

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ретова
Дата подписания: 08.07.2026 16:54:45
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
«07» 07 2026г.
М.П.

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»

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-6 «Способен выполнять проектирование и конструирование микросистем средствами САПР 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 подкомпетенций
ПК-6.ТППиМ. Способен применять знания технологий производства печатных плат и микросборок при конструировании микросистем	Разработка проектноконструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Знания: технологий производства и конструктивнотехнологические 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	16	16	-	76	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Односторонние и двусторонние платы для микросистем	8	8	-	34	Защита лабораторных работ №1 и №2
					Сдача реферата
					Тестирование №1
2. Многоуровневая коммутация в печатных платах и микросистемах	8	8	-	42	Защита лабораторных работ №3 и №4
					Тестирование №2
					Сдача реферата
					Контрольная работа

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Назначение ПП в РЭА; история развития конструкций и технологий ПП; уровень интеграции, место ПП на шкале степени интеграции; классификация ПП; базовые материалы ПП.
	2	2	Типовые конструкции ПП в процессе их развития; основные технологии изготовления ПП; конструкция современных сложных ПП; алгоритм разработки конструкторской документации; состав КД на ПП.
	3	4	Технологическая подготовка ПП; фотошаблон: материалы, типы, свойства; изготовление ФШ; фотошаблон: прямые/зеркальные, позитивные/негативные; точность ФШ.
2	4	4	Организация производства, структура простой 4-х слойной платы, технологические ограничения, основные этапы изготовления на примере 4-х слойной платы
	5	4	Технологии многослойных ПП, финишные покрытия, паяльная маска, финишный контроль ПП

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

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

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	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. 5 Влияние класса точности на технологию изготовления. Последовательность составления конструкторской и технологической документации на изделие.
	10	Подготовка к тестированию по модулю №1: работа с ресурсами ОРИОКС, ресурсами Интернет, с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями
	4	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. Изготовление вспомогательного материала – фотошаблонов и бесшаблонное производство
	16	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.
	10	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

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
		плат. Технологии изготовления микросборок: 3D-mid, 3D-plus, TSV.
	16	Выполнение реферата по выбранной теме
	8	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// URL: , <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;
- ✓ Сценарий дисциплины.

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: 11.06.2026). - ISBN 978-5-9912-0486-6;
2. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учебник для вузов / Н. К. Юрков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 476 с. — ISBN 978-5-507-54740-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/510386> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
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.: Стандартиформ, 2018. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200075977> (дата обращения: 11.06.2026)
2. ГОСТ Р 55490-2013 Платы печатные. Общие технические требования к изготовлению и приемке: Национальный стандарт РФ : Введ. 03.03.2014. - М.: Стандартиформ, 2014. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200105321> (дата обращения: 11.06.2026)
3. ГОСТ Р 56251-2014 Платы печатные. Классификация дефектов: Национальный стандарт РФ : Введ. 01.06.2015. - М.: Стандартиформ, 2014. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114718> (дата обращения: 11.06.2026)
4. ГОСТ Р 55693-2013 Платы печатные жесткие. Технические требования: Национальный стандарт РФ : Введ. 01.06.2014. - М.: Стандартиформ, 2014. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200107964> (дата обращения: 11.06.2026)
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.: Стандартиформ, 2014. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200113354> (дата обращения: 11.06.2026)

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: 11.06.2026)

Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ЭЛЕКТРОНИКА : научнотехнический журнал / ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : МИЭТ, 1996 - . - URL: <http://ivuz-e.ru/> (дата обращения: 11.06.2026). - 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. - Ростовна-Дону : Северо-Кавказский НЦ ВШ ЮФУ, 2007 - . - URL: <http://www.ivdon.ru/> (дата обращения: 11.06.2026). - 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: 11.06.2026). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 11.06.2026). - Режим доступа: для авториз. 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: 11.06.2026).

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 Yandex телемост, запись которых выкладывается на Yandex-диск 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 Yandex телемост. Защита

выполненных лабораторных работ осуществляется путем демонстрации экрана рабочего места с помощью функции в Yandex телемост.

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, Yandex телемост, Yandex 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	Компьютеры (Intel Core i5), мультимедийное оборудование	Mentor Graphics (маршрут Expedition Enterprise), Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

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.

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

1.1. 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.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лабораторным занятиям, а также к тестам. При этом студент использует литературу, библиотеку электронных модулей, Интернет-ресурсы.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

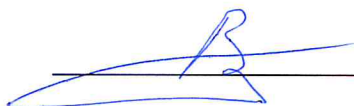
Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 80 балла), активность в семестре (в сумме до 20 баллов).

По завершению изучения дисциплины предусмотрен дифференцированный зачет, 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: <https://orioks.miet.ru>.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института НМСТ, к.т.н,

 / Д.В. Вертянов /

Рабочая программа дисциплины «Технологии 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 Ученого совета Института/ НМСТ 2026 года, протокол № 9 от 28.05.2026.

Директор института НМСТ

 / Тимошенко С.П./

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

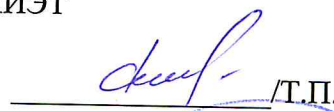
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

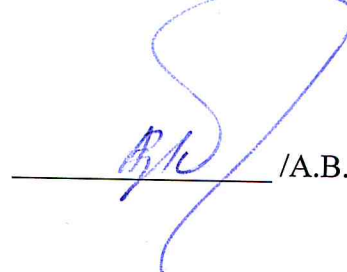
 /И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 /Т.П. Филиппова/

Генеральный директор
АО «НПП «ОПТЭКС»

 /А.В. Любимов/