Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
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
«14» мая 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»

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

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 IEC 62326-4-1-2013 Платы печатные. Часть 4-1. Жесткие многослойные печатные платы с межслойными соединениями. Технические условия. Требования соответствия. Классы качества A, B, C: 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_____Тимошенков 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