

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  Ряжских В.И.
«21» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Технологии микросварки и пайки в изделиях
электронной техники»

Направление подготовки 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Профиль Технологии и оборудование сварочного производства

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2024

Автор программы  /Бокарев Д.И./

Заведующий кафедрой
Технологии сварочного
производства и диагностики  /Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП  / Селиванов В.Ф./

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Изучение теоретических основ и особенностей формирования микросварных и паяных соединений в изделиях электронной техники, технологии и оборудования.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- освоение способов микросварки и пайки;
- получение навыков разработки технологии микросварки и пайки на основе материала и конструкции изделия;
- изучение устройства, принципа работы и правил эксплуатации оборудования для микросварки и пайки.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технологии микросварки и пайки в изделиях электронной техники» относится к дисциплинам вариативной части блока ФТД.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технологии микросварки и пайки в изделиях электронной техники» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов сварки и родственных процессов в ходе подготовки производства новой продукции;

ПК-4 Способен выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении сварных конструкций в машиностроении.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать способы микросварки и пайки в изделиях электронной техники, способы контроля качества микросварных и паяных соединений
	уметь разрабатывать технологию микросварки и пайки
	владеть навыками подбора, настройки и эксплуатации технологического оборудования микросварки и пайки
ПК-4	знать способы микросварки и пайки в изделиях электронной техники, способы контроля качества микросварных и паяных соединений
	уметь разрабатывать технологию микросварки и пайки
	владеть навыками подбора, настройки и эксплуатации технологического оборудования микросварки и пайки

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологии микросварки и пайки в изделиях электронной техники» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	18	18
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	12	12
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	Нет	Нет
Самостоятельная работа	54	54
Курсовой проект (работа)	Нет	Нет
Контрольная работа	Нет	Нет
Виды промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
Аудиторные занятия (всего)	10	10
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	6	6
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	Нет	Нет
Самостоятельная работа	58	58
Курсовой проект (работа)	Нет	Нет
Контрольная работа	Нет	Нет
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Область применения, история развития, современное состояние и перспективы микросварки и пайки	Область применения, история развития, современное состояние и перспективы микросварки и пайки.	0,5	-	6	6,5
2	Классификация и технология микросварки	Ультразвуковая сварка (УЗС). Сварка давлением с косвенным импульсным нагревом (СКИН). Ультразвуковая сварка с косвенным импульсным нагревом (УЗ СКИН). Термокомпрессионная микросварка (ТКС). Односторонняя контактная сварка. Электроннолучевая сварка. Проволочный и беспроволочный монтаж. Параметры режима. Основные и вспомогательные материалы. Конструктивно-технологические особенности изделий электронной техники (ИЭТ). Проволока для монтажа, покрытия корпусов и кристаллов ИЭТ.	2	3	12	17
3	Классификация и технология пайки	Пайка выводов и кристаллов ИЭТ. Термоимпульсная пайка. Микropайка с косвенным подогревом без инструмента. Параметры режима. Основные и вспомогательные материалы. Флюсы.	2	3	12	17
4	Прочность и контроль микросварных и паяных соединений	Разрушающие и неразрушающие методы контроля. Механические испытания (на сдвиг (срез) и отрыв, механическое натяжение, обдув струей газа, воздействие линейных ускорений, центробежная сила, электромагнитный метод); микроскопическими исследованиями на шлифах химический анализ. Визуальный контроль под микроскопом; по топографии поверхности; оценка электрических параметров контактного соединения (сопротивления, емкости, спектра шума); контроль ультразвуковым резонансным методом; контроль по тепловым параметрам; контроль по минимально заданному усилию на отрыв; обдув струей газа под давлением; рентгеновский контроль; электромагнитное воздействие. Статические и динамические испытания.	1	3	12	16
5	Оборудование для микросварки и пайки. Механизация и автоматизация	Установки для микросварки и пайки. Устройство, принцип работы, наладка и эксплуатация. Инструмент.	0,5	3	12	15,5
Итого			6	12	54	72

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Область применения, история развития, современное состояние и перспективы микросварки и пайки	-//-	0,5	-	10	10,5
2	Классификация и технология микросварки	-//-	1	1	12	14
3	Классификация и технология пайки	-//-	1	1	12	14
4	Прочность и контроль микросварных	-//-	1	2	12	15

	и паяных соединений					
5	Оборудование для микросварки и пайки. Механизация и автоматизация	-//-	0,5	2	12	14,5
Итого			4	6	58	68
Часы на контроль						4
						72

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать способы микросварки и пайки в изделиях электронной техники, способы контроля качества микросварных и паяных соединений	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать технологии микросварки и пайки	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками подбора, настройки и эксплуатации технологического оборудования микросварки и пайки	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать способы микросварки и пайки в изделиях	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	электронной техники, способы контроля качества микросварных и паяных соединений		программах	программах
	уметь разрабатывать технологию микросварки и пайки	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками подбора, настройки и эксплуатации технологического оборудования микросварки и пайки	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения, 9 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	знать способы микросварки и пайки в изделиях электронной техники, способы контроля качества микросварных и паяных соединений	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь разрабатывать технологию микросварки и пайки	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками подбора, настройки и эксплуатации технологического оборудования микросварки и пайки	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать способы микросварки и пайки в изделиях электронной техники, способы контроля качества микросварных и паяных соединений	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь разрабатывать технологию микросварки и	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	пайки			
	владеть навыками подбора, настройки и эксплуатации технологического оборудования микросварки и пайки	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

ПК-3 Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов сварки и родственных процессов в ходе подготовки производства новой продукции;	
ПК-4 Способен выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении сварных конструкций в машиностроении.	
1.	<i>При УЗС микросварных соединений применяется:</i> А) продольная колебательная система; Б) поперечная колебательная система; В) возможны оба варианта.
2.	<i>Температура нагрева соединяемых поверхностей деталей при УЗС обычно не превышает:</i> А) 0,3-0,5 от температуры плавления соединяемых материалов; Б) 0,1-0,3 от температуры плавления соединяемых материалов; В) свыше 0,5 от температуры плавления соединяемых материалов
3.	<i>При ТКС металлы нагреваются:</i> А) до температуры начала рекристаллизации (отжига) или несколько выше, но на 20 °С ниже самой низкой температуры эвтектики системы; Б) до температуры начала рекристаллизации (отжига) или несколько выше, но на 20 °С выше самой низкой температуры эвтектики системы; В) до температуры начала рекристаллизации (отжига).
4.	<i>ТКС выполняются соединения:</i> А) в нахлестку и в стык; Б) в нахлестку; В) в стык.
5.	<i>УЗС выполняются соединения:</i> А) в нахлестку и в стык; Б) в нахлестку; В) в стык.
6.	<i>При СКИН нагревают:</i> А) инструмент; Б) детали; В) предметный столик.
7.	<i>Какой метод контроля качества микросоединений в ИЭТ относится к разрушающим:</i> А) механическим натяжение проволоки; Б) ультразвуковой; В) визуализация тепловых полей.

8.	<i>К параметрам режима УЗС относятся:</i> А) усилие на инструменте, мощность УЗ-колебаний, время сварки; Б) усилие на инструменте, мощность УЗ-колебаний, температура; В) усилие на инструменте, частота УЗ-колебаний.
9.	<i>К параметрам режима ТКС относятся:</i> А) усилие на инструменте, мощность УЗ-колебаний, время сварки; Б) усилие на инструменте, температура, время сварки; В) усилие на инструменте, частота УЗ-колебаний.
10.	<i>Основная причина формирования температурных напряжений в ИЭТ:</i> А) различие в коэффициентах линейного расширения компонентов прибора; Б) влияние цикла сварки или пайки; В) работа прибора в агрессивных условиях.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Вопросы к зачету

1. Область применения микросварки и пайки.
2. Виды микросварки и их краткая характеристика.
3. Классификация видов пайки.
4. Флюсы, назначение, классификация и состав.
5. Оборудование для микросварки.
6. Оборудование для пайки.
7. Контроль качества микросварных соединений.
8. Контроль качества паяных соединений.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Аттестация студентов проводится по недифференцированной системе (зачет/незачет) со следующими критериями оценок. Студент может получить положительную аттестацию («зачет») по курсу только в случае выполнения практических заданий.

«Незачет» выставляется в случае отсутствия твердых знаний, или не выполнения студентом в целом критериев оценки.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Область применения, история развития, современное состояние и перспективы микросварки и пайки	ПК-3, ПК-4	Вопросы к зачету
2	Классификация и технология микросварки	ПК-3, ПК-4	Вопросы к зачету
3	Классификация и технология пайки	ПК-3, ПК-4	Вопросы к зачету
4	Прочность и контроль микросварных и паяных соединений	ПК-3, ПК-4	Вопросы к зачету

5	Оборудование для микросварки и пайки. Механизация и автоматизация	ПК-3, ПК-4	Вопросы к зачету
6	Введение. Область применения, история развития, современное состояние и перспективы микросварки и пайки	ПК-3, ПК-4	Вопросы к зачету

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Сборочные операции и их контроль в микроэлектронике: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" направления 210200 "Проектирование и технология электрон. средств" / Ю.С. Балашов, В.В. Зенин, Ю.Е. Сегал; М-во образования и науки Рос. Федерации, Воронеж. гос. техн. ун-т. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2004. - 229 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем: все необходимое учебно-методическое обеспечение представлено на сайте электронной информационно-образовательной среды ВГТУ <https://old.education.cchgeu.ru>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой. Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения практических занятий.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Технологии микросварки и пайки в изделиях электронной техники» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета выбора и расчета параметров микросварки и пайки, разработке технологии. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП