

Рекомендации по сборке

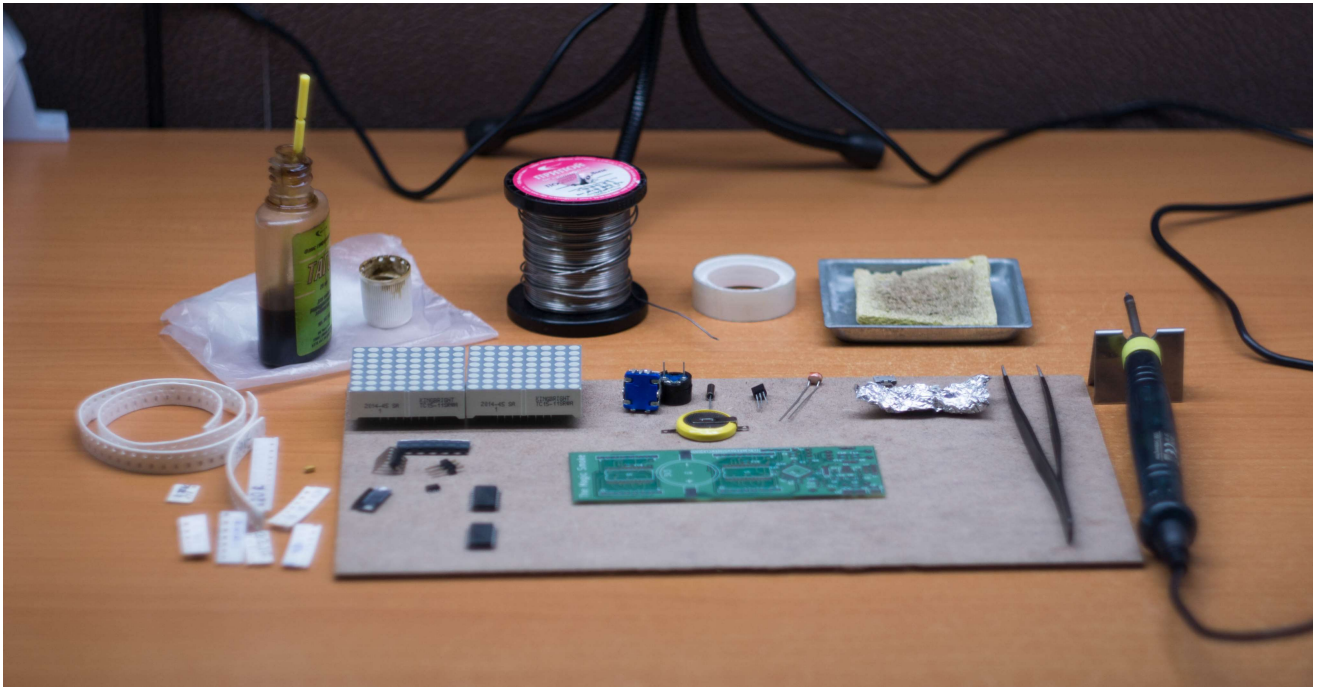
Помните, что качество инструмента во многом определяет выходное качество любого изделия. Если вы очень талантливы, то, конечно, сможете сыграть сложное произведение на одной струне скрипки, как Никколо Паганини, однако мастерство приходит с опытом, и не стоит переоценивать свои способности — приобретите качественный инструмент, он сослужит вам верой и правдой долгое время. Не хочется давать рекомендации о покупке паяльников или паяльных станций определенных производителей (хотя немного «рекламы» всё же будет) — изучите рынок самостоятельно. Тем не менее, кое-что сказать стоит.

- «Сердцем» любого паяльника является нагревательный элемент. Они бывают разными: нихромовая спираль, керамический стержень, катушка индуктора или даже газ. Самый дешёвый и простой вариант — паяльник с нихромовой спиралью, он достаточно неприхотлив в эксплуатации. Если вы собираетесь паять часто, то лучше взять паяльную станцию, например [МК936](#). Ещё один бюджетный вариант — это китайский USB-паяльник (плата по курсу в видео была спаяна им).
- Рабочая часть паяльника — жало. Они также могут быть выполнены из разных материалов и принимать разнообразные формы. Самый простой — медный стержень. Прямо сказать, не самый удачный вариант для поверхностного монтажа. Приобретите паяльник с узким четырехгранным жалом, у которого имеется специальное защитное покрытие. Пример такого жала — R-48A.
- Паяльники, в отличие от станций, зачастую не позволяют регулировать температуру жала. Тем не менее, это очень важно — если температура будет слишком большой, то припой будет попросту обгорать, образуя черные фракции. Узнайте рабочую температуру вашего паяльника и подберите соответствующий припой.
- Припои бывают разного вида и состава. В последнее время имеется тенденция отказа от сплавов, содержащих свинец (Pb), так как последний (его пары) пагубно влияет на здоровье монтажника. Бессвинцовые сплавы имеют более высокую температуру плавления. Если вы не планируете постоянно заниматься пайкой, то можете приобрести свинцовый припой (например, самый распространённый — 60/40 Alloy, также известный как ПОС-61 ¹, с температурой плавления 183°C), т. к. его воздействие на организм будет минимальным при ваших объемах работ. Диаметр нити может быть разным, лучше взять потоньше.
- Помимо припоя вам потребуется поверхностно активное вещество под названием флюс, которых на рынке целый букет. В процессе нагрева металл окисляется, и припой перестает смачивать поверхность. Флюс «размывает» оксидную пленку и способствует пайке. Существуют активные и нейтральные флюсы. К последнему относится канифоль (очищенная сосновая смола). Пайка смолой не очень удобна, по этой причине её разводят в спирте и смачивают этим раствором детали, которые паяют. Такой флюс пассивен, т. е. не требует последующей отмывки и является диэлектриком. Купите ЛТИ-120. Также неплохой флюс — ТАГС (требуется отмывка платы!)

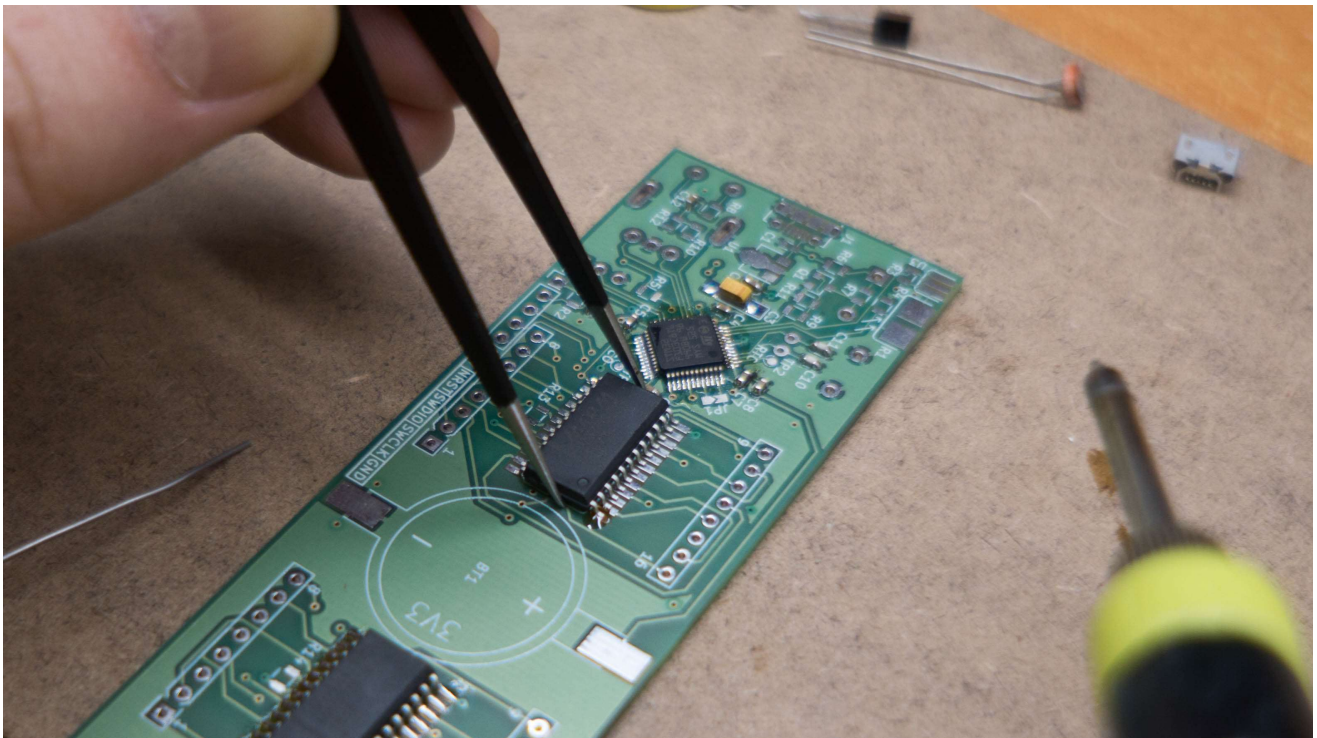
Общие рекомендации по пайке

Перед пайкой рекомендуется ознакомиться с видео и текстом ниже:

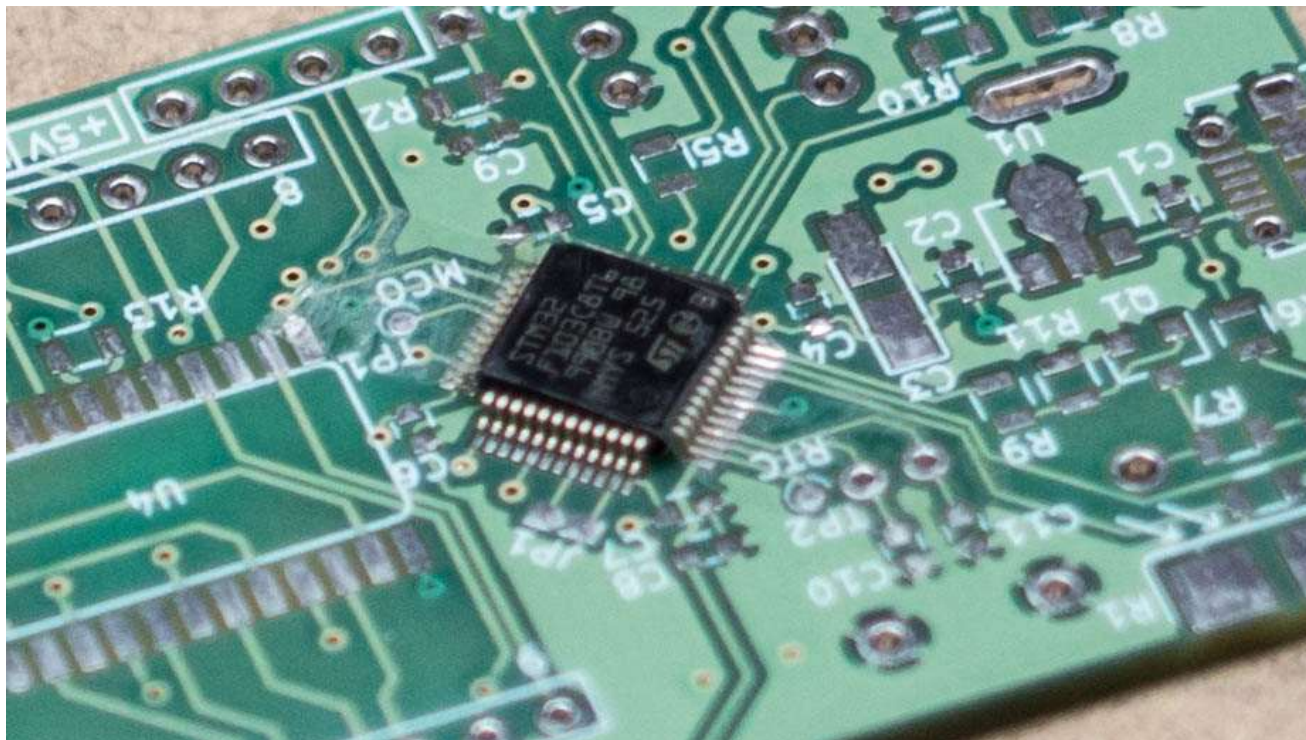
- не пейте и не носите тяжёлых грузов перед пайкой, ваши руки не должны трястись;
- подготовьте рабочее пространство: распечатайте принципиальную схему или BOM (англ. Bill of Materials, спецификация) и положите перед собой, смочите губку (специализированную) для очистки паяльника в воде и разложите все необходимые компоненты в области досягаемости;



- периодически зачищайте жало паяльника о смоченную в воде губку (иногда смачивают глицерином, т.е. последний не испаряется);
- не жалейте флюса, наносите его на контактные площадки компонентов ², который собираетесь припаять;
- используя пинцет, расположите компонент на контактных площадках и удерживайте его до тех пор, пока не прихватите компонент ³;
- многовыводные компоненты удобно прихватывать по диагонали (например, микросхему можно прихватить за первую ножку и диаметрально ей противоположную), в таком случае вы жестко зафиксируете элемент на печатной плате и сможете припаять все остальные выводы, не придерживая его;



- придерживать микроконтроллер (ножки которого с 4 сторон) пинцетом проблематично — он постоянно будет съезжать с контактных площадок — поэтому используйте небольшой кусок узкого скотча разрезанного продольно для закрепления;

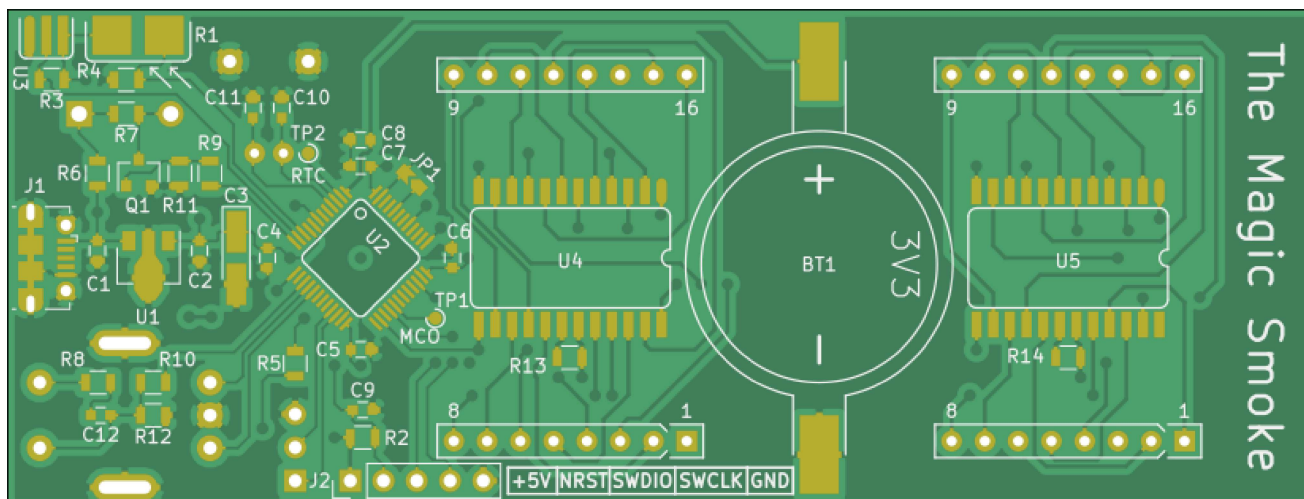


- запаяйте все элементы поверхностного монтажа (сперва микросхемы, затем резисторы, конденсаторы и другие компоненты), далее переходите к монтажу выводных элементов — матриц, энкодера и т.д.;
- учитывайте положение компонентов, запаяв их не в правильной последовательности пайка некоторых из них будет осложнена;
- при пайке выводных компонентов (или поверхностного монтажа с большими ножками) просто поднесите жало к выводу, а затем проволоку припоя — он сам стечёт и под силой поверхностного натяжения распределится по отверстию;
- и самое важное — время пайки каждого вывода должно быть минимальным, так как продолжительное воздействие температуры может повредить дорожки на печатной плате ⁴ или запустить необратимые деграционные процессы в элементе;

Перед подключением устройства к питанию проведите электротест. Сопротивление между линиями 3,3 / 5 В и землёй (GND) не должно быть близко к нулю. Используйте мультиметр в режиме прозвонки. Если мультиметр издаёт писк, значит где-то имеется замыкание. Причиной может служить капля припоя между выводами и/или попросту не смытый флюс. Промойте и высушите (феном) устройство.

Пример пайки устройства

Если у вас имеется опыт пайки — начинайте с микроконтроллера (U_1), если нет, попробуйте более массивные компоненты, которые затем не осложняют пайку маленьких, например U_5 (MAX7219). Ниже приведена рекомендуемый порядок пайки, рассчитанный на новичка.



Задняя сторона платы

Шаг 1. Ощутите паяльник

Начните с дальнего края платы, где плотность элементов ниже и припаяйте драйвер MAX7219 (U₅). Обратите внимание, у всех микросхем есть так называемый «ключ» — это небольшая отметка на корпусе, которая может принять форму круга, точки, выемки или даже скоса на одной из сторон. Ключ указывает на первую ножку микросхемы, а нумерация обычно идёт против часовой стрелки. Если вы посмотрите на печатную плату внимательно, то сможете заметить, что белым (слой шелкографии) обозначены габариты компонента и его ключ, а на посадочной площадке сама первая ножка отличается по форме от всех остальных (со скруглёнными углами). Смочите флюсом контактные площадки компонента и сориентируйте его правильным образом. Удерживая её положение пинцетом прихватите первую и тринадцатую ножку микросхемы. После этого можно убрать пинцет и заняться остальными выводами.

Далее смочите площадки резистора R₁₆ (типоразмер 0805), возьмите ленту 40 кОм и вытащите от туда резистор. Запаяйте его, придерживая пинцетом. Для того, что бы не возвращаться к данному номиналу, поступите тем же образом с R₁₅.

Переместитесь в другую сторону платы и припаяйте резисторы R₆, R₈, R₁₀ (220 Ом).

Метаться из одной части платы к другой — не самая лучшая практика, но так как у вас ещё мало опыта в пайке, мы работаем с теми компонентами, которые в дальнейшем не помешают пайке остальных компонентов, и при этом позволяют «почувствовать» паяльник.

Шаг 2. Микроконтроллер

Самая сложная часть набора — микроконтроллер (U₁, корпус LQFP48 ⁵). Если вы матёрый монтажник, используйте пинцет для удержания МК. Если делаете это впервые, то обязательно используйте скотч.

Спозиционировав компонент по ключу и закрепив скотчем, убедитесь, что элемент не сдвинут и надёжно закреплён. Смочите флюсом ножки МК, очистите жало паяльника (количество припоя на нём должно быть минимально, иначе вы замкнёте ножки) и прихватите МК с двух сторон. Уберите скотч и завершите пайку.

Убедитесь, что никакие ножки не коротят каплей припоя. Если какие-то из них замкнуты, то в лучшем случае ничего не произойдёт (замкнуты неиспользуемые ножки), а в худшем МК выйдет из строя (ножка земли и питания соседние).

Шаг 3. Блокировочные конденсаторы

Самый ходовой номинал конденсаторов — 0,1 мкФ⁶ (типоразмер 0603⁷), они часто используются по питанию микросхем. В нашем устройстве таких конденсаторов 8 штук: C₂, C₄-C₉, C₁₂. Паяйте их в любой последовательности.

Шаг 4. Остальные компоненты с задней стороны платы

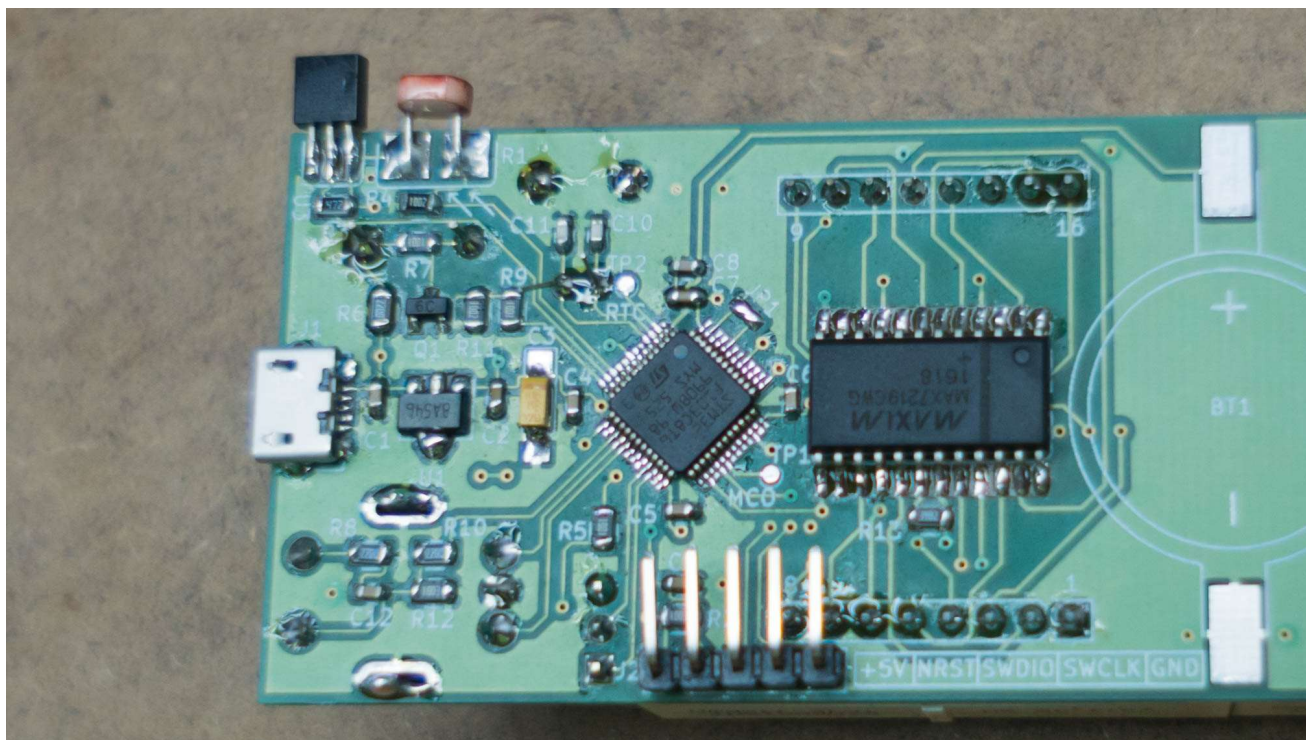
Вернитесь к микросхеме-драйверу MAX7219 (U₄). Теперь она не будет мешать пайке микроконтроллера.

Далее запаяйте разъём питания microUSB. Установите его в пазы и придерживая пинцетом сверху прихватите корпус разъёма к печатной плате. Далее, аккуратно, так же как микроконтроллер, припаяйте выводы разъёма к плате. Количество припоя на жале должно быть минимальным.

Запаяйте резисторы R₂, R₁₂ (100 кОм), а затем конденсаторы C₁ (0,33 мкФ), C₃ (4,7 мкФ), C₁₀ и C₁₁ (22 пФ). Перейдите к стабилизатору напряжения U₁ и транзистору Q₁. Поле допаяйте резисторы: R₃, R₅, R₉ и R₁₁.

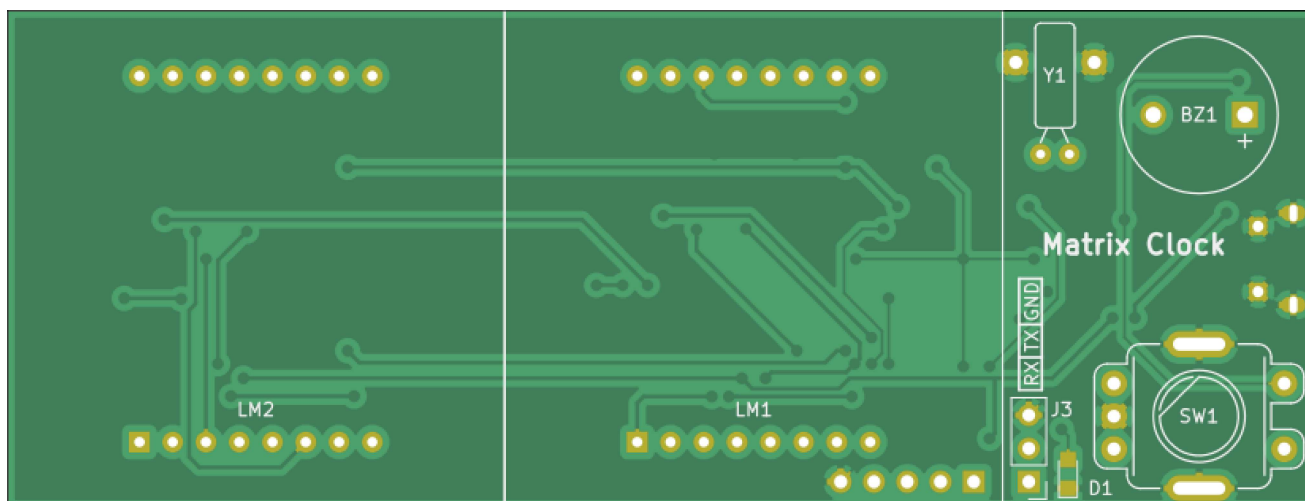
Осталось поместить и припаять два датчика: фоторезистор R₁ и микросхему DS18B20 (U₃). Ножки обоих компонентов нужно откусить. **Не выбрасывайте их, одна из них нам скоро понадобится!**

У фоторезистора нет полярности, поэтому не важно как вы его ориентируете, а вот датчик температуры нужно запаять определённым образом: первая площадка от края платы это первая ножка микросхемы (земля, со скруглёнными краями). Если вы смотрите на заднюю сторону платы, то срез цилиндрического корпуса должен смотреть на вас.



Последний элемент, который должен быть выведен на заднюю сторону — вывод программатора J₂. Это рейка с загнутыми штырьками, которая перекрывает два вывода матричного индикатора. Можно было бы использовать и прямые выводы, но они бы не смотрелись красиво. Такое решение не очень технологично, но для обучающего набора с ручным монтажом — в самый раз.

На плате присутствует перемычка JP₁ соединяющая вывод `boot0` и землю. Для нормального запуска устройства оба терминала данной перемычки должны быть замкнуты. Детальное описание почему это так, вы найдёте в разделе «[Дополнительные главы](#)». Используя паяльник замкните выводы JP₁ каплей припоя, иначе вы не сможете прошить устройство.



Передняя сторона платы

Шаг 5. Лицевая часть устройства

Начните со светодиода D₁. С обратной стороны компонента полоской (или треугольником) обозначен катод, сориентируйте светодиод согласно слою шелкографии (белая краска на плате). Далее переходите к кварцевому резонатору Y₁. Загните выводы, просуньте их в отверстия и запаяйте с обратной стороны. Для того чтобы компонент не болтался и не оторвался в дальнейшем, возьмите одну из откусанных ножек фоторезистора R₁, загните её и просуньте в крепёжные отверстия. Далее запаяйте её так же с обратной стороны ⁸.

Вставьте матрицы, ориентируясь на маркировку (она печатается на боковой стороне корпуса). Квадратный пятачок на плате — это первая ножка. Переверните плату и запаяйте все выводы: нагрейте вывод и поднесите проволоку с припоем.

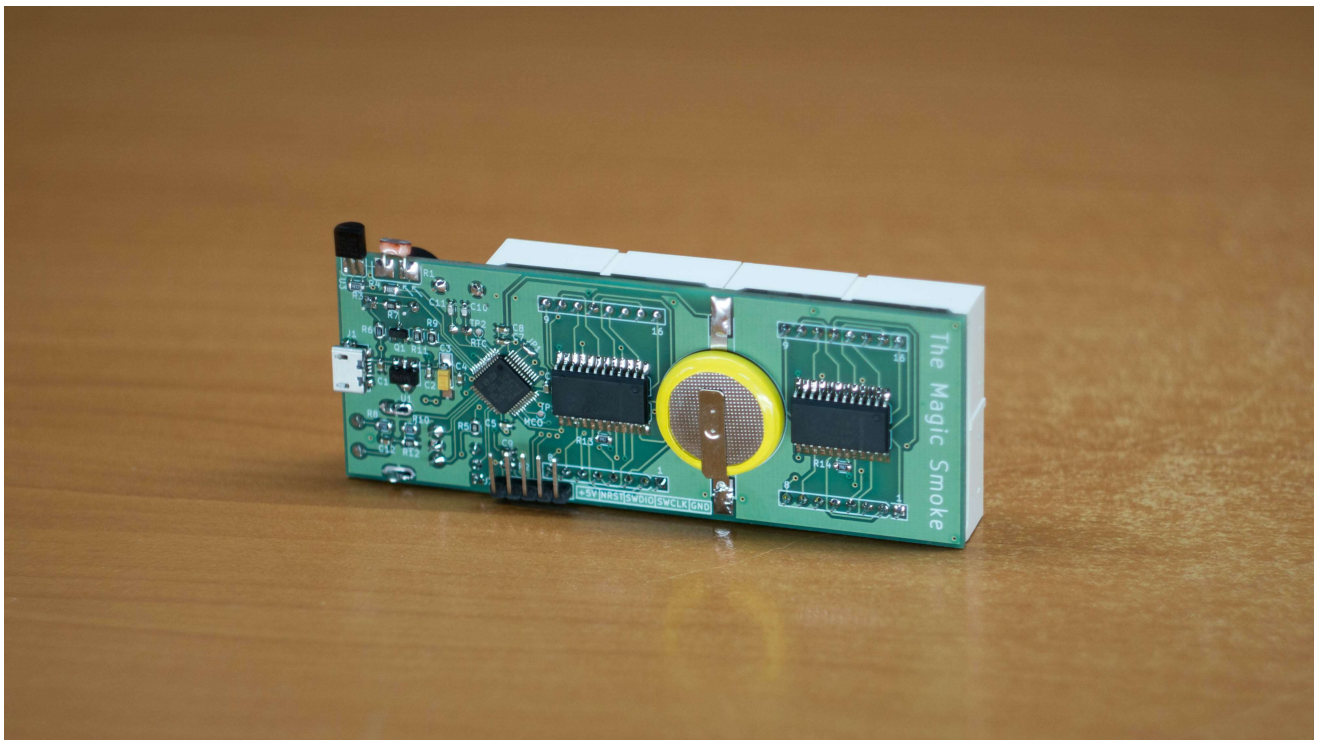
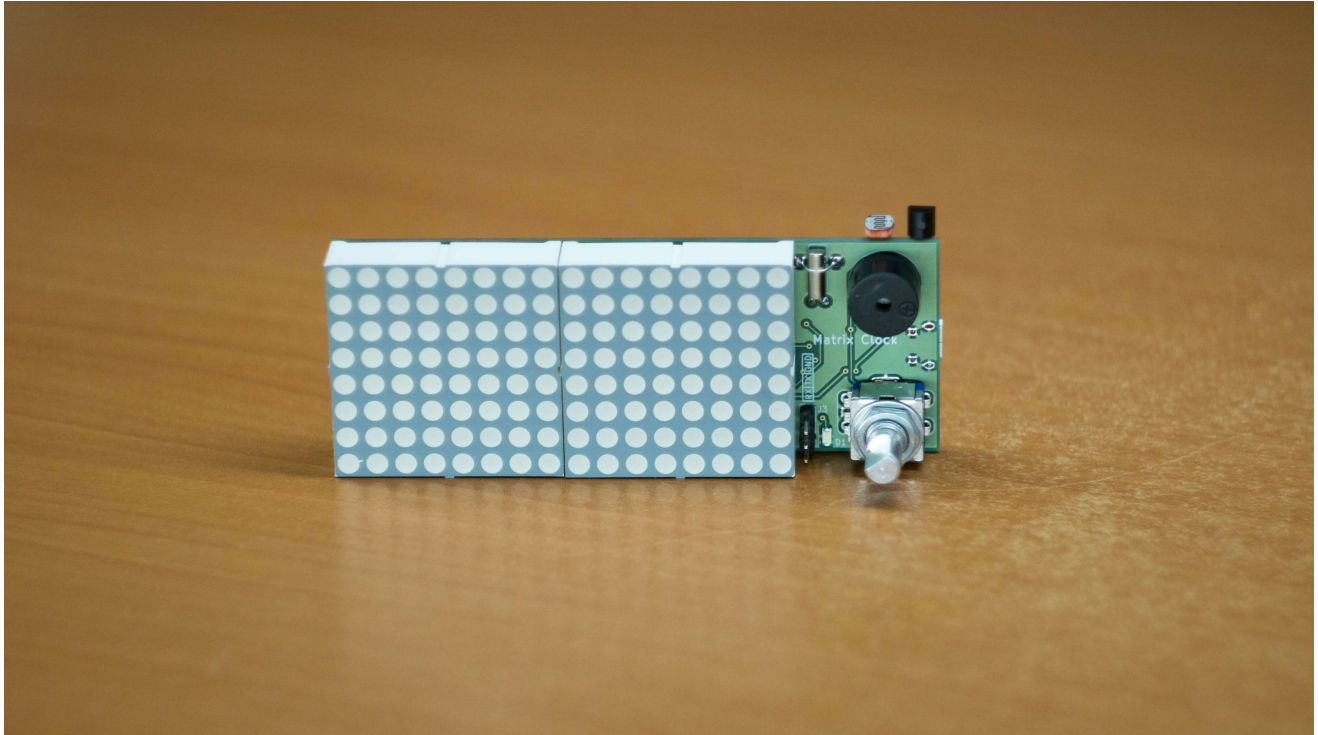
Вставьте рейку PLS разъёма J₃ и запаяйте с обратной стороны. При пайке пьезоэлектрического излучателя нужно соблюдать полярность. Найдите символ «+» на корпусе и спозиционируйте согласно слою шелкографии. Вставьте энкодер с кнопкой в разъем SW₁ и запаяйте его с обратной стороны.

Шаг 6. Промывка и допайка

Очистите печатную плату, используя специальный раствор (очиститель канифоли) и промойте под струёй тёплой воды. Уберите излишки воды с платы и тщательно просушите её (используя фен). Если использовался нейтральный флюс, можно обойтись без этой процедуры.

Возьмите мультиметр и проведите электротест. Убедитесь, что между линиями +3.3 В / 5 В и землёй нет замыкания (сопротивление должно быть намного больше нуля и мультиметр не должен звенеть). Также проверьте линию V_{bat} (плюсовая площадка батарейки) и землю. Если всё хорошо — запаяйте батарейку CR2032 соблюдая полярность.

Готовое устройство должно иметь следующий вид:



Видео демонстрирует сборку старой версии платы:

Stroming STM32: assembling and soldering



Особенности

Перемычка JP₁ добавлена в устройство в целях безопасности. В ходе экспериментов вы можете случайно программно отключить интерфейс отладчика и в таком случае прошить устройство вы не сможете. Если вдруг это произойдёт, разомкните перемычку и подайте 3,3 В на ножку boot0 через внешний резистор, номиналом ~1 кОм. Резистор не обязателен, но он обезопасит вас от возможной ошибки и создания короткого замыкания с землей. Подключитесь к устройству через программатор и сотрите прошивку. Восстановите первоначальное состояние перемычки и пользуйтесь устройством дальше.

Кроме перемычки JP₁ на плате присутствуют две «контрольные точки» (англ. test point) TP₁ и TP₂. Первая подключена к выводу `MCO`, через который можно [вывести тактовый сигнал](#) внутренней системы тактирования. Вторая подключена к выводу `RTC_TAMPER`, позволяющий [откалибровать часы реального времени](#). Воспользоваться ими можно, при наличии осциллографа или логического анализатора. Подключите крокодил к земле (корпус microUSB), а щуп прислоните к желаемой точке. Для прохождения курса ни осциллограф, ни цифровой анализатор не понадобятся, но в тексте будет указано как воспользоваться данными выводами.

[Назад](#) | [Оглавление](#) | [Дальше](#)

1. Российские припои, субъективно, плохого качества. Смотрите немецкие. [↪](#)
2. Флюс на основе спирта быстро испаряется, имейте это в виду, если работаете с ЛТИ-120. Действуйте решительно. [↪](#)
3. В случае пайки резисторов/конденсаторов поверхностного монтажа удерживайте его при пайке одной стороны и придерживайте при пайке второй. Так как компонент маленький, то вы его можете унести вместе с жалом при отводе паяльника. [↪](#)
4. Мощность USB-паяльника достаточно мала, всего 8 Вт. Если вы используете его, вероятность повреждения платы минимальная. [↪](#)
5. 7x7 мм, по 12 выводов на сторону. Расстояние между выводами 0,5 мм. [↪](#)
6. Для чего нужны блокировочные конденсаторы можно ознакомиться в переводной статье «[О развязке питания с примерами](#)» на Хабре. [↪](#)

7. Типоразмеры резисторов и конденсаторов выбраны разными специально. Так как это обучающий набор, то хотелось по возможности дать опыт пайки компонентов разных размеров. Данные пассивные элементы могут быть больше (до 2512) и меньше (до 0201). ↩
8. Если вы используете USB-паяльник, то его мощности не достаточно, чтобы как следует прогреть полигон. Из-за этого припой мгновенно застывает и жало паяльника «застревает» в нём. Смочите предварительно ножку и контактную площадку флюсом. Наберите на жало побольше припоя и уверенным движением дотроньтесь до вывода. Припой стечёт на него и зальёт отверстие. ↩