

ОТКРЫТЫЙ УРОК

НА ТЕМУ

«Монтаж SMD элементов на печатные платы»

МДК 01.01 Технология монтажа радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники

ПМ.01 Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов импульсной и вычислительной техники, в том числе:

Специальность/профессия 210401.02 Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов

Преподаватель: Ручко Виктор Михайлович

Москва,2014 г.

**План - сценарий урока**

МДК 01.01 Технология монтажа радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники

ПМ.01 Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов импульсной и вычислительной техники, в том числе:

Специальность/профессия 210401.02 Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов

**Группа 12РТ2МО1**

**Тема урока:** «Монтаж SMD элементов на печатные платы»

**Цель урока**: формирование у студентов практических навыков по монтажу SMD элементов на печатные платы

**Задачи урока:**

**1. Образовательная:**

●закрепить полученные ранее знания о планарных радиоэлементах их разновидностях, правилах установки на печатные платы, требования техники безопасности .

**2. Развивающая**: научить овладеть методикой и способами монтажа SMD элементов на печатные платы.

***Студенты будут знать***:

●методику и способы монтажа SMD элементов на печатные платы.

**Тип урока** – комплексное занятие, выполнение практических заданий.

**Организационные формы**: традиционные – беседа при формировании понятий, практический показ отдельных операций установки и пайки SMD элементов на печатные платы, оказание помощи при выполнении заданий.

**Методы обучения**:

●**по источнику знаний** – словесные, наглядные с использованием мультимедийных средств.

●**по характеру познавательной деятельности**: объяснительно - показательно - практическая работа;

**Оборудование:**рабочее место радиомонтажника, набор паяльного оборудования, мультиметры, набор SMD элементов, печатные платы,компьютер, мультимедийный проектор, экран, презентация (приложение 1 презентация.ppt).

**Источники информации:**

Основные источники:

1. Гуляева Л.Н. Высококвалифицированный монтажник радиоэлектронной аппаратуры. М, Академия . 2007
2. Гуляева Л.Н .Технология монтажа и регулировки радиоэлектронной аппаратуры. М, Академия . 2007

**Дополнительные источники:**

1. Горошков Б.И.Электронная техника. М.: Академия, 2005.
2. Журавлева Л.В. Радиоэлектроника. М.: Академия, 2005.
3. Каганов В.И. Радиотехника М.: Академия, 2006.
4. Каганов В.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Академия, 2003.
5. Куликов.Г.В. Бытовая аудиотехника. Устройство и ремонт. М.: ПрофОбрИздат, 2001.
6. Петров. В.П. Видеотехника. Ремонт и регулировка.. ПрофОбрИздат, 2002.
7. ТелешевскийБ.Е.Измерения в электро- и радиотехнике. М.: Высшая школа, 1984.
8. Ярочкина. Г.В. Радиоэлектронная аппаратура и приборы: монтаж и регулировка. М.: Академия, 2004.

**Справочники:**

1. Справочная книга радиолюбителя – конструктора/под ред. Н.И.Чистякова. М: Радио и связь, 1990.

Интернет ресурсы: http://www.you

**Структура урока**

Организационный момент (3мин.)

1. Актуализация опорных знаний и способов деятельности. Повторение пройденного материала (7 мин)
2. Постановка учебных задач урока (тема урока, цели урока) - 3 мин.
3. Формирование новых знаний -(20 мин.)
4. Закрепление новых знаний – практическая работа -(50 мин.)
5. Обобщение и систематизация знаний -( 5мин.)
6. Домашнее задание с пояснениями -( 2 мин.)

**ХОД УРОКА**

**1. Организационная часть 3минуты**

1.1. Приветствие

1.2. Проверка присутствующих

**2. Повторение пройденного материала.7 мин**

**3. Изложение нового материала 23 мин.**

**Вопросы, подлежащие изложению***:*

**3.1 Планарные радиоэлементы.**18 минут

3.1.1.Основные определения, классификация.

3.1.2. Методика монтажа и пайки SMDэлементов

**3.2. Особенности пайкиSMD элементов**5 минут

**4. Практическая работа50 минут**

4.1.Подготовка печатных плат кмонтажу SMD элементов5 минут

4.2.Монтаж SMD элементов30 минут

4.3. Демонтаж SMD элементовпаяльными станциями и

горячим воздухом 15 минуты

**5 Домашние задание 2 минуты**

**6. Подведение итогов 5 минут**

**2. Повторение пройденного материалапо теме:**

**Вопросы и ответы**

2.1 В каких единицах измеряется емкость конденсатора?

Ответ: пФ. nФ,мкФ, mФ, Ф.

2.2. В каких единицах измеряется величина (резисторов)?

Ответ: мОм, кОм, Ом.

2.3. . В каких единицах измеряется величина индуктивности?

Ответ: Гн, мГн, мкГн.

2.4. Назовите особенности при измерении электролитических конденсаторов?

Ответ: При проверке электролитических конденсаторов необходимо соблюдать полярность подключения щупов измерительного прибора.

**3.Изложение нового материала**

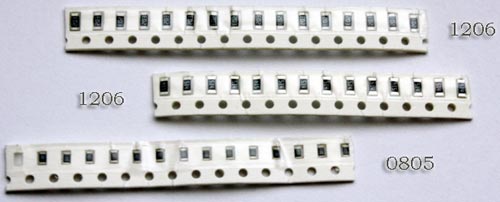
**Цель урока:**формирование у студентов практических навыков помонтажу SMD элементов на печатные платы

**Задачи урока**

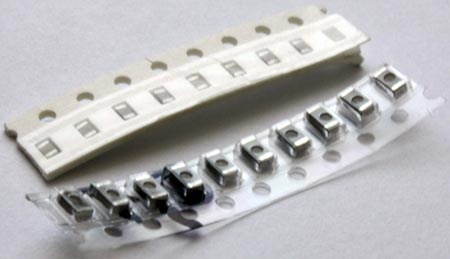
- научить овладеть методикой и способами по монтажу SMD элементов на печатные платы

- научить правильно пользоваться паяльными станциями, подбирать режимы их работы, дозировать флюсы и припои.

**3.1 SMDэлементы**

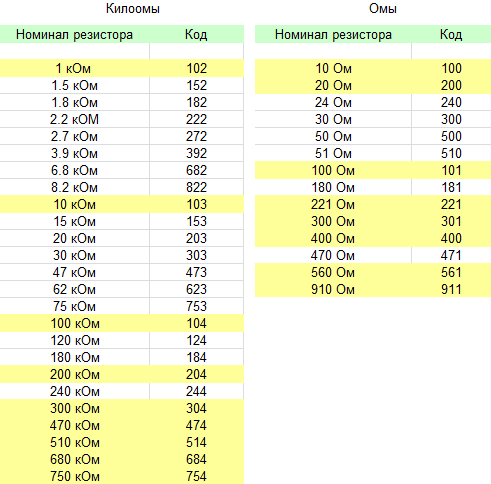


Конденсаторы:



Ниже дана более таблица с указанием размеров некоторых элементов:  
[0402] - 1,0 × 0,5 мм  
[0603] - 1,6 × 0,8 мм  
[0805] - 2,0 × 1,25 мм  
[1206] - 3,2 × 1,6 мм  
[1812] - 4,5 × 3,2 мм

Все чип резисторы обозначаются кодовой маркировкой, хоть и дана методика расшифровки этих кодов, многие все равно не умеют расшифровывать номиналы этих резисторов, в связи с этим я расписал коды некоторых резисторов, взгляните на таблицу.



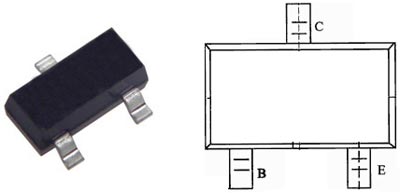
Что касается конденсаторов, они никак не обозначаются и не маркируются, поэтому, когда будете покупать их, попросите продавца подписать ленты, иначе, понадобится точный мультиметр с функцией определения емкостей.

**Транзисторы**

В основном радиолюбители применяют транзисторы вида SOT-23, про остальные я рассказывать не буду. Размеры этих транзисторов следующие: 3 × 1,75 × 1,3 мм.



Как видите они очень маленькие, паять их нужно очень аккуратно и быстро. Ниже данараспиновка выводов таких транзисторов:

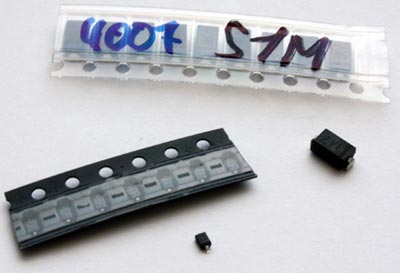


Распиновка у большинства транзисторов в таком корпусе именно такая, но есть и исключения, так что прежде чем запаивать транзистор проверьте распиновку выводов, скачав даташит к нему. Подобные транзисторы в большинстве случаев обозначаются с одной буквой и 1 цифрой.

**Диоды и стабилитроны**

Диоды как и резисторы с конденсаторами, бывают разных размеров, более крупные диоды обозначают полоской с одной стороны – это катод, а вот миниатюрные диоды могут отличаться в метках и цоколевке. Такие диоды обозначаются обычно 1-2 буквами и 1 или 2 цифрами.

Диоды:



Стабилитроны BZV55C:



Стабилитроны, так же как и диоды, обозначаются полоской с краю корпуса. Кстати, из-за их формы, они любят убегать с рабочего места, очень шустрые, а если упадет, то и не найдешь, поэтому кладите их например в крышку от баночки с канифолью.

**Микросхемы и микроконтроллеры**

Микросхемы бывают в разных корпусах, основные и часто применяемые типы корпусов показаны ниже на фото. Самый не хороший тип корпуса это SSOP – ножки этих микросхем располагаются настолько близко, что паять без соплей практически нереально, все время слипаются ближайшие вывода. Такие микросхемы нужно паять паяльником с очень тонким жалом, а лучше паяльным феном, если такой имеется, методику работы с феном и паяльной пастой я расписывал в этой [статье](http://cxem.net/beginner/beginner89.php).



Следующий тип корпуса это TQFP, на фото представлен корпус с 32мя ногами (микроконтроллер ATmega32), как видите корпус квадратный, и ножки расположены с каждой его стороны, самый главный минус таких корпусов заключается в том, что их сложно отпаивать обычным паяльником, но можно. Что же касается остальных типов корпусов, с ними намного легче.

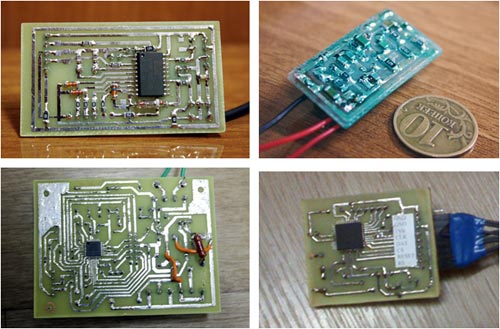
**Как и чем паять чип компоненты?**

Чип радиодетали лучше всего паять паяльной станцией со стабилизированной температурой, но если таковой нет, то остается только паяльником, обязательно включенным через регулятор! (без регулятора у большинства обычных паяльников температура на жале достигает 350-400\*C). Температура пайки должна быть около 240-280\*С. Например при работе с бессвинцовыми припоями, имеющими температуру плавления 217-227\*С, температура жала паяльника должна составлять 280-300°С.  В процессе пайки необходимо избегать избыточно высокой температуры жала и чрезмерного времени пайки. Жало паяльника должно быть остро заточено, в виде конуса или плоской отвертки.

**Рекомендации по пайке чип компонентов**

Печатные дорожки на плате необходимо облудить и покрыть спирто-канифольным флюсом. Чип компонент при пайке удобно поддерживать пинцетом или ногтем, паять нужно быстро, не более 0.5-1.5 сек. Сначала запаивают один вывод компонента, затем убирают пинцет и паяют второй вывод. Микросхемы нужно очень точно совмещать, затем запаивают крайние вывода и проверяют еще раз, все ли вывода точно попадают на дорожки, после чего запаивают остальные вывода микросхемы.

Если при пайке микросхем соседние вывода слиплись, используйте зубочистку, приложите ее между выводами микросхемы и затем коснитесь паяльником одного из выводов, при этом рекомендуется использовать больше флюса. Можно пойти другим путем, снять экран с экранированного провода и собрать припой с выводов микросхемы.



**Заключение**

Поверхностный монтаж позволяет экономить средства и делать очень компактные, миниатюрные устройства. При всех своих минусах, которые имеют место, результирующий эффект, несомненно, говорит о перспективности и востребованности данной технологии.

**1 способ: вручную.**

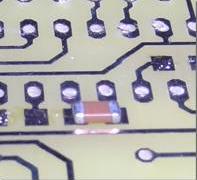
**Оборудование:**

* Хорошие глаза или лампа с лупой
* Паяльник (примерно 10В) с тонкой насадкой (1 мм)
* Припой диаметром не больше 0,6 мм

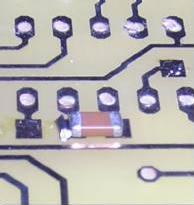
**Методика**  
1. Нарежьте припой по ширине ваших компонентов



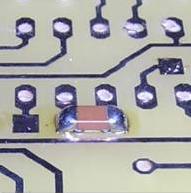
2. Установите компонент на место пайки



3. Поместите припой рядом с компонентом



4. Придерживайте компонент пальцем и припаяйте с одного конца, нагревая паяльником припой.  
5. Припаяв один конец, второй припаять обычным способом.



**2 способ: в печке.**

Вы паяете карты SMD и вам надоело паять вручную корпуса LQFP/TQFP64? Вы мечтаете о паяльной печи, но нет средств? Читайте дальше как сделать паяльную печь из обычной.



Изучите самостоятельно всю документацию по безопасности. Дальнейшие операции содержат определенный риск.

**Необходимое оборудование**

Минипечь, нагревающая до 250°C (отлично подойдет самая дешевая)



Термометр, позволяющий мерить температуру в пределах 20°C - 300°C. Автор использовал термопару К типа с мультиметром.



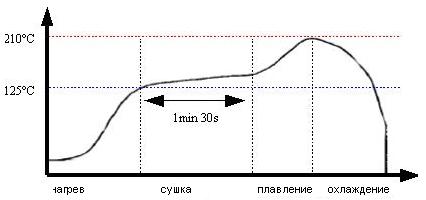
Крем для пайки (например крем для пайки, без очистки, 85% сплава Sn62Pb36Ag2, 15% флюса RM89, шприц 25 гр.)



Обычные иглы для шприца, диаметром минимум 1 мм.

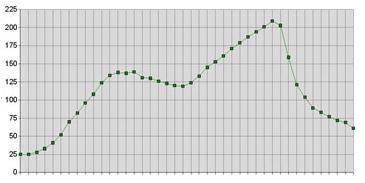


**Теория.**  
  
Пайка происходит в несколько этапов  
**1. Нагревание.** Постепенно увеличивается температура компонента и припоя.  
**2. Сушка.** Время, требуемое для действия флюса и его полного испарения. Равно 1 мн 30 сек.  
**3. Плавка.** Плавление крема для пайки и нагрев до максимальной температуры, которая равна температуре плавления крема + 20°C.  
**4. Охлаждение.**



Эта характеристика меняется в зависимости от крема для пайки. Смотрите документацию на ваш крем.

**Температурная характеристика печи.**  
Сделайте характеристику своей печи.  
1. Нагрейте печь до 125°C. Наклон кривой должен быть 1-4°C/мин.  
2. Остановите нагрев в течение 1 мин 30 с.  
3. Снова включите печь и нагревайте до 210°C.  
4. Выключите печь и откройте дверцу.  
  
Характеристика будет, например такой:



**Замечания**  
Скорость нагрева чуть меньше, советуемой производителем - ничего особенно страшного.

Этап сушки не очень стабилен. Если температура падает значительно, можете включить на чуть-чуть печь, чтобы температура не опускалась ниже 120°C.

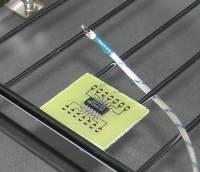
Плавка отличная.

Охлаждение, 1 этап хорош, но охлаждение замедляется с 80°C. В данном случае карту можно вытащить из печки при 80-70°C. Не вытаскивайте раньше, т.к. компоненты могут сдвинуться.  
  
На некоторых сайтах используется регулирование температуры на базе мк с введенной в память характеристикой крема. Принимая во внимание тепловую инерцию печки, этот способ кажется не особо полезным, к тому же и так работает...

**Первый тест**  
Нанесите **немного** крема на карту из расчета, что крем теряет примерно треть своего объема. Если крема будет лишку, он может растечься между ножками - придется зачищать.



Поставьте компонент и поместите плату в центр печки. Термопара должна находится как можно ближе к плате.



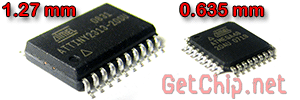
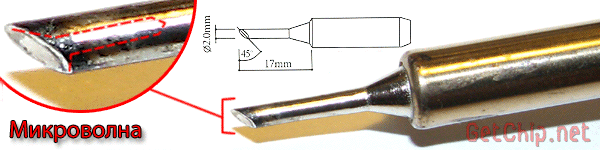
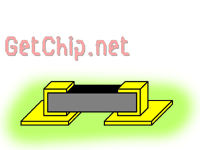
Установите температуру печи 250°C и включите оба сопротивления - верхнее и нижнее.  
  
При 125°C выключите печь на полторы минуты.  
Включите чтобы температура поднялась до 210°C.  
Сначала вы увидите как крем плавится, затем он трансформируется в капельки олова, которые зафиксируют ножки компонента на дорожках.  
При 210°C процесс закончен, можете выключить печь и открыть дверцу.

В итоге:



Вам остатлось только проверить, жив ли еще компонент ;)

**Что нужно знать**

* Горячий воздух окисляет дорожки, так что если вам потом вручную паять другие компоненты, это может слегка усложнить жизнь. Автор попробовал залуживать некоторые места на карте, до пайки в печи. После пайки в печи, дорожки были повреждены - потом практически невозможно нормально припаять что либо. Возможно это какая-нибудь несовместимость "холодного" залуживания и высоких температур. Одним из решений будет очистка дорожек от окисла с помощью смеси уксуса и соли, которая создает соляную кислоту, способную растворить окисел (используйте специальные перчатки или пинцеты). Не допускайте контакта кислоты с припаянными компонентами. Уберите кислоту с помощью губки.
* В креме для пайки присутствует модифицированная канифоль, которая создает пары, воспламеняющиеся при +100°C. Вобщем, постарайтесь не курить, открывая дверцу печки.
* Крем для пайки опасен! Читайте документацию на крем. Постарайтесь работать в вентилируемом помещении.
* Разглядывая меленькие ножки микросхемы, сразу возникает мысль о том, какое тонкое жало нужно взять, чтобы паять эти мелкие ножки и не насажать «соплей» между ними. В магазине находим конусное тонкое жало, цепляем его на паяльник, набираем маленькую капельку припоя и пытаемся иголкой-жалом обпаять каждую ножку отдельно. Получается долго, утомительно и не аккуратно. Данный подход, казалось бы, логичен, но в корне не верен! И вот почему – паять SMD компоненты помогают такие «страшные силы» как поверхностное натяжение, силы смачивания, капиллярный эффект и не использовать их значит сильно усложнять свою жизнь.
* **Как все должно проходить в теории?** Когда жало паяльника приложено к ножкам начинает действовать сила смачивания – олово под действием этой силы начинает «обтекать» ножку со всех сторон. Под ножку олово «затягивается» капиллярным эффектом одновременно начинается «смачиваться» контактная площадка под ножкой и на плате. Припой равномерно «заливает» площадку вместе с ножкой. После того как жало паяльника убрано от ножек и пока еще припой в жидком состоянии, сила поверхностного натяжения формирует из припоя каплю, не давая ему растекаться и сливаться с соседними ножками. Вот такие сложные процессы происходят при пайке. Но все эти процессы происходят сами собой, а от Вас требуется лишь поднести жало паяльника к ножке (или сразу к нескольким).
* На практике есть определенные проблемы с пайкой очень мелких SMD компонентов (резисторы, конденсаторы …) они могут во время пайки «прилипать» к жалу. Для того чтобы избежать такой проблемы нужно паять отдельно каждую сторону.
* Для того, чтобы добиться хорошей пайки, нужны определенные материалы и инструменты.  
  **Главным материалом**, обеспечивающим комфортную пайку, **является жидкий (ЛТИ 120)или гелеобразный (ТТ) флюс**. Он обезжиривает и снимает окислы с поверхности спаиваемого металла, что увеличивает силу смачивания. Кроме того, во флюсе припою легче образовать каплю, что препятствует созданию «перемычек-соплей»
* **Паяльник**. Очень хорошо если имеется регулировка температуры – можно не боятся перегреть компоненты. Оптимальная температура для пайки SMD компонентов находится в пределах 250-300 0С. Если нет паяльника с регулировкой температуры, тогда лучше применять низковольтный паяльник (12v или 36v мощность 20-30w) он имеет меньшую температуру жала. Самый худший результат дает обычный паяльник на 220v. Проблема в том, что температура жала у него слишком высока, из-за чего флюс быстро испаряется и ухудшается смачиваемость поверхности пайки. Большая температура не позволяет длительно греть ножку, из-за этого пайка превращается в нервное тыканье жалом в плату.
* **Жало у паяльника** должно иметь ровный рабочий срез (это может быть или классический «топорик», типа «отвертка»  или срез под 45 градусов).
* Жало-конус плохо подходит для пайки SMD компонентов – не паяйте им, намучаетесь. Очень хорошие результаты дает жало «микроволна» – это жало имеющее в рабочей плоскости отверстие. При помощи этого отверстия и капиллярного эффекта создаваемого в нем припой можно не только наносить, но и эффективно убирать излишки.   
  **Припой**. Очень удобен припой в тонкой проволочке диаметром 0.5мм.– легко дозировать. Не используйте припой без свинца (на него пытаются заставить перейти производителей электроники по причине вредности свинца). Из-за отсутствия в припое свинца значительно уменьшается сила поверхностного натяжения, паять обычным паяльником станет проблематично.  
  **Пинцет**. Тут без особенностей – подойдет любой удобный для Вас.
* **Технология пайки:**  
  Кладем на контактные площадки SMD компонент, обильно его смачиваем жидким флюсом, прикладываем жало паяльника к компоненту, припой с жала перетекает на контакты компонента и контактные площадки платы, убираем паяльник. Если компонент очень мелок или большой (жало не захватывает одновременно обе стороны) паяем каждую сторону отдельно, придерживая компонент пинцетом.  
  **Пайка микросхем:**Позиционируем микросхему так, чтобы ножки попали на свои контактные площадки, обильно смачиваем места пайки флюсом, припаиваем одну крайнюю ножку, окончательно совмещаем ножки с площадками (припаянная ножка позволяет, в определенных пределах, «вертеть» корпус микросхемы), припаиваем еще одну ножку по диагонали, после этого микросхема надежно закреплена и можно спокойно пропаивать остальные ножки. Паяем не спеша, проводя жалом по всем ножкам микросхемы. Если образовались перемычки нужно очистить жало от избытка припоя, обильно смазать перемычки жидким флюсом и повторно пройтись по ножкам. Лишний припой заберется жалом.

Закрепление нового материала

*Вопрос №1.*Какое время пайки SMD элементов?

Ответ: Время пайки не более 2 секунд.

*Вопрос №2. Как паять микросхемы?*

Ответ: Микросхемы установить на контактные площадки, припаять выводы по диагонали, проверить совпадение всех ножек, далее провести пайку остальных выводов.

**Домашнее задание:**

**1.** Работа с опорным конспектом**.**

**2.** В интернете в разделе «Радио начинающим» найти пройденную тему, еще раз внимательно ознакомиться с материалом пройденной темы.