к опросам по модулям
3	6	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	6	Подготовка к практическим занятиям
	4	Подготовка к лабораторным работам
	2	Подготовка к опросам по модулям
4	6	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	2	Подготовка к опросам по модулям
	18	Выполнение индивидуального практико-ориентированного задания. Подготовка к защите (презентация и доклад).

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены*

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

#### **Модуль 1** «Композиционный материал. Введение в предмет»

✓ Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям, подготовка к лабораторным работам, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью лекций к модулю №1, лабораторного практикума №1, материалов для самостоятельной работы студентов.

#### **Модуль 2** «Виды композиционных материалов. Свойства»

✓ Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью лекций к модулю №2, материалов для самостоятельной работы студентов.

**Модуль 3** «Полимерные нанокомпозиты. Органические-неорганические гибридные пористые материалы»

✓ Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям, подготовка к лабораторным работам, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью лекций к модулю №3, лабораторного практикума №2, материалов для самостоятельной работы студентов.

#### Модуль 4 «Применение гибридных нанокomпозитов. Наноматериалы»

✓ Подготовка и выполнение практико-ориентированного индивидуального задания

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Литература

#### Литература

1. Золь-гель технология микро- и нанокomпозитов : учебное пособие / В. А. Мошников, [и др.]; под редакцией О. А. Шиловой. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 304 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/12940> (дата обращения: 06.04.2020). - ISBN 978-5-8114-1417-8
2. Введение в нанотехнологию : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1318-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168460> (дата обращения: 10.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149303> (дата обращения: 10.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Synthesis and Characterization of Amorphous and Hybrid Materials Obtained by Sol-Gel Processing for Biomedical Applications / Catauro Michelina, Bollino Flavia // Biomedical Science, Engineering and Technology / Edited by Dhanjoo N. Ghista. - Springer, 2012. - URL: <http://www.intechopen.com/books/biomedical-science-engineering-and-technology/synthesis-and-characterization-of-amorphous-and-hybrid-materials-obtained-by-sol-gel-processing-for-> (дата обращения: 10.03.2020)

#### Периодические издания

1. РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ / Федеральное агентство по науке и инновациям РФ, Парк-медиа. - М. : Российские нанотехнологии, 2006 - Режим доступа: <http://nanorf.elpub.ru/jour/index>.- Переводная версия NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA <https://link.springer.com/journal/12201> (дата обращения: 10.03.2020)

### 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 11.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Российская государственная библиотека: сайт. – Москва, 1999-2020. – URL: <http://www.rsl.ru> (дата обращения: 10.09.2020).
3. Google Scholar : сайт. – URL: <http://scholar.google.ru> (дата обращения: 18.09.2020).

4. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

5. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение** (реализовывается с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>).

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы:**

- Российская национальная нанотехнологическая сеть:

URL: <http://www.rusnanonet.ru/>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебная аудитория Лаборатория технологии наноматериалов	потенциостат-гальваностат AUTOLAB PGSTAT302, электрохимический комплекс НАНО-ХТ-1, комплект оборудования для электрохимического формирования наноматериалов АММТ GmbH Germany, весы OXAUS Model PA 214 C, симулятор солнечного излучения NEWPORT 67005 с источником тока NEWPORT 69907, источник тока KEITHLEY 2450, потенциостат-гальваностат Elins P-45X, термостаты жидкостные Laudamodel Alpha, RLC – измеритель параметров МНИПИ-Е7-20, вытяжные шкафы, компьютеры(5), принтер	Не требуется



Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
--------------------------------------	---	--

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ПК-1.ГНвНт «Способен самостоятельно осуществлять поиск научно-практической информации в области разработки методов нанокompозитных и гибридных материалов»

2. ФОС по подкомпетенции ПК-3.ГНвНт «Способен самостоятельно осуществлять поиск научно-практической информации в области исследования состава и свойств нанокompозитных и гибридных материалов»

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

В рамках рассматриваемого курса предусмотрены следующие формы учебных занятий:

- **лекции**, цель которых состоит в рассмотрении теоретических основ дисциплины
- **практические занятия**, цель проведения которых – углубленное изучение разделов курса, а также контроль выполнения студентами внеаудиторной самостоятельной работы
- **лабораторные занятия**, цель проведения которых – экспериментальное подтверждение и проверка существующих теоретических положений, формирование профессиональных компетенций, умений и навыков проведения экспериментов, ознакомление с современными приборами и аппаратурой.

- **внеаудиторная самостоятельная работа**, цель которой – закрепление полученных знаний, подготовка к практическим (лабораторным) занятиям, приобретение опыта самостоятельной работы с различными источниками информации. Самостоятельная работа студентов планируется по каждой из тем лекционного курса.

Дисциплина «Гибридные нанокompозиты в нанотехнологии» состоит из четырех модулей.

Первый модуль «Композиционный материал. Введение в предмет» является базой для изучения последующих. Модули 2-4 «Виды композиционных материалов. Свойства», «Полимерные нанокompозиты. Органические-неорганические гибридные пористые материалы» и «Применение гибридных нанокompозитов. Наноматериалы» представляют

собой комплекс данных о свойствах гибридных нанокompозитов и их использовании в различных областях электроники, поэтому их изучение возможно в произвольном порядке.

Приступать к лабораторным работам необходимо после изучения теоретического материала, рекомендованного преподавателем в рамках самостоятельной работы и изучения описания соответствующей лабораторной работы.

Для выполнения лабораторного практикума в библиотеке МИЭТ имеются учебно-методические пособия. Можно воспользоваться также разработками лабораторных работ, находящихся на кафедре. Студенты получают допуск к лабораторной работе после ознакомления с описанием лабораторной работы. Для получения допуска необходимо правильно ответить на контрольные вопросы к теоретической части, приведенные в конце описания лабораторной работы.

Выполнение практико-ориентированного индивидуального задания необходимо для приобретения опыта профессиональной деятельности.

Студентам рекомендуется посещать предусмотренные расписанием консультации с преподавателем.

Для итоговой аттестации целесообразно использовать: конспект материалов, подготовленных в рамках самостоятельной работы и подготовки к семинарским занятиям, материалы лабораторных работ, представление выполненного практико-ориентированного задания.

## 11.2. Система контроля и оценивания

По завершению изучения дисциплины предусмотрен *экзамен*, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на накопительно – балльной системе. Для сдачи экзамена по дисциплине разработаны ФОСы, включающие теоретическое и расчётные задания по проверке сформированности подкомпетенций с методическими указаниями по их выполнению и критериями оценки.

Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

**Разработчик:**

Доцент института ПМТ, к.т.н.  /О.В.Воловликова /

Рабочая программа дисциплины «Гибридные нанокompозиты в нанотехнологии» по направлению подготовки 28.04.03 «Наноматериалы», направленности (профилю) «Инженерия наноматериалов для сенсорики» разработана в Институте перспективных материалов и технологий и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ от 30 сентября 2020 года, протокол № 39

Зам. директора Института ПМТ



\_\_\_\_\_/А.В.Железнякова/

#### Лист согласования

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК



\_\_\_\_\_/И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки



\_\_\_\_\_/Т.П.Филиппова/