Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 01.07.2025 16:19:51
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»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ А.Г. Балашов
«29» марта 2025 г.
М.П.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы конструирования и технологии электронных средств»

Направление подготовки – 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) – «Комплексное проектирование микросистем»

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 образовательной программы:

**Компетенция ПК-4 «Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований» сформулирована на основе профессионального стандарта 25.036 «**Специалист по электронике бортовых комплексов управления (БКУ)**».**

**Обобщенная трудовая функция - С.** Техническое управление созданием и эксплуатацией электронных средств и электронных систем БКУ

**Трудовая функция - С/02.7** Техническое управление разработкой и производством электронных средств и электронных систем БКУ

| Подкомпетенции, формируемые в дисциплине | Задачи профессиональной деятельности | Индикаторы достижения подкомпетенций |
|---|---|---|
| ПК-4.ОКиТЭ Способен проектировать сложнофункциональные электронные блоки и устройства с учетом оптимальных конструктивно-технологических решений в соответствии с техническим заданием | Проектирование электронных средств, приборов и систем с учетом заданных требований | **Знания:** принципов подготовки технических заданий на современные сложнофункциональные электронные блоки и устройства<br>**Умения:** разрабатывать сложнофункциональные электронные блоки и устройства с учетом оптимальных конструктивно-технологических решений в соответствии с техническим заданием<br>**Опыт деятельности:** в области проектирования сложнофункциональных электронных блоков и устройств в соответствии с техническим заданием |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (является элективной), изучается на 1 курсе 2-го семестра магистратуры (очная форма обучения).

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 | 76 | ЗаО |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование модуля | Контактная работа | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лекции (часы) | Практические занятия (часы) | Лабораторные работы (часы) | | |
| 1. Принципы планарной технологии. | - | 4 | 4 | 12 | Защита лабораторной работы 1 |
| 2. Основные технологические процессы. | - | 4 | 4 | 4 | Контрольная работа |
| | | | | 12 | Защита лабораторной работы 2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3. Технологическое конструирование и производственные маршруты. | - | 4 | 4 | 24 | Защита реферата |
| | | | | 12 | Защита лабораторной работы 3 |
| 4. Процессы сборки и герметизации микросхем. | - | 4 | 4 | 12 | Защита лабораторной работы 4 |

### 4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены.

### 4.2. Практические занятия

| № модуля дисциплины | № практического занятия | Объем занятий (часы) | Наименование занятия |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | Технология микроэлектроники и микроэлектронные полупроводниковые приборы. Развитие полупроводниковой технологии. Принципы планарной технологии. Полупроводниковые материалы. |
| | 2 | 2 | Основные технологические процессы производства микросхем. Прогноз развития элементной базы микроэлектроники. |
| 2 | 3 | 2 | Ключевые процессы планарной технологии -литография, фотолитография, электронно-лучевая литография, эпитаксия полупроводниковых слоев, нанесения диэлектрических покрытий, термическое окисление кремния, осаждение диэлектрических пленок. Перспективы развития методов осаждения диэлектрических пленок. |
| | 4 | 2 | Легирование полупроводников. Ионная имплантация. Процессы плазмохимического травления полупроводников, диэлектриков и металлов. Металлизированные соединения и омические контакты. Требования к металлизации. Материалы для электрических соединений. Методы осаждения металлов. |
| 3 | 5 | 2 | Интеграция технологических процессов в производственный маршрут изготовления микросхем. |
| | 6 | 2 | Взаимосвязь технологических процессов. |
| 4 | 7 | 2 | Процессы сборки и герметизации микросхем. Заключительный этап производства микросхем. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 8 | 2 | Корпуса для интегральных микросхем. Монтаж кристаллов в корпуса, герметизация, защита от альфа-частиц. Тенденции и перспективы развития сборочной технологии. |

### 4.3. Лабораторные работы

| № модуля дисциплины | № лабораторной работы | Объем занятий (часы) | Наименование работы |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 4 | Изучение состояния научно-технической проблемы путем подбора,<br>изучения и анализа литературных и патентных источников по теме проектного задания. |
| 2 | 2 | 4 | Реализовать электрическую схему СФ аналогового блока в САПР Mentor Graphics. Провести исследование электрической схемы с использованием DC, AC, TRAN анализов с помощью САПР Mentor Graphics. |
| 3 | 3 | 4 | Реализовать топологию аналогового блока с использованием построения согласованных элементов. |
| 4 | 4 | 4 | Провести верификацию топологии аналогового блока с помощью САПР Mentor Graphics. Составить отчет. |

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля дисциплины | Объем занятий (часы) | Вид СРС |
|---|---|---|
| 1 | 12 | Подготовка к лабораторной работе №1. |
| 2 | 4 | Подготовка к контрольной работе |
| | 12 | Подготовка к лабораторной работе №2. |
| 3 | 24 | Подготовка к защите реферата |
| | 12 | Подготовка к лабораторной работе №3. |
| 4 | 12 | Подготовка к лабораторной работе №4. |

### 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 студентам по организации изучения дисциплины «Основы конструирования и технологии электронных средств»;

✔ Методические рекомендации преподавателям.

✔ Дополнительные материалы к дисциплине: видеоролики, презентации, статьи, нормативные документы.

**Модуль 1** «Принципы планарной технологии»

✔ Материал для подготовки к лабораторной работе 1

**Модуль** 2 «Основные технологические процессы»

✔ Материал для подготовки к лабораторной работе 2

**Модуль 3** «Технологическое конструирование и производственные маршруты»

✔ Материал для подготовки к лабораторной работе 3

✔ Примерный перечень тем для реферата

**Модуль 4 «**Процессы сборки и герметизации микросхем**»**

✔ Материал для подготовки к лабораторной работе 4

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература


1. Щука, А. А. Наноэлектроника : учебное пособие / А. А. Щука ; под редакцией А. С. Сигова. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 345 с. — ISBN 978-5-00101-730-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135510 (дата обращения: 06.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Зебрев, Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники : учебное пособие / Г. И. Зебрев. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 243 с. — ISBN 978-5-00101-830-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135537 (дата обращения: 06.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Шишкин, Г. Г. Наноэлектроника. Элементы, приборы, устройства : учебное пособие / Г. Г. Шишкин, И. М. Агеев ; художник Н. А. Новак. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 411 с. — ISBN 978-5-00101-731-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152031 (дата обращения: 06.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**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. ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЭЛЕКТРОНИКА : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 -

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

1. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 - . - URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp (дата обращения: 30.08.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. SCOPUS: Библиографическая и реферативная база данных научной периодики: сайт. www.scopus.com/ (дата обращения: 30.08.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
3. ФИПС: Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/ (дата обращения: 30.09.2019)
4. Радио-Комплект. Радиоэлектронные компоненты: справочник по параметрам транзисторов : сайт. – Тула, 2005 - . - URL: https://radio-komplekt.ru/component_ref.php?param=transistors (дата обращения: 10.11.2020)
5. ChipFind : электронные компоненты и радиодетали : сайт. – Москва, Капитал Плюс, 2006-2011. - URL: https://www.chipfind.ru/ (дата обращения: 10.11.2020).

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Студенты изучают дисциплину в традиционном формате, либо в дистанционном формате.

В ходе реализации обучения используется обучение согласно модели «Face-to-Face Driver» («Драйвер — очное образование»): преподаватель в процессе личного взаимодействия дает основной объем образовательной программы. В ходе дистанционного обучения занятия проходят на общей электронной площадке (Skype).

Важную роль в процессе обучения играют лабораторные занятия, которые проводятся в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения проектирования сложнофункционального блока и при защите полученных результатов. При наличии расхождений полученных результатов у разных групп проводится групповое обсуждение с целью выявления допущенных в ходе экспериментов разногласий («круглый стол»). В ходе дистанционного обучения занятия проходят на общей электронной площадке с возможностью удаленного доступа к лицензионному САПР.

Корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС (http://orioks.miet.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 |
|---|---|---|
| Компьютерный класс «Учебно-научный центр проектирования Mentor Graphics - МИЭТ», аудитория 4308 | Компьютер (Intel Core i5) | Microsoft Office, САПР Mentor Graphics |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ | ОС Microsoft Windows<br>Microsoft Office<br>Acrobat Reader DC<br>браузер |

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ / ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-4.ОКиТЭ** «Способен проектировать сложнофункциональные электронные блоки и устройства с учетом оптимальных конструктивно-технологических решений в соответствии с техническим заданием».

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

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к практическим и лабораторным занятиям. При этом студент использует методические разработки, рекомендуемую литературу, библиотеку электронных модулей в электронной информационной образовательной среде ОРИОКС, Интернет-ресурсы, информационно-справочные системы.

Максимальная эффективность освоения материалов практических занятий достигается при предварительной подготовке к ним. Студенту рекомендуется заранее ознакомиться с предстоящей темой занятия и основными тезисами, подготовить вопросы к преподавателю по заинтересовавшим разделам.

Для закрепления знаний, полученных на практических занятиях проводятся лабораторные работы. Чтобы хорошо подготовиться к лабораторному занятию, студенту необходимо во время самостоятельной работы в системе ОРИОКС ознакомиться с

описанием лабораторной работы и оформить теоретическую часть отчета в соответствии с изложенными в описании требованиями. Она включает описание объекта исследований, методики проводимых исследований. В рамках СРС также необходимо подготовиться к допуску к работе, для чего ответить на контрольные вопросы. К выполнению практической части работы допускается студент, продемонстрировавший при допуске знания объекта, имеющий заготовленные заранее формы представления результатов.

Лабораторные работы проводятся, как правило, в интерактивном режиме при индивидуальной работе и диалоге с преподавателем.

По завершению изучения дисциплины предусмотрен зачет с оценкой, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на балльно-рейтинговой системе.

### 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльно-рейтинговой система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольные мероприятия в семестре и активность/посещаемость (в сумме до 70 баллов), сдача зачета (в сумме до 30 баллов). Перечень контрольных мероприятий и методика их балльной оценки изложена в МУС.

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

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент Института НМСТ, к.т.н. _____ /Горшкова Н.М./

Рабочая программа дисциплины «Основы конструирования и технологии электронных средств» по направлению 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности (профилю) «Комплексное проектирование микросистем» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 27 мая 2025 года, протокол № 11.

Директор Института НМСТ
д.т.н., профессор _____ /С.П. Тимошенков/

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества (АНОК)
Начальник АНОК _____ /И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____ /Т.П. Филиппова/