

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 04.09.2023 11:05:10

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736

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

« 2 » октября 2020 г.
М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Самоорганизация и самоформирование в технологии наноструктур»

Направление подготовки – 28.04.03 «Нanomатериалы»

Направленность (профиль) - «Инженерия наноматериалов для сенсорики»

2020 г.

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.ССвТНс Способен выбирать современные и перспективные материалы на основе нанокристаллов для создания функциональных структур сенсорики	– Поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной и патентной поддержки проводимых исследований	Знания определений, классификации и методов синтеза современных и перспективных материалов на основе нанокристаллов для создания сенсорных устройств Умение применить свои знания для решения практических задач Опыт решения задач в области разработки методов синтеза современных и перспективных материалов на основе нанокристаллов для создания сенсорных устройств нанoeлектроники

Компетенция ПК-2 «Способен обеспечивать функционирование производства 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 В [7] Менеджмент ресурсов

Трудовые функции В/01.7 Рациональное расходование материалов, используемых при проведении операций контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов

В/02.7 Рациональное расходование основных, вспомогательных и расходных материалов, используемых при их разработке и выборе

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2.ССвТНс Способен выбирать методы формирования современных и перспективных функциональных материалов для сенсорики	– Поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной и патентной поддержки проводимых исследований	Знание принципов проведения аналитических обзоров литературы и систематизации полученных данные в области современных и перспективных материалов для сенсорики Умение обосновывать перспективность использования и формирования современных и перспективных материалов сенсорики Опыт создания емкого, полного текста доклада в области современных и перспективных материалов для сенсорики

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях приобретенных студентами при изучении дисциплин бакалавриата – «Математика», «Химия», «Физика». Формируемые в процессе изучения модуля 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	6	16	26	60	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1. Самоорганизация и самоформирование. Введение в предмет.	2	6	-	12	Опрос
2. Метод плавления-диспергирования тонких пленок металлов	2	6	4	12	Опрос Защита лабораторных работ
3. Самосборка частиц при испарении раствора	2	6	4	12	Опрос Защита лабораторных работ
4. Самосборка частиц, индуцированная магнитным полем	-	4	4	12	Опрос Защита лабораторных работ
5. Матричный (темплатный) синтез наночастиц	-	4	4	12	Опрос Защита лабораторных работ Сдача практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Введение в самоорганизацию. Самоорганизация в природе. История развития понятия «самоорганизации». Примеры самоорганизованных структур. Диссипативная система. Случай свободной конвекции. Основные принципы открытых неравновесных систем.
2	2	2	Метод резистивного испарения и плавление-диспергирование тонких пленок металлов для создания массива металлических частиц на инертной поверхности. Влияние состава и массы навески металла на характеристики массива частиц.
3	3	2	Самосборка при испарении раствора

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Случай свободной конвекции. Решение задач на предсказание поведения диссипативных структур. Число Релея.
1	2	2	Понятие самосборки характерные особенности самособирающейся системы. Наносборка. Кулоновское взаимодействие. Взаимодействие Ван-дер-Ваальса. Сильное взаимодействие.
1	3	2	Актуальность, перспективы создания самоорганизованных частиц. Методы формирования массивов наночастиц. Методы обработки РЭМ изображений массивов частиц. Построение гистограмм распределения
2	4, 5	4	Решение задач на расчет распределения числа частиц по гистограммам.
2	6	2	Распределение кластеров железа по размеру при гетерогенной нуклеации на поверхности Si и SiO ₂
3	7-9	6	Теория кинетики быстрой коагуляции однородных сферических частиц
4	10	2	Самосборка частиц, индуцированная магнитным полем
4	11	2	2D сборка коллоидных частиц. 3D сборка коллоидных частиц магнитным полем
5	12	2	Матричный (темплатный) синтез наночастиц. Методы синтеза матриц.
5	13	2	Расчет размера микросфер в блоках различной формы

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1	4	Формирование массива кластеров серебра методом плавления-диспергирования тонких пленок, осажденных на инертную поверхность
3	2	4	Формирование наноразмерных структур Ag ₂ S как функционального материала для твердотельного мемристора
4	3	4	Формирования кластеров железа
5	4	4	Формирование наноструктурированных слоев кремния методом жидкостного травления с использованием серебра как катализатора

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	5	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	4	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к опросам по модулям
2	3	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	3	Подготовка к практическим занятиям и выполнение практико-ориентированного задания по тематике модуля
	3	Подготовка к опросам по модулям
	3	Подготовка к лабораторному практикуму
3	3	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	3	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к опросам по модулям
	3	Подготовка к лабораторному практикуму
4	3	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	3	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к опросам по модулям
	3	Подготовка к лабораторному практикуму
5	3	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	3	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к опросам по модулям
	3	Подготовка к лабораторному практикуму

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 «Самоорганизация и самоформирование. Введение в предмет».

- ✓ Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью лекций к модулю №1, учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов (МУС по выполнению практико-ориентированного задания).

Модуль 2 «Метод плавления-диспергирования тонких пленок металлов»

- ✓ Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью лекций к

модулю №2, учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов, лабораторного практикума №1.

Модуль 3 «Самосборка частиц при испарении раствора»

- ✓ 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, учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 4 «Самосборка частиц, индуцированная магнитным полем»

- ✓ 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 №4, лабораторного практикума №3, учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 5 «Матричный (темплатный) синтез наночастиц»

- ✓ 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 №5, лабораторного практикума №4, учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Техническое регулирование и управление качеством [Текст] : [Учеб. пособие] / В. А. Афанасьев, [и др.] ; Под ред. Е.П. Мышелова. - М. : URSS. ЛИБРОКОМ, 2013. - 256 с.
2. Щукин Е.Д. Коллоидная химия: Учебник для академического бакалавриата / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. - 7-е изд., испр. и доп. - М.: Юрайт, 2019. - 444 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: <https://urait.ru/bcode/444075> (дата обращения: 24.12.2020). - Текст : электронный.

Нормативная литература

1. ГОСТ ISO 9001-2011 Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс] = Qualitymanagementsystems. Requirements : Межгосударственный стандарт. - Введ. 01.01.2013. - М. :Стандартинформ, 2012. - [67 л.]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-iso-9001-2011> (дата обращения: 24.12.2020)
2. ГОСТ ИСО/МЭК 17011-2009. Оценка соответствия. Общие требования к органам по аккредитации, аккредитующим органы по оценке соответствия [Электронный ресурс] = Conformityassessment. General requirements for accreditation bodies accrediting conformity assessment bodies :Межгосударственный стандарт. - Введ. 01.07.2010. - М. :Стандартинформ, 2010. - [39 л.]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-iso-mek-17011-2009> (дата обращения: 24.12.2020)
- 5 ГОСТ Р 53779-2010/ISO/PAS 17005:2008 Оценка соответствия. Применение систем менеджмента. Принципы и требования [Электронный ресурс] = Conformityassessment. Use of management systems. Principles and requirements :Национальный стандарт. - Введ. 01.06.2010. - М. :Стандартинформ, 2014. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200079069> (дата обращения: 24.12.2020)

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. GoogleScholar: сайт. – США, 2004: - URL: <https://scholar.google.ru>. – (дата обращения: 10.09.2020). – Режим доступа: свободный.
4. Российская национальная нанотехнологическая сеть : сайт. – Москва, 2008-2015. – URL: <http://www.rusnanonet.ru/> (дата обращения: 18.09.2020).

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**

Обучение может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта, Скайп, Zoom

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах видеолекций.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работ	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	ОС Microsoft Windows MS Office, браузер
Учебная аудитория Лаборатория технологии наноматериалов	Потенциостат-гальваностат AUTOLAB PGSTAT302, электрохимический комплекс НАНО-ХТ-1, комплект оборудования для электрохимического формирования наноматериалов AMMT GmbH Germany, весы OHAUS 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, вытяжные шкафы, компьютеры(5), принтер	ОС Microsoft Windows MS Office, браузер

Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows MS Office, браузер
--------------------------------------	---	---

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ССвТНс** «Способен выбирать современные и перспективные материалы на основе нанокристаллов для создания функциональных структур сенсорики»
2. ФОС по подкомпетенции **ПК-2.ССвТНс** «Способен выбирать методы формирования современных и перспективных функциональных материалов для сенсорики»

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены 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

Дисциплина «Самоорганизация и самоформирование в технологии наноструктур» состоит из пяти модулей. Первый модуль «Самоорганизация и самоформирование. Введение в предмет» является базой для изучения последующих. Модули 2-5 «Метод плавления-диспергирования тонких пленок металлов», «Самосборка частиц при испарении раствора», «Самосборка частиц, индуцированная магнитным полем», «Матричный (темплатный) синтез наночастиц» представляют собой комплекс данных о процессе самоформирования различных частиц.

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.

Текущий контроль успеваемости осуществляется по результатам защит лабораторных работ, выполнения в срок практико-ориентированного задания самостоятельной работы и посещаемости на занятиях.

Студентам рекомендуется посещать предусмотренные расписанием консультации с преподавателем.

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 комплексные задания по проверке сформированности подкомпетенций с методическими указаниями по их выполнению и критериями оценки.

Структура и график контрольных мероприятий приведены ниже в таблице (см. также журнал успеваемости на ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 70	3
71 – 85	4
86 – 100	5

Разработчик:

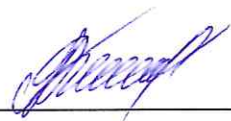
Доцент Института ПМТ, к.т.н.



О.В.Воловликова

Рабочая программа дисциплины «Самоорганизация и самоформирование в технологии наноструктур» по направлению подготовки 28.04.03 «Нanomатериалы», направленности (профилю) «Инженерия наноматериалов для сенсорики» разработана в Институте перспективных материалов и технологии утверждена на заседании Ученого совета Института 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/