

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректор
Дата подписания: 01.07.2025 16:19:52
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г.Балашов

2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологии производства печатных плат и микросборок»

Направление подготовки – 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) – «Комплексное проектирование микросистем»

2025 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-6. «Способен выполнять проектирование и конструирование микросистем средствами САПР компании Mentor Graphics в соответствии с технологией их производства» сформулирована на основе профессионального стандарта 29.006 «Специалист по проектированию систем в корпусе».

Обобщенная трудовая функция - D. Разработка эскизного проекта, структурной схемы, схемотехнической модели и электрической принципиальной схемы "системы в корпусе".

Трудовая функция - D/04.7. Выбор технологии корпусирования и конструкции корпуса для изделий "система в корпусе".

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенции
ПК-6.ТППиМ. Способен применять знания технологий производства печатных плат и микросборок при конструировании микросистем	Разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Знания: технологий производства и конструктивно-технологические ограничения при проектировании печатных плат и микросборок; Умения: выполнять технологическую подготовку к производству печатных плат; Опыт деятельности: по выбору оптимальной технологии производства печатной платы с учётом заданных технических требований

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине:

- знания основ конструирования изделий электронной техники, микросистем, систем на печатных платах; стандартов и нормативных документов ЕСКД, ЕСТД в области разработки изделий электронной техники; основных законов химии, современной теории строения вещества, химических и физико- химических свойств различных систем и веществ; основных методов и средств проведения экспериментальных исследований физико-химических процессов;

- умения применять знания основных химических процессов к практическим технологическим проблемам специализации; выбирать способы и средства измерений материалов электронных средств; использовать нормативные и справочные данные при разработке технологической документации;

- опыт деятельности по обработке результатов проведенных исследований материалов электронных средств; по обработке результатов проведенных исследований физико-химических процессов; по оформлению технологической документации в соответствии с ЕСТД.

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	-	32	-	76	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
1. Односторонние и двусторонние платы для микросистем	-	-	16	38	Защита лабораторных работ №1 и №2
					Контроль выполнения реферата
					Тестирование №1

2. Многоуровневая коммутация в печатных платах и микросистемах	-	-	16	38	Защита лабораторных работ №3 и №4
					Тестирование №2
					Контроль выполнения реферата
					Контрольная работа

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	8	Технологические процессы изготовления однослойных печатных плат и подложек микросистем
	2	8	Технологические процессы изготовления двухслойных печатных плат и подложек микросистем со сквозными переходами
2	3	8	Технологические процессы изготовления многослойных печатных плат и подложек микросистем
	4	8	Методы и технологические особенности создания фотошаблонов для печатных плат и микросистем

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Подготовка к лабораторной работе №1: изучение теоретического материала лабораторной работы, подготовка конспекта, подготовка ответов на контрольные вопросы. Теория: Введение в курс. Краткий обзор развития технологий печатных плат и микросистем к настоящему времени, классификация печатных плат по классам точности, классам жесткости, функциональному назначению, климатическим факторам.

		Влияние класса точности на технологию изготовления. Последовательность составления конструкторской и технологической документации на изделие.
	8	Подготовка к тестированию по модулю №1: работа с ресурсами ОРИОКС, ресурсами Интернет, с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями
	10	Подготовка к лабораторной работе №2: изучение теоретического материала лабораторной работы, подготовка конспекта, подготовка ответов на контрольные вопросы. Теория: Классификация печатных плат по основным принципам формирования электрической коммутации. Основные технологии изготовления печатных плат (8 технологий) и их различия. Изготовления вспомогательного материала – фотошаблонов и бесшаблонное производство.
	10	Выполнение реферата по выбранной теме
2	4	Подготовка к лабораторной работе №3: изучение теоретического материала лабораторной работы, подготовка конспекта, подготовка ответов на контрольные вопросы. Теория: Технологический маршрут изготовления на примере 4-х слойной печатной платы. Основные операции в маршруте на примере двух технологий: комбинированной позитивной и негативной. Финишные покрытия печатных плат, паяльная маска, методы контроля.
	4	Подготовка к тестированию по модулю №2: работа с ресурсами ОРИОКС, ресурсами Интернет, с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями
	4	Подготовка к лабораторной работе №4: изучение теоретического материала лабораторной работы, подготовка конспекта, подготовка ответов на контрольные вопросы. Теория: Микросистемы на основе гибких и гибко-жестких печатных плат. Специальные технологии изготовления печатных плат: печатные платы с открытыми контактными площадками и выступающими выводами, МККП, анодированные и рельефные печатные платы. Подведение итогов по технологиям печатных плат. Технологии изготовления микросборок: 3D-mid, 3D-plus, TSV.
	6	Выполнение реферата по выбранной теме
	2	Подготовка к контрольной работе и контрольному мероприятию по проверки подкомпетенции. Контрольная работа, направленная на проверку полученных студентами знаний и умений. Каждому студенту необходимо нарисовать сечение печатной платы, написать технологический маршрут изготовления (основная часть) и ответить на 2-3 дополнительных вопроса по пройденному материалу.

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 «Технологии производства печатных плат и микросборок»;
- ✓ Список примерных тем для реферата;
- ✓ Дополнительные материалы к дисциплине: видеоролики, презентации, статьи, нормативные документы.

Модуль 1 «Односторонние и двухсторонние печатные платы»:

- ✓ Материал для подготовки к тестированию №1 находится в конспекте лекций модуля 1 в системе ОРИОКС (электронный ресурс), учебниках и учебных пособиях из списка литературы и в периодических изданиях.
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к выполнению лабораторных работ №1 и №2 находится в конспекте лекций в системе ОРИОКС (электронный ресурс). Для проверки уровня подготовки к занятию контрольные вопросы к лабораторным работам №1 и №2.
- ✓ Материал для подготовки рефератов можно найти в новых номерах периодических изданий и интернет ресурсах.

Модуль 2 «Многоуровневые коммутационные системы»:

- ✓ Материал для подготовки к тестированию №2 находится в конспекте лекций модуля 2 в системе ОРИОКС (электронный ресурс), учебниках и учебных пособиях из списка литературы и в периодических изданиях.
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к выполнению лабораторных работ №3 и №4 находится в конспекте лекций в системе ОРИОКС (электронный ресурс). Для проверки уровня подготовки к занятию контрольные вопросы к лабораторным работам №3 и №4.
- ✓ Материал для подготовки рефератов можно найти в новых номерах периодических изданий и интернет ресурсах.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Мылов Г.В. Печатные платы: выбор базовых материалов / Г.В. Мылов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2016. - 172 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/90138> (дата обращения: 07.12.2020). - ISBN 978-5-9912-0486-6
2. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: Учебник / Н.К. Юрков. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2014. - 480 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/41019> (дата обращения: 07.12.2020). - ISBN 978-5-9912-0486-6
3. Грушевский А.М. Сборка и монтаж многокристальных микромодулей: Учеб. пособие / А.М. Грушевский; Под ред. Л.А. Коледова. - М. : МИЭТ, 2003. - 196 с.

Нормативная литература

1. ГОСТ Р 53429-2009 Платы печатные. Основные параметры конструкции : Национальный стандарт РФ : Введ. 01.07.2010. - М.: Стандартинформ, 2018. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200075977> (дата обращения: 16.11.2020)
2. ГОСТ Р 55490-2013 Платы печатные. Общие технические требования к изготовлению и приемке: Национальный стандарт РФ : Введ. 03.03.2014. - М.: Стандартинформ, 2014. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200105321> (дата обращения: 16.11.2020)
3. ГОСТ Р 56251-2014 Платы печатные. Классификация дефектов: Национальный стандарт РФ : Введ. 01.06.2015. - М.: Стандартинформ, 2014. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114718> (дата обращения: 16.11.2020)
4. ГОСТ Р 55693-2013 Платы печатные жесткие. Технические требования: Национальный стандарт РФ : Введ. 01.06.2014. - М.: Стандартинформ, 2014. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200107964> (дата обращения: 16.11.2020)
5. ГОСТ ИЕС 62326-4-1-2013 Платы печатные. Часть 4-1. Жесткие многослойные печатные платы с межслойными соединениями. Технические условия. Требования соответствия. Классы качества А, В, С: Межгосударственный стандарт: Введ. 01.03.2015. - М.: Стандартинформ, 2014. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200113354> (дата обращения: 16.11.2020)
6. ГОСТ 3.1428-91 Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила оформления документов на технологические процессы (операции) изготовления печатных плат : Межгосударственный стандарт: Введ. 01.01.1993. - М.: Издательство стандартов, 2003. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012200> (дата обращения: 16.11.2020)

Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ЭЛЕКТРОНИКА : научно-технический журнал / ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : МИЭТ, 1996 - . - URL: <http://ivuz-e.ru/> (дата обращения: 28.06.2021). - Режим доступа: свободный, до текущего года; Переводная версия RUSSIAN MICROELECTRONICS (составной журнал), SEMICONDUCTORS (составной журнал). - ISSN 1561-5405 (Print); 2587-9960 (Online). - Текст : электронный
2. ИНЖЕНЕРНЫЙ ВЕСТНИК ДОНА : научный журнал : сетевое издание / Ростовское региональное отделение Российской Инженерной Академии. - Ростов-на-Дону : Северо-Кавказский НЦ ВШ ЮФУ, 2007 - . - URL: <http://www.ivdon.ru/> (дата обращения: 02.07.2021). - Режим доступа: свободный. - ISSN 2073-8633. - Текст : электронный

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: 30.10.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

2. SCOPUS: Библиографическая и реферативная база данных научной периодики: сайт. - URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
3. Электронный фонд правовой и нормативно технической документации - Консорциум «Кодекс» : Версия сайта: 2.2.27. – Москва, 2021. - URL: <http://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 30.10.2020)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина может быть реализована в трёх вариантах обучения: в традиционном, дистанционном и смешанном.

При дистанционном обучении лекции и практические занятия проводятся в онлайн режиме по Skype, запись которых выкладывается в Youtube и доступна для студентов через ссылку в системе ОРИОКС. Лабораторные занятия проводятся посредством удаленного доступа к рабочим местам в компьютерном классе МИЭТ через TeamViewer совместно с онлайн взаимодействием в Skype. Защита выполненных лабораторных работ осуществляется путем демонстрации экрана рабочего места с помощью функции в Skype.

Смешанное обучение основано на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, часть учебных занятий проходит с использованием взаимодействия студентов и преподавателя в электронной образовательной среде.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы (<http://orioks.miet.ru>): электронные версии лекций, лабораторных работ, практических занятий и другие.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта преподавателя, Вконтакте, Skype, Google диск и др.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды 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
Учебная аудитория № 4308 «Учебно-научный центр проектирования Mentor Graphics - МИЭТ»	Компьютеры (Intel Core i5), мультимедийное оборудование	Mentor Graphics (маршрут Expedition Enterprise), Microsoft Office

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 Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер
--	---	--

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **ПК-6.ТППиМ**. Способен применять знания технологий производства печатных плат и микросборок при конструировании микросистем.

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

Для формирования подкомпетенции и приобретения необходимых знаний, умений и опыта деятельности в рамках изучения данной дисциплины проводятся интерактивные лабораторные работы. На занятиях активно используются учебные видеоролики.

Интерактивная работа (в диалоговом режиме) предусмотрена при проведении **лабораторных работ**. При защите лабораторных работ преподаватель формулирует вопрос, ответ на который является предметом дискуссии (М1, М2). Совместно разбираются конкретные профильные вопросы, с которыми студенты сталкиваются на производственной практике или при выполнении реферата по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов подготовку к лабораторным работам, контрольной работе и контрольному мероприятию для проверки подкомпетенции, изучение литературы (учебных пособий, нормативных документов, периодических изданий, интернет ресурсов) с целью более глубокого освоения изучаемой темы и выполнение тестов. Предусматривается выполнение реферата по теме, вынесенной на самостоятельную проработку.

Позиционирование модулей:

- М1, М2 изучаются в указанной последовательности, т. к. логически вытекают один из другого и дают необходимую сумму знаний, умений и навыков для того, чтобы разбираться в области современных технологий изготовления печатных плат и микросборок.

11.2. Система контроля и оценивания

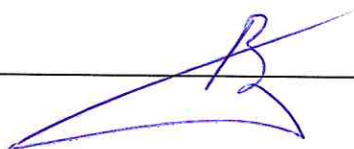
Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме до 80 баллов), активность и посещаемость студентов (в сумме до 20 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 в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

РАЗРАБОТЧИК:

Старший преподаватель _____ Вертянов Д.В.



Рабочая программа дисциплины «Технология производства печатных плат и микросборок» по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленности (профилю) «Комплексное проектирование микросистем» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании Института НМСТ 27 мая 2025 года, протокол № 11.

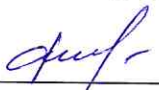
Директор Института НМСТ  Тимошенко С.П.

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