

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2025 16:07:25
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736108f6b2882f84f0

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 » *сентября* 2020 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Самоорганизация и самоформирование в технологии наноструктур»

Направление подготовки – 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) - «Материалы и технологии функциональной электроники»

2020 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-2 «Способен разрабатывать процессы жизненного цикла изделий функциональной электроники» **сформулирована на основе профессиональных стандартов:**

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

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

40.006 «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»

Обобщенная трудовая функция В[7] Разработка и внедрение современных технологических процессов, освоение нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства на выпускаемую организацией продукцию

Трудовые функции В/01.7 Разработка технологических процессов и внедрение их в производство

В/02.7 Оптимизация параметров технологических операций

В/03.7 Освоение и внедрение технологических процессов и необходимых режимов производства на выпускаемую продукцию

В/04.7 Экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов

В/05.7 Экспериментальные работы и освоение нового оборудования и технологической оснастки

В/06.7 Экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<p>ПК-2.ССвТНс</p> <p>Способен выбирать методы формирования современных и перспективных материалов функциональной электроники</p>	<p><i>Научно-исследовательский тип задач:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; – разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; 	<p>Знание принципов проведения аналитических обзоров литературы и систематизации полученных данные в области современных и перспективных функциональных материалов</p> <p>Умение обосновывать перспективность использования и формирования современных и перспективных функциональных материалов</p> <p>Опыт создания емкого, полного текста доклада в области современных и перспективных материалов функциональной электроники</p>

Компетенция ПК-3 «Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов, в т.ч. при разработке технологических маршрутов» **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

Трудовая функция В/03.7 Рациональное расходование материалов, используемых при проведении операций контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов

В/04.7 Рациональное расходование основных, вспомогательных и расходных материалов, используемых при их разработке и выборе

40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»

Обобщенная трудовая функция D[7] Разработка групповых технологических процессов и модернизация производства изделий микроэлектроники

Трудовая функция D/02.7 Организация и проведение экспериментальных работ по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<p>ПК-3.ССвТНс Способен выбирать современные и перспективные материалы на основе нанокристаллов для создания функциональных структур нанозлектроники</p>	<p><i>Научно-исследовательский тип задач:</i> – разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; – использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем;</p>	<p>Знания определений, классификации и методов синтеза современных и перспективных материалов на основе нанокристаллов для создания функциональных структур 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 функциональных структур</p>

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_2S 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 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХБАЗ 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 АММТ 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- 2.ССвТНс «Способен выбирать методы формирования современных и перспективных материалов функциональной электроники»
2. ФОС по подкомпетенции ПК-3.ССвТНс «Способен выбирать современные и перспективные материалы на основе нанокристаллов для создания функциональных структур нанoeлектроники»

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 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профилю) «Материалы и технологии функциональной электроники» разработана в Институте перспективных материалов и технологий и 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/