Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 13.11.2026 10:47:21
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

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
_____ А.Г.Балашов
«19» мая 2025 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Микро- и нанотехнологии производства электронных средств»

Направление подготовки - 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»
Направленность (профиль) – «Комплексное проектирование микросистем»
Направленность (профиль) – «Проектирование технических систем средствами 3D-моделирования»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00FCD5F6E07DC83F809D56CE1D350ACCD1
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 09.04.2025 по 03.07.2026

Москва 2025

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции	**Подкомпетенции, формируемые в дисциплине**	**Индикаторы достижения компетенций**
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	**УК-2.МиНТ** Способен применять методы проектного менеджмента в научно-исследовательской работе	**Опыт деятельности** по использованию методик разработки и управления проектом на всех этапах его жизненного цикла, методов оценки потребности в ресурсах и оценки эффективности проекта.

Компетенция ПК-1 «Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электронных средств и технологических процессов, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач» сформулирована на основе профессионального стандарта 25.036 «Специалист по электронике бортовых комплексов управления».

Обобщенная трудовая функция С. Техническое управление созданием и эксплуатацией электронных средств и электронных систем БКУ (бортовых комплексов управления)

Трудовая функция С/01.7. Исследования и консультирование в сфере разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения компетенций**
ПК-1.МиНТ. Способен определять тенденции и перспективы развития микро- и наноэлектроники и обоснованно формулировать цели и задачи исследований	Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи	**Знания**: принципов построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники и технологических процессов их производства. **Умения**: проводить расчеты конструктивно-технологических параметров элементов микро- и наноэлектроники. **Опыт деятельности**: по применению навыков выбора теоретических и экспериментальных методов исследований в области

		создания изделий микро- и наноэлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине:

знание принципов конструирования отдельных узлов и блоков интегральных схем;

умение проводить оценочные расчеты характеристик интегральных схем;

владение навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем для интегральных схем.

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)		
1	2	3	108	16	16	16	60	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
1. Процессы формирования и методы диагностики и анализа наноструктур и наноматериалов.	8	8	8	26	Защита лабораторных работ №1-2
					Тестирование №1
					Контроль выполнения практико-ориентированного задания
2. Функциональные и конструкционные наноматериалы.	8	8	8	34	Защита лабораторных работ №3-4
					Тестирование №2

Элементы и приборы на основе нанофункциональных материалов.					Защита реферата
					Сдача практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Возникновение и развитие микро- и наноэлектроники. Предмет и задачи курса. Основные термины и определения. Направления и тенденции развития микроэлектроники.
	2	2	Переход от микро- к нанотехнологиям. Размерные эффекты. Простейшие низкоразмерные объекты. Энергетические спектры низкоразмерных объектов.
	3	2	Современные методы формирования наноструктур. Эпитаксиальные методы формирования наноструктур. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Химические методы получения наноструктур.
	4	2	Методы исследования наноструктур.
2	5	2	Полупроводниковые гетероструктуры: гетеропереходы, гетероструктуры, сверхрешетки. Структура, методы получения и разделения фуллеренов. Применение фуллеренов.
	6	2	Квантовые наноструктуры. Нанотрубки и их свойства. Применение нанотрубок. Фотонные кристаллы и полимерные материалы. Органические проводники и полупроводники. Плёнки поверхностно-активных веществ.
	7	2	Основы квантовой и оптической электроники.
	8	2	Основные тенденции развития элементной базы наноэлектроники. Проблемы, связанные с проектированием и моделированием элементов и приборов на основе наноструктур. Принципы создания нанотранзисторов.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Нанодисперсные системы с жидкой и газообразной дисперсионной средой.
	2	2	Оптические свойства дисперсных систем. Анализ полидисперсных систем.
2	3	2	Пористые материалы и их свойства.
	4	2	Закономерности образования самоорганизующихся наносистем.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Изучение конструкций, параметров и характеристик полупроводниковых микросхем.
	2	4	Изучение технологии полупроводниковых ИМС с диэлектрической и комбинированной изоляцией.
2	3	4	Технологии изготовления полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах.
	4	4	Технологические процессы изготовления МДП интегральных схем.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	8	Подготовка к лекциям №1-4.
	4	Подготовка к лабораторным работам №1-2.
	2	Выполнение теста №1.
	8	Подготовка к практическим занятиям №1-2
	4	Выполнение практико-ориентированного задания.

2	8	Подготовка к лекциям № 5-8.
	4	Подготовка к лабораторным работам №3-4.
	2	Выполнение теста №2.
	8	Подготовка к практическим занятиям №3-4
	8	Подготовка реферата
	4	Выполнение и защита практико-ориентированного задания

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/):

✔ Методические указания для студентов по изучению дисциплины «Микро- и нанотехнологии производства электронных средств»;

✔

Модуль 1 «Процессы формирования и методы диагностики и анализа наноструктур и наноматериалов»:

✔ Методические указания к проведению лабораторных занятий 1-2 по дисциплине

✔ Конспект лекций 1-4 по дисциплине

Модуль 2 «Функциональные и конструкционные наноматериалы. Элементы и приборы на основе нанофункциональных материалов»

✔ Методические указания к проведению лабораторных занятий 1-2 по дисциплине

✔ Конспект лекций 1-4 по дисциплине

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Щука, А. А. Наноэлектроника : учебное пособие / А. А. Щука ; под редакцией А. С. Сигова. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 345 с. — ISBN 978-5-9963-2648-8. — URL: https://e.lanbook.com/book/84102 (дата обращения: 01.09.2019)
2. Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы / Р.А. Андриевский. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2017. – 255 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/94128(дата обращения: 01.09.2019)
3. Мартинес-Дуарт Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Мартинес-Дуарт Дж.М., Мартин-Палма Р.Дж., Ф. Агулло-Руеда; Пер. с англ. А.В. Хачояна; Под ред. Е.Б. Якимова. - 2-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2009. - 368 с. - (Мир материалов и технологий). - ISBN 978-5-94836-209-0 : 325-00, 1500 экз.

Периодические издания

1. НАНО- И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА: Ежемес. междисциплинарный теорет. и приклад. науч.-техн. журн. / РАН, Отделение информационных технологий и вычислительных систем. - М. : Новые технологии : Нано-микросистемная техника, 1999 - .
2. РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ = NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA / Федеральное агентство по науке и инновациям РФ, Парк-медиа. - М. : ИКЦ Академкнига, 2006 - . URL: **http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10601** (дата обращения: 30.09.2019)

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека : сайт. URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp. (дата обращения: 30.09.2019) - Режим доступа : для зарегистрир. пользователей.
2. Электронно-библиотечная система Лань : URL: https://e.lanbook.com/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. www.scopus.com/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. Сайт о нанотехнологиях в России : сайт. URL: www.nanonewsnet.ru/ (дата обращения: 30.09.2019).

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В данной дисциплине используются различные виды образовательных технологий, при подготовке и проведении занятий используется схема:

− СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием внешнего или внутреннего ресурса: записи видеолекции, темы онлайн-курса, тестирование);

− аудиторная работа (семинар с представлением и обсуждением выполненной работы, возможно презентаций с применением на практическом примере изученного материала, тематической дискуссии, разбор ошибок при тестировании);

− обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

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

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

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы (http://orioks.miet.ru).

Тестирование проводится в ОРИОКС (MOODLe).

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	ОС Microsoft Windows Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер
«Центр проектирования трехмерных структур PTC-МИЭТ» №4116	Компьютер (Intel Core i3, 4Gb ОЗУ) (12 шт.). Компьютер (Intel Core i5, 8Gb ОЗУ) (1 шт.). Микроскоп металлографический упрощенный ММУ-3 (7 шт.). Фотокамера для микроскопа (7 шт.). Осциллограф С1-65А (3 шт.). Стенд измерительный (3 шт.). Вольтметр В7-38 (2 шт.). Макеты конструкционных элементов ИС. Стенды (10 шт.). Фотоальбомы.	Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер, Корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся: аудитория	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС.	ОС Microsoft Windows Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **УК-2.МиНТ** «Способен применять методы проектного менеджмента в научно-исследовательской работе».

2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-1.МиНТ** «Способен определять тенденции и перспективы развития микро- и наноэлектроники и обоснованно формулировать цели и задачи исследований».

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

Максимальная эффективность от работы на лекциях достигается при предварительной подготовке к ней – студент должен ознакомиться с предстоящей темой лекции и основными её тезисами, предложенных преподавателем или найденных в рекомендуемой основной литературе, подготовить вопросы к лектору по заинтересовавшим вопросам. В процессе изучения модулей студенты участвуют в лекциях-пресс-конференциях, лекциях-дискуссиях по темам курса.

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя. Чтобы хорошо подготовиться к практическому занятию, студенту необходимо:

- уяснить вопросы и задания, рекомендуемые для подготовки к практическому занятию;
- прочитать соответствующие главы учебника (учебного пособия);
- изучить и законспектировать рекомендованные преподавателем основные литературные источники;
- прочитать дополнительную литературу, рекомендованную преподавателем;
- сформулировать и записать развернутые ответы на вопросы для подготовки к практическому занятию.

На практическом занятии разрешается пользовать конспектом первоисточников и планом-конспектом, составленным по вопросам плана для подготовки к практическому занятию.

В ответе студента на практическом занятии должны быть отражены следующие моменты:

- анализ взглядов по рассматриваемой проблеме;
- изложение сути вопроса, раскрытие проблемы, аргументация высказываемых положений на основе фактического материала;
- связь рассматриваемой проблемы с современностью, значимость ее для жизни и будущей деятельности;
- вывод, вытекающий из рассмотрения вопроса (проблемы).

Студентам, выступающим на практическом занятии с 10-15 минутным докладом (научным сообщением), целесообразно подготовить конспект выступления. При выступлении следует стремиться излагать содержание доклада своими словами (избегая безотрывного чтения текста), поддерживать контакт с аудиторией, ставить перед ней проблемные вопросы, использовать технические средства обучения. Лучшим выступлением считается то, в котором студент в течение до 10 минут свободно и логично

по памяти излагает изученный материал, используя для доказательства наглядные пособия, структурно-логические схемы, классную доску, электронные презентации.

Практико-ориентированное задание выполняется в рамках самостоятельной работы, и направлено на анализ технологических процессов микро- и наноэлектроники, используемых при разработке современных приборов и устройств. Выполнение задания требует навыков самостоятельного и творческого мышления, уверенного знания теоретического материала и навыков решения практических заданий по изучаемой теме. Практико-ориентированное задание включает изучение современной научно-технической литературы, периодических изданий и патентных источников, что необходимо для раскрытия основных физических принципов анализируемой технологии, сравнения с аналогами, выявления преимуществ и недостатков. Проведенный анализ должен позволить сделать выводы о перспективах анализируемой технологии и способах ее практической реализации.

Одной из форм обучения, подготовки к практическому занятию, разработки и написания реферата, выполнения практико-ориентированного задания является консультация у преподавателя. Обращаться к помощи преподавателя следует при подготовке реферата, научного сообщения, доклада, контрольной работы, а также в любом случае, когда студенту не ясно изложение какого-либо вопроса в учебной литературе или он не может найти необходимую литературу. Преподаватель поможет составить план доклада (творческой работы), порекомендует порядок изложения вопросов, поможет рассчитать время выступления, подобрать соответствующую литературу, раскрыть профессиональный аспект рассматриваемой проблемы.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 65 баллов), активность в семестре (в сумме 5 баллов).

По завершению изучения дисциплины предусмотрен дифференцированный зачет (30 баллов), при этом оценка учебной деятельности студента основана на балльной накопительной системе. Перечень контрольных мероприятий и методика их балльной оценки изложена в методических указаниях для студентов.

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

Разработчик:

Доцент Института НМСТ, к.т.н., доцент _____ /А.Н. Бойко/

Рабочая программа дисциплины «Микро- и нанотехнологии производства электронных средств» по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленности (профилю) «Комплексное проектирование микросистем» и направленности (профилю) «Проектирование технических систем средствами 3D-моделирования» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании Института НМСТ 27 мая 2025 года, протокол № 11.
Директор Института НМСТ _____/ С.П. Тимошенков/

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 /

/