

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 18.06.2026 11:53:38
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

«31» декабря 2025 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология производства электронных средств»

Направление подготовки – 27.03.05 «Инноватика»

Направленность (профиль) – «Инноватика и управление наукоемким производством»

Москва 2025

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ.

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-6 Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения.	ОПК-6.ТПЭС Способен выбирать технологии создания электронных средств	Знает принципы построения технического задания на разработку технологических процессов; Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке технологической документации; Имеет опыт оформления технологической документации в соответствии со стандартами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине:

Знание актуальных российских и зарубежных источников информации, основных видов физических и математических моделей наукоемких изделий микро- и нанoeлектроники.

Умение критически анализировать и синтезировать информацию об наукоемких изделиях, строить физические и математические модели изделий микро- и нанoeлектроники, проводить оценочные расчеты характеристик электронных компонентов.

Владеет навыками практического применения физических и математических моделей наукоемких изделий, навыками поиска, сбора и обработки, критического системного анализа и синтеза информации при управлении высокотехнологичным производством.

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)		
3	6	5	180	32	32	-	80	Экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
1. Технологические процессы производства	12	-	16	40	Интерактивный опрос по заданиям для самостоятельного выполнения индивидуальных практических работ
					Допуск к лабораторным работам и защита работ. №1, №2, 4
2. Сборка, монтаж, контроль ЭС	20	-	16	40	Интерактивный опрос по заданиям для самостоятельного выполнения индивидуальных практических работ
					Допуск к лабораторным работам и защита работ. №3, №5, №6, №7
					Рубежный контроль (тестирование)
					Сдача и защита ИЗ

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Общие вопросы технологии ПЭС: термины, перспективы развития ЭС, проблемы технологий ПЭС и пути их решения. Конструкторская и технологическая документации (КД и ТД), ЕСКД и ЕСТД.
	2	2	Проектирование и моделирование ТП, компьютерное моделирование (особенности проектирования при использовании САПР ТП; примеры моделирования ТП и их структурных единиц с использованием дисперсионного, регрессионного и других видов анализов).
	3	2	Автоматизация ТП, в том числе гибких, понятие о компьютерно - интегрированных производствах (КИП): жёсткая и гибкая автоматизация, уровень автоматизации ТП, критерии их оценки; гибкие производственные системы (ГПС), их структура и назначение; специфика организации и структура КИП (аппаратные и программные).
	4	2	Коммутационные устройства: печатные платы (ПП) и их конструкторско-технологические разновидности.
	5	2	Технологии реализации односторонних и двухсторонних ПП (ОПП и ДПП) (технологии металлизации, получения рисунков коммутации и др.).
	6	2	Изготовление кросс-плат, шлейфов, плоских кабелей, жгутов, а также проводных и тканых плат; многослойные коммутационные платы (МКП).
2	7	2	Технология высокоточной сборки и высокоплотного монтажа электронных устройств (ЭУ): современные корпуса и конструкции компонентной базы (разновидности, характеристики, материалы); особенности технологий в ТПМ.
	8	2	Технология высокоточной сборки ЭС: материалы припоев, входной контроль по основным показателям; сборочные операции при индивидуальной и автоматизированной их реализации (низкий, средний и высокий уровни автоматизации сборки); точность выполнения сборочных операций.
	9	2	Исследование методов микроконтактирования при монтаже ЭС: контактолы, материалы и применимость метода; (накрутка и др.).
	10	2	Узловой высокоплотный монтаж ЭС: способы пайки, технологическое оборудование, оснастка, технологические среды;
	11	2	Автоматизация процессов монтажа (последовательный, последовательно-групповой и симультанный монтаж) узлов ЭС, их сравнительные характеристики, оборудование и технологические среды.
	12	2	Технология регулировки и наладки ЭУ: особенности выполнения технологических операций для выполнения регулировки и наладки ЭУ (разновидности алгоритмов реализации ТП); выбор измерительных средств.

	13	2	Доведение контролируемых параметров до требуемых значений, устранение несоответствий; регулировка микропроцессорных устройств; способы тестирования; испытания ЭУ в процессе регулировки и наладки.
	14	2	Технология герметизации ЭС: конструкции и методы их герметизации; выбор материалов для корпусной герметизации и бескорпусной защиты конструктивов ЭС.
	15	2	Качество и надёжность ЭС; оценка технологичности модулей: группы показателей качества; понятия об отказах и дефектах при изготовлении ЭС и их конструктивов; роль тестирования и испытаний в обеспечении технологической надёжности ЭС; ускоренные испытания.
	16	2	Возможности автоматизации технологического оборудования для процесса герметизации; контроль герметичности; надёжность ЭС на этапе герметизации. Использование экспресс - методик при оценке качества конструктивов ЭС на разных этапах их изготовления.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные занятия

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	4	Технология изготовления пассивной части микросборок Цель работы: 1) изучить основные методы и особенности получения тонких пленок в вакууме; 2) ознакомиться с технологическим процессом изготовления тонкопленочной части микросборок методом термического испарения в вакууме; технологическим и контрольным оборудованием; 3) приобрести практические навыки работы с технологическим и контрольным оборудованием; 4) оценить качество получаемых пленок.
	2	4	Изучение технологии изготовления печатных плат с высокой плотностью коммутации. Цель - ознакомление с конструкторско-технологическими разновидностями печатных плат, технологическими процессами их изготовления и со спецификой их автоматизированного производства; приобретение практических навыков изготовления печатных плат по субтрактивной технологии в лабораторных условиях.
	4	4	Изучение технологического процесса регулировки функционального узла Цель- 1) изучить методы и средства реализации технологического процесса регулировки (наладки) функционального узла (ФУ); 2)

			изучить технологические операции контроля, тестирования, идентификации и др.; 3) приобрести практические навыки работы по регулировке конкретного цифрового ФУ
	8	4	Проектирование производственных подразделений. Цель - ознакомление с основными положениями руководящих материалов, используемых при подготовке производства на этапе проектирования производственных помещений и приобретение навыков в выполнении планировок производственных подразделений.
2	3	4	Сборка и монтаж функционального узла на печатной плате. Цель - ознакомление с технологическими процессами сборки монтажа функциональных узлов на печатных платах, а также со спецификой автоматизированных сборки и монтажа; приобретение практических навыков в технике реализации сборочно-монтажных операций и оценки их качества.
	5	4	Аналитическая оценка преимуществ электронных устройств, выполненных применением техники поверхностного монтажа. Цель -1) изучение и анализ конструкторско-технологических особенностей разработки функциональных устройств - ячеек ЭВС с различной степенью смешанности компонентов и их сравнительная оценка по конструкторско-технологическим критериям; 2) изучение особенностей технологии изготовления высокоплотно скомпонованных ячеек ЭВС с применением техники поверхностного монтажа.
	6	4	Сборка и монтаж функциональной ячейки на многослойной керамической плате. Цель -1)ознакомиться с реальным изделием, изготовленным с применением техники поверхностного монтажа (ТПМ); 2) изучить основные технологические операции изготовления многослойных керамических коммутационных плат (КП), а также элементную базу и материалы, используемые для создания функциональной ячейки с применением данной КП; 3) изучить специфику сборки и высокоплотного монтажа при изготовлении функциональной ячейки на многослойной керамической КП.
	7	4	Сборка и монтаж функциональной ячейки на многослойной полиимидной плате. Цель -Ознакомиться с реальным изделием, изготовленным по технологии поверхностного монтажа и изучить основные технологические операции его изготовления, включая особенности реализации техники поверхностного монтажа; изучить технологические операции процесса изготовления многослойной полиимидной коммутационной платы, предназначенной для сборки на ней поверхностно-монтируемых компонентов, как базового конструктива рассматриваемого изделия.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Подготовка к лабораторным занятиям, лекциям
	12	Подготовка к защитам лабораторных работ
	18	Выполнение индивидуального задания
2	10	Подготовка к выполнению лабораторных работ
	12	Подготовка к Рубежному контролю (тестирование)
	18	Выполнение и защита Индивидуального задания

4.5. Примерная тематика курсовых работ

Не предусмотрена

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1 «Технологические процессы производства»

- ✓ Методические указания студентам по выполнению ЛР приведены в сборнике лабораторных работ, конспекты лекций, учебно-методические рекомендации и требования к выполнению индивидуального задания представлены в МУС.

Модуль 2 «Сборка, монтаж, контроль ЭС»

- ✓ Методические указания студентам по выполнению ЛР приведены в сборнике лабораторных работ, конспекты лекций, учебно-методические рекомендации и требования к выполнению индивидуального задания, критерии оценивания представлены в МУС.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Конструкции и технологии изготовления компонентов и узлов электронных средств: Учеб. пособие / Б.М. Симонов, О.М. Бритков, А.С. Тимошенко; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ", Институт нано- и микросистемной техники; Под ред. С.П. Тимошенко. - М. : МИЭТ, 2018. - 232 с.
2. Технология сборки и монтажа : учебное пособие для вузов / Х. М. Рахимьянов, Б. А. Красильников, Э. З. Мартынов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 241 с. Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/412821> (дата обращения: 27.09.2025).

3. Проектирование МЭМС-устройств: Учеб. пособие / А.С. Шалимов, Е.С. Кочурина; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. С.П. Тимошенкова. - М. : МИЭТ, 2018. - 108 с.

Дополнительная литература

1. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / С.П. Тимошенков, Б.М. Симонов, В.Н. Горошко. - М. : Юрайт, 2017. - 502 с.
2. Компоненты электронной аппаратуры/ Б.М. Симонов, О.М. Бритков, А.С. Тимошенков; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. С.П. Тимошенкова. - М. : МИЭТ, 2017. - 280 с

Периодические издания

1. Известия вузов. Электроника: Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 .
2. Электронная техника. Серия 3. Микроэлектроника : научно-технический журнал / научно-исследовательский институт молекулярной электроники. - М. : НИИМЭ, 2014.
3. Наноиндустрия: Научно-технический журнал / РИЦ Техносфера. - М. : Техносфера, 2007 -. - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=25919> (дата обращения: 27.09.2025).
4. Электронные информационные системы : Научный журнал / Научно-технический центр ЭЛИНС. - М. : НТЦ ЭЛИНС, 2014 -. - URL: <http://www.elins-journal.ru/> (дата обращения: 27.09.2025).

7. ПЕРЕЧЕНЬ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. SCOPUS: Библиографическая и реферативная база данных научной периодики: сайт. www.scopus.com/ (дата обращения: 27.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 -. URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 27.09.2025). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Электронно-библиотечная система Лань: сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 27.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. Znanium.com : Электронно-библиотечная система : сайт. - Москва, 2011 - . - URL: <https://new.znanium.com/> (дата обращения: 27.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
5. ЭБС Юрайт : biblio-online.ru: образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://www.biblio-online.ru/> (дата обращения: 27.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение: аудиторное обучение при проведении лабораторных работ, интерактивных лекционных занятий,

выполнения тестирования; дистанционное обучение в виде проведения *on-line* лекций и практических занятий по Skype.

Лекции-конференции проводятся с применением презентаций и видео фильмов, сопровождаются комментариями и обсуждением.

Лабораторные занятия проводятся с малыми группами (по 3 человека) по темам лабораторных работ. Вариант задания формулируется и уточняется преподавателем. Студенты самостоятельно распределяют выполнение работы (планирование работы, проведение предварительных расчетов, проведение собственно эксперимента, запись результатов, их обработка, формулировка выводов, оформление итогового отчета, с финальной защитой полученных результатов.

СРС - работа в диалоговом режиме. Работа предусмотрена при проведении консультационных занятий при выполнении студентом курсовой работы. Разбор конкретной задачи и (или) методики выполнения того или иного задания работы, применительно к процессу, структуре или конкретному электронному устройству или ФУ. Оценивается степень усвоения пройденного материала, уровень аргументации мнения и владения устной речью. Предварительно преподаватель формулирует вопрос, ответы на который являются предметом обсуждения и дискуссии.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы (<http://orioks.miet.ru>). В ОРИОКС для методического сопровождения и выполнения всех заданий СРС размещены презентации, видеоматериалы, примеры выполняемых заданий.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта преподавателя, Скайп.

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
«Лаборатория технологии МЭА» аудитория 4226	Установка вакуумная УВН; Установка экспонирования ЭМ-576; Установка УНФ СИ-200; Установка сварки м/с Т-117; Установка ПЛАЗМА-600Т; Вакуумметр ВИТ-2; Мультиметр; Тераомметр Е6-13А; Измеритель цифровой Е7-8; Измеритель цифровой Е7-12; Измеритель иммитат. Е7-20; Измеритель RLC Е7-22; Вольтметр Agilent 34405А; Генератор Г-33; Источник питания ЛИПС; Осциллограф С1-65А;	Не требуется

	Осциллограф Tektronics TDS 1001B; Лабораторный измерительный стенд; Испытательный стенд PCE-FTS50; Вакуумная сушка SPT-200; Шкаф химический (типа 2Ш-НЖ); Мешалка магнитная MS-MP4; Термошкаф «Электродело»; Микроскоп МБС-9; Микроскоп-интерферометр МИ-4; Весы технические	
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

ФОС по подкомпетенции **ОПК-6.ТПЭС** «Способен выбирать технологии создания электронных средств».

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

Качественное обучение студентов – активная работа на лекциях, мобилизация внимания к излагаемому материалу, последовательное усвоение материала, умение записывать основные положения, категории, обобщения, выводы, собственные мысли, замечания, вопросы.

Лекции проводятся в мультимедийной аудитории в виде презентаций. Конспекты лекций в формате ppt в электронном виде доступны для студентов, с ними можно продолжить работу дома, внося дополнения. Изучение и отработка прослушанных лекций экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

Максимальная эффективность от работы на лекциях достигается при предварительной подготовке к ней – студент должен ознакомиться с предстоящей темой лекции и основными ее 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.

Задания для самостоятельной работы студентов должны углублять и расширять знания по дисциплине. СРС не является простым продолжением учебной работы.

Предлагаемый студентам для выполнения СРС материал доступен и соответствует уровню развития студентов. Работа над заданием ведется самостоятельно в аудитории и дома. Каждый этап проверяется и оценивается преподавателем, прорабатываются сложные моменты, выдаются рекомендации. Для эффективности СРС необходимо обеспечение правильного сочетания объемов консультационной и самостоятельной работы. Преподаватель ведет систематический учет выполнения этапов работы, записывает свои рекомендации, советы, поручения, данные студенту, промежуточные сроки выполнения работы, замечания по каждому этапу работы, относящиеся к ее качеству, и общую оценку работы по ходу ее выполнения.

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 74 балла) и сдача экзамена (26 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету.

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 студенту в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

При начислении баллов действуют следующие правила:

1) По каждому контрольному мероприятию установлено минимальное засчитываемое число баллов, соответствующее усвоению дисциплины на базовом уровне.

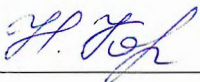
2) Неявка в дни защиты лабораторной работы приравнивается к неуспешной сдаче этих контрольных мероприятий, т.е. 0 баллов.

3) Если студент не набрал минимальное число баллов по контрольному мероприятию, он должен предоставить необходимые для успешной защиты контрольных мероприятий материалы *в течении недели или в дни консультаций*. В этом случае количество проставляемых баллов зависит от полноты представленных материалов, усвоения материала студентом и определяется преподавателем в ходе беседы в рамках защиты лабораторной работы. Полученная таким образом оценка не подлежит перерассмотрению и считается окончательной по данному контрольному мероприятию.

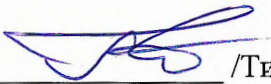
4) Если студент не предоставил материалы в течении недели для защиты пропущенного контрольного мероприятия, то, по усмотрению преподавателя, он может пройти защиту в дни консультаций или зачетной неделе на минимальный балл.

5) Если балл, полученный за вовремя сданное контрольное мероприятие, не устраивает студента, он может в течение недели исправить и вновь пройти защиту в соответствии с контрольным мероприятием (и получить оценку вплоть до максимальной).

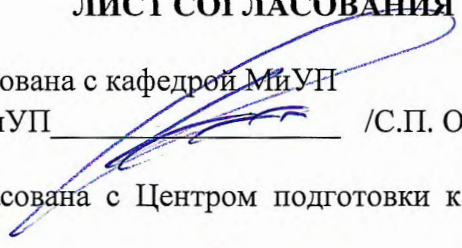
РАЗРАБОТЧИК:

Профессор Института НМСТ, д.х.н., доцент  /Коробова Н.Е./

Рабочая программа дисциплины «Технология производства электронных средств» по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», направленности (профилю) «Инноватика и управление наукоемким производством» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 29 октября 2015 года, протокол № 3.

Директор Института НМСТ  /Тимошенко С.П./

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с кафедрой МиУП
Заведующий кафедрой МиУП  /С.П. Олейник /

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

Начальник АНОК  /Никулина И.М./

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  /Филиппова Т.П./