

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 28.07.2025 14:42:59
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы технологии одномерных структур»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) – «Материалы и технологии микро- и нанoeлектроники»

Москва 2025

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-2 «Способен разрабатывать процессы жизненного цикла изделий микро- и нанoeлектроники» сформулирована на основе профессиональных стандартов:

40.005 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»

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
ПК-2.ОТОС Способен выбирать методы создания, контроля и измерения свойств одномерных структур	<i>Научно-исследовательский тип задач:</i> - Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными	Знание методов синтеза и диагностики одномерных структур, их перспективных свойств и областей применения Умение осуществлять подготовку образцов одномерных структур к исследованиям, выбор оптимальных параметров исследования образцов и обработки данных для анализа результатов исследований Практический опыт - Выбирает, планирует и участвует в разработке новых методик контроля

	свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников	и измерения свойств наноматериалов. - использует физико-химический подход для описания, анализа и моделирования процессов синтеза наноматериалов
--	---	---

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 – «Физико - химия наноструктурированных материалов», «Методы исследования материалов и структур». Формируемые в процессе изучения дисциплины компетенции в дальнейшем углубляются выполнением индивидуальных заданий НИР 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	8	18	76	Экз(36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1. Общие представления об одномерных структурах	2	4	0	13	Защита индивидуальных заданий

2. Теоретические основы создания одномерных структур	2	6	8	17	Рубежный контроль (тестирование) Защиты лабораторных работ 1,2
3. Теоретические основы исследования одномерных структур	0	4	0	20	Сдача расчетного задания
4. Примеры реализации одномерных структур	2	4	0	26	Защита индивидуальных заданий Опрос

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Общие представления об одномерных структурах. Типы и материалы одномерных структур, электрические и физические свойства одномерных структур, методы их изготовления.
2	2	2	Обзор современных подходов к получению одномерных структур. Формирование одномерных наноструктур по механизмам ПЖК и ПКК.
3	3	2	Общие представления об устройствах на основе одномерных структур, методах их изготовления, принципах работы, физических законов, на основе которых работают устройства.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Классификация наноматериалов. Одномерные структуры. Свойства одномерных структур.
	2	2	Свойства одномерных структур.
2	3	2	Механизмы роста одномерных структур.
	4-5	4	Методы формирования одномерных структур
3	6	2	Методы исследования одномерных структур.
	7	2	Статистический анализ морфологии одномерных структур методом растровой электронной микроскопии с использованием

			программного обеспечения Fiji.
4	8-9	4	Устройства на основе одномерных структур

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1	4	Исследование кинетики осаждения нанокристаллического оксида цинка из водных растворов.
2	2	4	Исследование кинетики осаждения углеродных нанотрубок из газовой фазы.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-4	8	Самостоятельная доработка конспекта лекции с применением учебного пособия и дополнительной литературы
1-4	36	Подготовка к семинарам. Выполнение индивидуальных заданий (подготовка докладов)
3-4	7	Подготовка к опросу.
1-2	7	Подготовка к рубежному контролю
1-2	12	Подготовка к лабораторным работам.
3	6	Выполнение расчетного задания

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Все материалы для подготовки к практическим занятиям и выполнению БДЗ представлены в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

Модуль 1 «Общие представления об одномерных структурах»

✓ Материалы для изучения теории в рамках подготовки к практическим занятиям и лабораторным занятиям, проработки лекций и подготовки к опросу.

Модуль 2 «Теоретические основы создания одномерных структур»

✓ Материалы для изучения теории в рамках подготовки к практическим занятиям и лабораторным занятиям, проработки лекций и подготовки к опросу.

Модуль 3 «Теоретические основы исследования одномерных структур»

✓ Материалы для изучения теории в рамках подготовки к практическим занятиям и лабораторным занятиям, проработки лекций и подготовки к опросу.

Модуль 4 «Примеры реализации одномерных структур»

✓ Материалы для изучения теории в рамках подготовки к практическим занятиям и лабораторным занятиям, проработки лекций и подготовки к опросу.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники [Текст] : Учеб. пособие. Ч. 2 / В. М. Роцин, М. В. Силибин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 184 с. - Изд. выполнено в рамках инновац. образоват. программы МИЭТ "Соврем. проф. образование для рос. инновац. системы в области электроники". - ISBN 978-5-94774-913-7; ISBN 978-5-94774-910-6.

2. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники [Текст] : Учеб. пособие. Ч. 1 / А. А. Раскин, В. К. Прокофьева. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 168 с. - Изд. выполнено в рамках инновац. образоват. программы МИЭТ "Соврем. проф. образование для рос. инновац. системы в области электроники".

3. One-Dimensional Nanostructures [Электронный ресурс] / Wang Z. M., ed. - : Springer, 2008. - (Lecture Notes in Nanoscale Science and Technology. Volume 3). - URL : <http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-74132-1> (дата обращения: 10.02.2025). - ISBN 978-0-387-74131-4 (Print); 978-0-387-74132-1 (Online).

4. Springer Handbook of Nanotechnology / Bharat Bhushan, ed. - : Springer, 2010. - URL : <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-02525-9> (дата обращения: 10.02.2025)

5. Электронные свойства и применение нанотрубок/ П.Н. Дьячков. - 3-е изд., электронное. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 491 с. - (Нанотехнологии). - URL: <https://e.lanbook.com/book/66217> (дата обращения: 11.02.2025). - ISBN 978-5-9963-2639-6.

6. Schaefer H.-E. Nanoscience: The Science of the Small in Physics, Engineering, Chemistry, Biology and Medicine / Schaefer H.-E. - : Springer, 2010. - URL : <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-10559-3> (дата обращения: 11.02.2025).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 10.02.2025). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

2. SCOPUS: Библиографическая и реферативная база данных научной периодики: сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 20.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

3. Web of Science:[научометрическая база данных]: сайт. – URL: <http://apps.webofknowledge.com> (дата обращения: 20.01.2025). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Федеральный институт промышленной собственности. – URL: <https://new.fips.ru/about/> (дата обращения: 20.01.2025).

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**.

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

Контроль освоения образовательной программы обеспечивается электронным тестированием в ОРИОКС.

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

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	Компьютер с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ, мультимедийное оборудование Автоматизированный комплекс нанесения материалов атомно-слоевым осаждением KSV Dip Coater Весы OXAUS Model PA 214 C Термостатжидкостной Lauda model Alpha	OC Windows MS Office браузер
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	OC Microsoft Widows 7, MS Office браузер

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-2.ОТОС** Способен выбирать методы создания, контроля и измерения свойств одномерных структур.

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 учебной программе дисциплины предусмотрено 4 модуля. В ходе изучения первого модуля «Общие представления об одномерных структурах» студенты изучают перспективные свойства одномерных структур, приходят к пониманию актуальности разработки процессов их формирования и встраивания в технологию создания электронных устройств. Модули 2,3 «Теоретические основы создания одномерных структур» и «Теоретические основы исследования одномерных структур» дают представление о методах формирования и диагностики одномерных структур. Модуль 4 «Примеры реализации одномерных структур» является заключающим. Студенты знакомятся с областями применения одномерных структур в электронике, учатся устанавливать взаимосвязь между свойствами наноструктур и характеристиками приборов на их основе, изучают конструкционные решения по оптимизации функциональных слоев на основе одномерных структур.

Самостоятельная работа студентов направлена на предварительную подготовку к практическим занятиям: подготовка к лабораторным работам и проработка теоретического материала для семинарских занятий, выполнение индивидуальных заданий СРС.

Контроль выполнения студентами индивидуального задания проводится на семинарах. Студенты выступают с докладом на семинаре, излагая содержание проделанной работы, анализируя различные аспекты освещаемой проблемы, происходит обсуждение информации в формате научной дискуссии.

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 разработан ФОС, включающий комплексное задание по проверке сформированности подкомпетенции с методическими указаниями по их выполнению и критериями оценки.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

Получение минимальных баллов по всем контрольным мероприятиям в течение семестра обязательно.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

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

Разработчики:

Доцент Института ПМТ, к.т.н

 А.А.Дронов

Ст. преподаватель Института ПМТ

 Ю.В.Назаркина

Рабочая программа дисциплины «Основы технологии одномерных структур» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Материалы и технологии микро- и наноэлектроники» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института 28 февраля 2025 года, протокол № 18

Директор Института ПМТ

 /С.В.Дубков/

Лист согласования

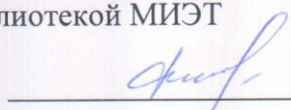
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 /И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 /Т.П.Филиппова/