

Дисциплины — Lurkmore

[← обратно к статье «Радиоловитель»](#)

Дисциплины

Радиоловительская жизнь богата множеством видов деятельности, которые не просто убивают свободное время радиоловителя, но и развивают у него внимательность, мышление, ловкость, зоркость, память, телепатию, ЧСВ etc. Рассмотрим их подробнее по отдельности.

Класс теоретический

Здесь работаем, в основном, со сферическим конем в вакууме, а именно:

- Если более-менее понятно, что будет жрать этот конь, то качество и количество жратвы стоит узнать/определить/уточнить;
- Что конь должен дать на выходе. В некоторых случаях отношение выход/вход = чем больше тем лучше. Здесь главное не перестараться (не перевалить за 1) а то можно угодить в нетрадиционную энергетику. За такое богохульство могут и в санаторий поселить принудительно, к злым санитарам и добрым докторам;
- На какие раздражители должен реагировать и как отвечать/менять качество/количество на выходе;
- Нужен ли хвост?
- А ноги? сколько их?
- И много-много ещё...

Следует помнить, что коню полезно оставаться похожим на коня, хоть и в вакууме... Если вдруг получится шука княгини Таракановой — могут юмор и не понять...

Составление схемы

Учитывая электрические, временные характеристики желаемого девайса по входам/выходам — вспоминаем мантры из основ электротехники, физики, других дисциплин, затрагивающих назначение девайса, а также используя заклинания арифметики, в ~~особе~~ ~~тяжких~~ клинических случаях — математики:

- Подбираем подходящие по параметрам электронные компоненты из over9000 около-аналогичных, путем тщательного курения даташитов;
- Проверяем на свободнуюкупабельность/гуманность цен в своем регионе. Если не устраивает — goto \$-1.

В связи с закикливанием на данном этапе иногда приходится совмещать несовместимое, что в дальнейшем приводит к разрастанию схемы до размеров покрывала. В этом случае предвкушаем геморрой с прорисовкой печатной платы.

- Рисуем каббалистические символы выбранных компонентов, руководствуясь ГОСТ 2.730-73. True-схемотехники соблюдают по буквам сей сакральный источник;
- Соединяем нарисованные символы линиями, согласно назначению отростков этих самых символов;
- Познавшие Дао, могут проверить работоспособность/соответствие полезных параметров получившегося творения в симуляторах типа Electronics WorkBench, Proteus, и др. В over9000 числе случаев, если анонимос не ~~дольбёб~~ ~~отпетый~~ гуманитарий — получим весьма точный расчёт работы прорисованной схемы, совпадающий на 99,9% с реально собранной платой. При условии дальнейшей прорисовки печатной платы согласно Кашрута;
- Если получившийся шедевр устраивает — поднимаем ЧСВ на пару единиц.

Класс инженерный

Здесь чешем репу над конструктивом девайса, а именно:

- Чтоб не было сильно жарко от силовых компонентов — творим колдовство с теплообменом. В очень крайнем случае — предусматриваем установку карлсона, а при желании можно и в бассейн с жидким азотом. Здесь полет мысли мало чем ограничен.
- Определяем физическое воплощение разъемов, органов управления/настройки/подстройки, индикации;
- Взаимное расположение этих органов на морде лица/не лица. Также стоит учитывать частоту использования этих самых органов;
- В [современном обществе](#), параллельно, обсчитываем количество бабла, затраченное на производство.

Расчесав репу — можем определиться с:

- Корпусами силовых элементов (если таковые имеются);

- Минимальными размерами корпуса;
- Объемом работ по монтажу всего этого добра;
- Эстетическим видом девайса. Чтоб не пугало, но все-таки вызывало у пользователя/наблюдателя лёгкую тревогу.

Поиск деталей

Не то чтобы такой интересный класс, но, с точки зрения Специальной олимпиады, можно получить немало забавных минут. Если радиолюбитель живет в крупном городе, не является нищеводом и более прагматик, нежели романтик, то поиск деталей зачастую сводится к покупке IRL / заказу в интернет-магазинах необходимого по оптимальной цене. Но не будем забывать, где мы живем, поэтому на пути может быть очень много проблем:

- Детали есть, а денег нет.
- Деньги есть, а деталь не достать / достать только в виде партии от 100 шт. или за отсос главе корпорации в виде исключения для физ. лица.
- Деталь та, да не совсем: не то корпусное исполнение / пытаются вварить перетер / попадаетея брак.
- Деталь представляет собой артефакт, не виданный никем из ныне живущих.

В таком случае наступает череда интересных квестов. Все окрестные помойки, склады, склады у помоек, помойки у складов обшариваются на предмет доноров, причем ассортимент годных деталей обычно уменьшается с повышением уровня знаний радиолюбителя. Итак, чтобы не париться, можно выделить следующие части:

- Советские телевизоры, магнитофоны, радиолы и т. д. Годными из них являются трансформаторы (многие можно использовать прямо так в простых блоках питания либо с небольшой переделкой — в блоках питания поинтересней и теплых усилителях лампы), панельки для ламп (только керамика — пластмассу следует с негодованием отвергать), сами лампы (спорно, так как они бывают почти всегда севшими, но для твоего первого ТЛЗ-усилителя, пионер, они сгодятся), старые бумажные, слюдяные, пленочные конденсаторы (не только старые, но и новые), разъемы (опять же спорно, но на любителя), реле (герметичные и, если контактные пары не стерлись, негерметичные), радиаторы, крепежи, ручки для потенциометров (это не требует объяснений), провода (если изоляция в хорошем состоянии), сами потенциометры (если при вращении вала не слышно дикого хруста и скрежета и сам вал довольно плавно идет), мощные резисторы, светодиоды (хотя современные удельяют **совок** по всем параметрам), а также просто различные редкие детали вроде фотодиодов. Что НЕ следует брать: электролитические конденсаторы, ибо они высохли, говно и все такое; транзисторы и микросхемы — за исключением мощных и каких-либо СВЧ, а также случая, когда детали достать вообще неоткуда; резисторы маломощные — опять же, в самом крайнем случае.
- Иностраные девайсы. Среди годных можно выделить принтеры, мониторы CRT, различную аудио- и видеоаппаратуру до начала 2000-х. Оттуда, в принципе, в дело может пойти все, за исключением, пожалуй, странных микросхем, которые делались под что-то конкретное и применение которых в других местах будет в фаворе после коллапса цивилизации. К числу малогодных можно отнести разные китайские магнитофоны, радиоприемники, прочий хлам, из которого иногда полезны узлы, но ценных отдельностоящих деталей — с гулькин нос.

Еще одним интересным способом для получения годных новых деталей бесплатно или за крайне низкую сумму является заказ семплов у производителей. Практически все крупные производители деталей высылают компаниям, а иногда — реже гораздо — частным лицам небольшую часть ассортимента, если заказчик может аргументированно объяснить, зачем они ему, и создать видимость постоянного покупателя в будущем. Этот способ прокачивает скилл[л]ы сочинительства, владения английским языком, открытия почтовых ящиков, напоминающих корпоративные и т. д.

Не стоит упускать из внимания и возможность получения «наследства телемастера»: когда старый радиолюбитель отдает концы, после него обычно остается куча разной полезной и не очень ерунды, которую благодарные родственники тут же тащат в помойку, а если в поле зрения есть молодой радиолюбитель, то предлагают всё ему, чтоб самим не мучиться выбрасывать. Таким образом можно стать обладателем пары мешков всякой хрени, из которой таки можно выбрать что-то ценное, а иногда, если радиолюбитель был очень древним, стать обладателем всякой аудиофильской лампы.

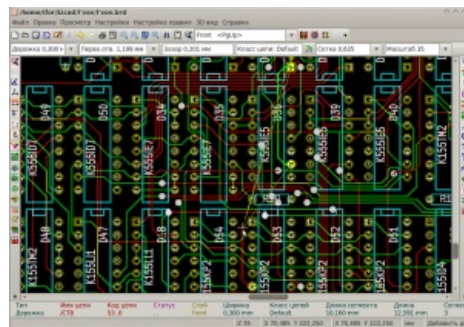
Также при прокачанном скилл[л]е пиздежа, когда о увлечении знают все встречные-поперечные, может перепасть и советской/китайской/прочей техники в разной степени разложения, а также радиодеталей, которых в свое время натащили с заводов про запас и назначение коих не понятно, а выкинуть жалко.

Разводка платы (Трассировка)

Важная и ответственная дисциплина. Именно от неё в основном зависит вид будущей печатной платы — какие корпуса деталей будут в неё впаиваться; сколько наводок будет наводиться на дорожки; какой ток эти самые дорожки могут выдержать — и многие другие мелочи, которые не учитываются при разработке принципиальной схемы, ибо таких понятий там, в общем-то, нет. Но все эти факторы могут без проблем перевести устройство из рабочего в теории в

нерабочее на практике. Это в особенности касается ВЧ- и, тем более, СВЧ-устройств. В мощных девайсах всё может быть проще и эффективней, с переходом энергии источника питания в световую, акустическую и, что самое интересное, в кинетическую энергию некоторых радиоэлементов, разлетающихся во все стороны.

Разводить плату можно на компе, с помощью спец-программ типа [Layout](#), kicad PCBnew, Sprint layout, Proteus, Protel, DipTrace православные: Eagle, OrCAD и P-CAD (ныне Altium Designer), прочие. А можно и вооружиться листом бумаги, линейкой, карандашом, резинкой и наслаждаться процессом... хотя кому это теперь надо? Нужно сказать, что при использовании инструментов разработки полного цикла (это такие где делается все: от рисования схемы до разводки) нет необходимости проверять правильность разводки, ибо программа сама укажет на любое несоответствие монтажной и принципиальной схем.



Вот примерно как-то так выглядит этот процесс.

PCB design

Трассировка, наглядное пособие.

Общий процесс разводки выглядит примерно так:

1. Если нужно, то разметить нужный контур платы и расставить элементы имеющие заранее установленное место расположения на ней, например, под отверстия в корпусе.
2. **Взять и разместить** где-нибудь в центре самую большую и самую главную детальку в схеме или просто ту, к которой подсоединяется больше всего других деталей.
3. Взять другую деталь и разместить её где-нибудь поближе к другим так, чтобы подсоединить её было легче.
4. Развести дорожку.
5. Если можно подсоединить ещё две ножки деталей, то перейти на п. 4.
6. Если есть ещё не размещённые детали, то перейти на п. 3.
7. Проверить разводку и исправить ошибки.
8. Если была найдена и исправлена ошибка, то перейти на п. 7.
9. ???????
10. **Нажать Ctrl-S.**

Собственно, самый доставляющий здесь процесс описан в пункте 4. Если число деталей в устройстве примерно равно нулю, то некоторые неудобства этот процесс доставляет лишь начинающим радиогубителям. Опытные трейсеры разведут такую вещь с закрытыми глазами левой ногой не приходя в сознание за примерно ноль целых ноль в периоде секунд. Но вот если деталек **over 9000**... Поначалу всё идёт довольно легко и задорно, но время идёт, дорожек становится всё больше и больше, провести следующую дорожку становится всё трудней и трудней, и настает момент, когда на экране монитора уже образуется лапша из этих дорожек. И успешная (хоть и не элегантная) разводка очередной дорожки становится небольшим подвигом. Это вам не **кубик Рубика** какой-то собирать. Ещё больше развлечений становится, когда надо учитывать всякие влияющие на работоспособность ВЧ факторы, типа дистанции между дорожками, их длины *etc.* Психоз нарастает. Шансы впадения в буйный психоз у «разводилы» увеличивается пропорционально закрепленным деталькам, которые в силу хитровыебнутости корпуса, где они будут жить — двигать нельзя, а очень хочется. Это детальки навроде разъёмчиков, дисплеев, кнопочек или банально дупел под крепежные винты, которые оказываются в самых непредсказуемых местах, согласно **дизайнерскому решению**. При этом весь этот пиздец еще и нужно вкрячить в какие-то конкретные микроскопические размеры корпуса. Сей увлекательный процесс чуть более чем полностью состоит из взаимоисключающих требований к монтажу/трассировке/электромагнитной совместимости и всяческих рекурсий при перемещениях железок. Что не проходит бесследно для психики властелина медных дорог. Аццкий смех, пляски на стуле, стучание по столу штангенциркулем, швыряние детальками и душевные беседы с ними же через время перестают удивлять окружающих. Страшнее и непредсказуемее процесса выглядит только его успешное окончание. Тогда измученный мозг таки получает в награду легкий передоз эндорфинов и бьется в интеллектуальном экстазе, распугивая мирное население. И да, успешное окончание такого процесса даёт +9000 к ЧСВ. Постоянная прокачка данного навыка неплохо развивает мозги в направлении оптимизации пространства: уложить что-то в какой-то объём (груз в машину), передвинуть мебель и т. п. Порой скилл уплотнения прокачивается настолько, что печатка из проблемы «разводилы», превращается в проблему монтажника. И вроде компоненты стоят красиво, и все согласно правил трассировки, но при попытке их впаять, монтажники фалломорфируют. Потому как запаяв вон ту толстую детальку, хрен доберёшься паяльником до контактных площадок трёх соседних деталек, а запаяв первыми их, хрен запаяешь толстенную. Начинается раскидывание мозгами по платке, в какой же последовательности паять весь этот хлам, чтобы всё получилось. Стоит ли говорить, что они испытывают те же тёплые чувства к «разводиле», что и «разводила» к дизайнеру?

Страшный сон любого профессионального трассировщика — получить партию (пару сотен+) изготовленных печатных плат и узнать, что какая-то деталь не в своём корпусе, не с той стороны и ещё много поводов для седых волос на жопе. Поэтому нормальные люди сначала подыскивают комплектуху, а потом уже исходя из нее рисуют трассу.

Писание прошивки для МК (программинг)

Раньше прошивку можно было найти в кошерных совковых журналах

аки «РАДИО». Она могла быть выписана аж на 5 страницах как набор ебанутого числа с буквами в столбики по два — это ненаглядный **шестнадцатеричный** код всех красноглазых, да-да, мой юный друг, прямо в журнале «Радио», а не на CD или флэшке. Такая вот картинка, с которой на тебя смотрит твоя будущая и — по факту ещё не известно, — возможно, и нерабочая программа. Руками, полагаясь на своё зрение и внимательность, которой нужно было проявить более, чем дохуя, надо безошибочно набрать на компе, а, возможно, — и на спецпрограмматоре, который из себя представлял коробку с 16 цифрами и буквами и кошерной кнопкой «ВВОД», и им запрограммировать какую-нибудь невъебенных размеров память или микроконтроллер. Анонимус помнит **«наш ответ Чемберлену»** в виде Радио РК-86, прошивка которого занимала более 2000 наборов из таких буквочек и циферок шестнадцатеричного ада.

В настоящее время, при наличии примеров в интернетах, программирование ничем не отличается от просто заливки файла с диска на другой диск. Скопипастил, подправил, захуячил на девайс, поотлаживал, ещё докопипастил, опять поотлаживал, возможно, что совсем поотлаживал, в том смысле, что микросхема съела мацы и подавилась (не без помощи **твоих** же усилий). А потом, исходя из того, что ЧСВ молодого радиста уже поднялось в заоблачные дали и он стал типа опытный, написал чуток кода от себя — и девайс, как ни странно, в очередной раз перестаёт программироваться или накрывается программатор.

А вот если подходящих примеров нет, то начинается брожение по интернетам с просьбами дать исходники управления для какого-нибудь невъебенно умного устройства, ввиду чего анонимы и бывалые форумеры просто **посылают тебя нахуй с этой просьбой несурзадной**. Посылают, кстати, только честные и добрые люди — и исключительно из добрых побуждений. Ибо авгиевы конюшни покажутся весенней прогулкой по сравнению с разбором чужого быдлокода. Как работает который — сам разработчик созерцает часто с удивлением. Тролли же с удовольствием дают исходники, радостно наблюдая как стремительно фалломорфируют просящие (да и кто обещал рабочие исходники?). И только потом — чтение мануалов, аппликэйшн нотесов, где расписаны регистры, порты, и как они (по мнению разработчиков чипа) должны работать. А потом, когда всё таки нихуя не работает как надо, выясняется, что есть ещё erratas, где написано, что именно не работает как надо и как это наебать, чтобы заработало хоть как то. А поскольку наша Раша уже лет 10 не выпускала ни одной новой микросхемы, то, естественно, вся информация в лучшем случае — на английском, но попадаются и японские варианты заваривания мозгов РЛ до состояния манной каши. Документация, разумеется, не 100% правда, плюс в аппаратуре тоже есть свои аппаратные фишки. Хардкора процессу добавляет то, что пишут программу для железа. И когда оное тоже запилывается с нуля, то нередки моменты, где решительно не понять, что взбалтывает мозг — неработающее железо или программа. Чаще ебёт всё вместе — и железо, и быдлокод. Лешня точка в коде или сопля припоя или непропай на плате(или все вместе), вполне может заставить жить девайс своей жизнью, неподдающейся какому-либо анализу. Сие легко приводит к отчаянью, росту религиозности и вере в духов. На прокачку скилла «уверенный коддинг» уходят годы. Первый признак трю-кодера — удивление, что написал, а оно работает; написал еще — ёпть, а оно снова работает! Увы, к этому моменту, приходят немногие, и немногие сохраняют прочность душевного равновесия и зрение.

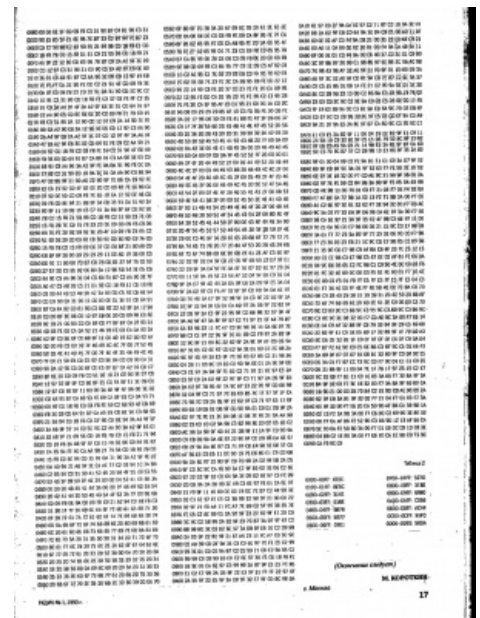
Класс конструкторский

Изготовление печатной платы

Существует более чем дохуя кустарных методов того, как можно захуячить материнскую плату для AMD athlon, ну, может, не такую, но способов точно over9000. Перечислим основные в порядке популярности по состоянию на этот год.

Ручное

При **Совке** не было ни интернетов, ни принтеров, да вообще нихуя не было, и радиолобителю приходилось с помощью карандаша и кальки срисовывать монтажные платы из журнала «Радио». Слава Зевсу, заботливые издатели не были совсем конченными идиотами и публиковали рисунки дорожек в масштабе 1:1 (в большинстве случаев - иначе приходилось ещё ебаться с клеточками). Полученную копию радиолобитель накладывал на собственноручно вырезанную из текстолита заготовку, вставлял в дрель очень тонкое сверло швейную иглу с хитро заточенным ушком и делал в текстолите over 9000 дырок под ножки радиодеталей. Потом, используя картинку из журнала «Радио» и привязываясь к отверстиям в текстолите, тем же простым карандашом радиофаг рисовал дорожки. Эти дорожки покрывались специальной краской, кошерным цапонлаком или тупо советским маминым лаком для ногтей, и плата с рисунком на некоторое время помещалась в раствор хлорного железа. Особо охуенно хитрые уже тогда допетрили что раствор соли и медного купороса куда быстрее травит плату, но хлорное железо навсегда впилося в мозги и испачканные шмотки РЛ по всей родине. Само хлорное железо можно было купить в магазине «Химреактивы» или спиздить в ближайшем радиокружке/кабинете химии. Время травления



Это тебе **не торрент скачать**, молокосос!

рассчитывалось исходя из концентрации раствора хлорного железа, при этом принцип «чем жаднее раствор, тем быстрее процесс» почему-то не работал, а вот травление в горячем растворе дает весьма неплохой результат, однако, если не словить момент, — разъедает все даже под лаком. В любом случае, если плата слишком долго кисла в растворе, радиогубитель получал девственно чистый лист текстолита с дырками для вентиляции, но без каких-либо намеков на дорожки. Если же время было рассчитано правильно, с текстолита вытравливалась лишь та медь, что не была покрыта краской. Краску зачищали и получали текстолит с дорожками на которые своими корявыми руками и говенным припоем можно было молотковым паяльником впаивать детали.

Сегодня можно обойтись и без цапонлака, просто берём самый жадный перманентный маркер из ближайшего канцелярского магазина и рисуем плату им. Чтобы было красиво, можно распечатать на принтере рисунок платы из программы, вырезать в нём дорожки и обвести по трафарету. Травим в том же хлорном железе. Кстати, метод лазерного утюга и рисования маркером подходят для нанесения разметки на плату, вопрос лишь в том, стоит ли оно геморроя? Также, если хлорного железа под рукой нет, можно обойтись подручными средствами. Из [интернетов](#) анонимусу известен один весьма превосходный рецепт раствора для травления плат: 100 мл. перекиси водорода (20 р 100 мл банка в аптеке), по любому есть в домашней аптечке, 30 грамм лимонной кислоты, должна быть на кухне, если нет-20 р в продуктовом магазине, и 5 грамм поваренной соли. Травить, пока в сосуде не перестанет течь химическая реакция (при этом раствор постепенно окрасится из прозрачного в синий).

Нарезка

Ненужные участки платы просто срезались скальпелем, ножом или специальной приспособой, чаще просто дорожки по контуру процарапывались шилом или обломком полотна ножовки, самые ленивые просто пропиливали ножовкой сетку, так, чтобы получались изолированные квадратики фольги, либо просто использовали поверхность текстолита как общий провод, монтируя часть деталей на весу. Процесс нарезки можно сделать значительно проще и приятнее, если иметь хорошего друга, который работает врачом-стоматологом, и у которого можно выклянчить гибкий вал-трос и наконечник от списанной бор-машины, а так же набор зубных боров. Вся эта вышеперечисленная прибулда идеально годится для нарезки ПП.

ЛУТ

В постсоветское время появилась возможность напечатать плату на лазерном принтере у мамки на работе, хотя некоторые идиоты вопреки указаниям пытаются по сей день выполнить подобный процесс и на струйном принтере. Процесс выглядит следующим образом: после зарисовки дорожек плата переводится в чёрно-белый формат **и зеркально отображается**^[1]. В принтер заталкивается лист глянцевого фотобумаги, или лист от любого глянцевого журнала, у любого настоящего РЛ есть собственный взгляд на то, какой именно журнал лучше, отчего в интернетах возникает не одна тысяча постов с холиварами. А далее отключаются все режимы экономии тонера и поливается лист жирным слоем тонера, собственно печатается монтажная плата. Дальше крайне аккуратно несём полученный шедевр домой (если тонер осыпался — всё повторяем заново), дома чистим плату до блеска нулёвкой, греем через бумажку мамкиным утюгом до появления неприятного запаха горелых проводов, после чего выгребаем от предков охуенных пиздюльцов, накладываем на плату наш драгоценный листок печатной стороной вниз и гладим, со всей дури нажимая на утюг, гладим до появления неприятного запаха горелой бумаги. Как завоняет — гладить перестаём, значит уже прожгли стол. Плату кладём на разделочную доску вниз прилипшей бумажкой, и загоняем под ножку старого дивана. Как остынет, погружаем все в теплую воду, ждем пока бумажка раскиснет, счищаем ее ногтями и... 50×50 — либо радуемся, что всё получилось и травим классическим способом, либо испытываем баттхёрт и повторяем всё с самого начала, отмыв плату каким нибудь охуенным растворителем. Однако, если со временем отрегулировать температуру утюга, его **давление** на плату и время выдержки и купить таки себе уже лазерник, то можно добиваться вполне неплохих результатов, порядок отклонений которых заставит своего соседа по радиокружку или просто друга, такого же РЛ, срать неимоверно кирпичами.

Если же использовать защитную подложку от самоклеющейся плёнки, то процесс упрощается до безобразия: распечатал, приложил, прогрел утюгом и без отмачивания снял подложку (перед снятием подложки обязательно дать остыть до комнатной температуры). С вероятностью 95% весь тонер останется на плате. А еще лучше, если вместо утюга имеется доступ к термопрессу. Бонус: можно той же технологией делать пометки тонером на текстолите ибо на голом стеклотекстолите тонер держится крепче и сводится лучше. Аноны также освоили технологию сведения тонера с помощью ламинатора.

Есть и другая технология, мой маленький друг. Она называется ЛУТ+фольга и позволяет сделать плату буквально на любом лазерном принтере, если в нем есть тонер. Суть проста. Берется лист бумаги (обычной, самой дешевой «снегурочки»), обматывается лист пищевой фольгой из магазина (стоит 30р. за рулон, которого хватит навсегда). Потом, этот лист вставляется в принтер (лист надо аккуратно обтянуть фольгой, загнув ее по краям так что бы она при прокатке через вал принтера не зацеплялась — включай мозг анон...немного) и просто печатается на нем разводка, на стороне с фольгой. Далее, лист кладется на текстолит и прижигается утюгом. Давить сильно не надо, дорожки раздавишь! Потом лист убирается, а фольга резиновой стирательной или ногтем продавливается, чтобы она дорожки обтянула. Помнишь, как в школе монетки на листик переводил, карандашом их закрашивая? Там еще узор тиснением вылазил. Ну вот так же надо сделать. Тогда каждая дорожка обтянется фольгой и уже не поплывет. Потом снова

утюгом ее, через лист. Далее, засовываешь в травилку и через минуту фольга растворится., можно достать плату (если хочется) и дорисовать что то или подправить, но то надо редко. Можно сразу дотравить до конца. Таким способом можно сделать дороги толщиной до 0.1 мм, причем на любом принтере, с любой бумагой и полностью идеально, хоть в мелкосерийных масштабах! Так-то анон, а ты говоришь ламинатор...

Сделать 3-х и более слоёную плату вполне себе реально, но сложно. Для этого берётся один тонкий двухсторонний фольгированный стеклотекстолит, на которой будет содержаться первые 2 слоя, и ещё N однослойных таких же тонких таких же стеклотекстолитов. Теперь далее требуется предельная концентрация и координация. Берём первую двухстороннюю платку и вытравливаем на ней первые два слоя. Затем на остальных платах вытравливаем остальные слои. Далее эти слои склеиваем вместе, ясное дело, не фольгированной стороной к фольгированной. Затем обрабатываем напильником, сверлим отверстия, металлизуем их ну и в таком духе. Самое сложное же тут организовать надёжное соединение между слоями в нужных местах. Ещё нужно точное расположение слоёв друг над другом, но это уже вполне просто решается просверливанием в каждом слое по отдельности нескольких контрольных отверстий в одинаковых местах соответственно. При склеивании, если расположить ~4-5 отверстий точно друг над другом (например, с помощью иголок), то уже на 95% гарантируется точное расположение других элементов.

Растворителем

Вместо горячего прессования распечатка пропитывается спирто-ацетоновой смесью, остальное так же. Не надышишь этой гадостью.

Фоторезист

Также в последнее время в массы вошёл таки охуенно дорогой (RLY?) фоторезист. В целом, ебли с ним не меньше (теперь приходится утюгом не дорожки сводить, а фоторезист припрессовывать, который стремится отслоиться во время засветки\снятия плёнки\проявки\травления и вообще всегда, если не отработать технологию), но таки это не пугает юных задротов, так как скилл есть скилл. А ещё даёт бонус: из него можно [запилить паяльную маску](#) на вытравленную плату той же технологией, с последующим многочасовым дублированием под УФ лампой или солнцем и, таки да, тоже можно делать пометки, но невыгодно, ибо затратно и держится плохо, хотя делать пометки пробелами на паяльной маске вполне себе идея. Также для изготовления фотошаблона можно использовать любое устройство вывода информации от лазерных\струйных принтеров до маркеров и лака. Изготовить шаблон требуется только один раз для серийного производства (но прессовать фоторезист таки придётся на каждой плате своими собственными корявыми ручонками).

Печать прямым по текстолиту

Надо достать и переделать лазерный принтер (или сунуться в мастерскую по ремонту принтеров), но результат [заебать](#): мельчайшие дорожки быстро и без геморя с переводом рисунка с бумаги на медь через ЛУТ/фоторезист/другую жопу.

Промышленное

Сейчас же есть специально заточенные под это дело фирмы. Высылаешь в такую шарагу свой файл от проги, где делалась трассировка, а они тебе говорят насколько реально по нему будет сделать плату. Да-да, не всё что красиво на картинке, можно воплотить в жизнь. Они присылают замечания насчёт того, что и куда передвинуть, чтобы они смогли таки выполнить заказ. Шлёшь снова, они принимают заказ и через некоторое время — вуаля! к вам приезжает плата ничем не хуже чем в дорогих иномарках. Большинство контор готовы клепать платы хоть в десятках слоев, были бы деньги. Проблема в том, что стоимость платы растёт непропорционально количеству этих самых слоев и тут есть место для оптимизации. Можно изготавливать слои по отдельности, а потом склеить их в единую конструкцию. Однако, например, переходные отверстия между слоями при таком подходе превращается в адский гемор. Поэтому рекомендовать такой подход можно только прокачанным ~~нищерадам~~ оптимизаторам.

На картонке (sic!)

Раньше было популярно (а иногда и сейчас встречается) для стадии быстрой сборки/проверки/настройки заменять текстолит... картоном! Нет, не гофро- (хотя попадались личности). Берётся обычный такой плотный и более-менее толстый картон, чтоб под весом деталей не гнулся, накальваются/насверливаются отверстия под ноги деталей (сверлить кошернее, так как при наколе с другой стороны остаются висеть адовые ошметки картона эдаким «цветочком» по краям отверстия), дорожки заменяются лужёной проволокой или вообще выводами деталей, если их длина это позволяет. Результат — от жутких лохмотьев, обугливания «платы» и херовых контактов до «да ну его нахуй этот текстолит травить, итак заебись» (и иногда получается реально заебись для не очень ответственной и НЕ ГРЕЮЩЕЙСЯ мелочёвки). «Дорожки» в последнем случае могут заливаться лаком/клеем, давая неповторимый запах при последующей перепайке. В целом, если руки монтажника были не из жопы, работать схема «на картонке» будет годами, а то и владельца переживёт. Естественно, способ не подходит для плат, на

которых 100500 хитросплетённых деталей, для греющихся компонентов, для механических нагрузок (например, ронять такую хуйню очень не рекомендуется). SMD-шки на картоне тоже не особо разместишь, только детали для монтажа в отверстия. Перед текстолитом даже имеет плюсики — при создании конструкции с несколькими платами их можно тупо склеить между собой, даже встык — обычный клей ПВА неплохо берёт при достаточной толщине.

На фанере

В кусок фанеры нужного размера втыкаются куски медной проволоки, служащие узлами. На узлы напаивается что угодно: от соединительных проводов, до резисторов и микросхем. Для защиты девайса от влаги, фанера покрывается лаком.

Монтаж компонентов

Правильный монтаж происходит так:

- Берется паяльник или паяльная станция, тиристорным или станционным регулятором либо подбором мощности паяльника^[2] устанавливается оптимальная температура для припоя. Жало должно быть зачищено, облужено, не иметь раковин и сколов, подбирается по толщине в соответствии с монтируемым компонентом. Кстати зачищать можно только медные жала (те, что в совковых паялах), современные несгораемые жала после проделывания сей процедуры можно смело выкидывать, ибо зачистка им не требуется, достаточно лишь качественно залудить, если оно все же сумело обгореть. Для этого продаются так называемые активаторы жал, стоящие хучу денег. Анон использует таблетку аспирина, жало лудится моментально, [я гарантирую это](#).
- Флюс используется канифольный, канифольно-спиртовой, реже — из-за особенностей спаиваемых поверхностей — активный кислотный (чаще всего таблетка аспирина, ибо ацетилсалициловая кислота разъедает окислы на раз, впрочем как и внутренние органы человека, надышавшегося парами).
- Выводы компонента сгибаются и обкусываются согласно монтажным отверстиям или расстоянию до монтажных лепестков, если монтаж навесной.
- Выводы компонента и место монтажа зачищают, наносят флюс, облуживают.
- Компонент припаивается.
- Смываются остатки флюса, особенно если он активный, место пайки, если требуется, покрывается защитным лаком.

Обычно же у радиогубителей:

- Достается древний дедушкин паяльник на Over9000 ватт, которым он лудил кастрюли и самовары в 19xx году в своём селе (в клинических случаях это топорик, который надо греть на газовой плите), жало у него обычно имеет приличную [толщину](#), сколы, раковины и плохо залужено.
- Припой обычно берётся со старых плат или спёртый в незапамятные времена с завода отцом, реже покупается в магазине (сто грамм должно хватать примерно на десяток тёплых ламповых усилителей)
- Флюс — самый дешевый канифольный по 10р за баночку на ближайшем рынке, плохо плавится и блевотно воняет. Как вариант — кислота, а прочитавшие древнюю подшивку «Юного Техника» идут в лес и режут сосны, чтобы перетопить смолу (та же канифоль, и пахнет приятно), в чём правы: даже в магазине вместо канифоли можно купить НЭХ с кислотой.
- Зачищать выводы компонента и монтажную площадку? нафиг, и так прилипнет, флюс вообще можно использовать только для дыма от паяльника.
- Подбирать температуру паяльника? Зачем? олово же он плавит! И неважно, что олово и канифоль сгорают, а жидкий флюс высыхает раньше, чем жало коснётся детали.
- Подбирать жало по толщине? Излишне! И сантиметровым в диаметре жалом умудряются паять три ноги на миллиметре, обычно спаивают в одну.
- Смывать активный флюс? На кой? неважно, что через годик он разъест всё в округе, а некоторые элементы из-за собственной высокой проводимости испустят вполне осязаемый дух при первом же включении!

В результате подобных издевательств имеем перегретую и сожжённую плату, отслоившиеся от жара дорожки, оловянные бугры и сопля где только можно, и если детали переживут подобное издевательство и схема заработает, то через какое то время начнет пропадать контакт в пайке между необлуженными выводами, активный флюс разъест место пайки и всё, куда сможет попасть, от тряски отлетят припаянные внашлёп (абсолютно без флюса и зачистки-облудки, концы просто заливаются огромным количеством олова) провода и детали, ну а дальше КЗ, искры, дым, и замученная вусмерть плата летит в помойку. Со временем, конечно же, скилл пайки прокачивается и на высоких уровнях получают таки качественная платка с блестящими местами пайки, минимум припоя и без следов флюса. Некоторые аноны умудряются паять вообще без паяльника, припоя и флюса как таковых. Например, раскалённой скрепкой, припой со старых плат, а флюс — аспирин или какая другая кислота. Промывается всё водой. Обычной или огненной.

Отсюда можно выделить стили монтажа:

- *Сопленавесной монтаж*. Здесь объектом пайки являются только детали. Печатная плата в пролёте.

Схема проста: берётся схема, детали и спаиваются все ножка к ножке согласно схеме (в совке в промышленных масштабах при сборке первых поколений ламповых приёмников и телевизоров использовалась точечная сварка). В результате этого получается эдакий свёрнутый «ёжик», которого переключает чуть менее чем везде. Применяется в основном нубами или для быстрого тестирования свежеспроектированной схемки, чтоб не замкнуло — заливают клеем. Примером художественного навесного монтажа см. Правило 34 для радиолюбителя.

Стоит отметить, что навесной монтаж иногда используется в конструкции по вполне объективным причинам. Частный случай навесного монтажа, так называемый «мертвый жук» используется в ВЧ схемах для максимального сокращения длины проводников. В последнем случае ничего не переключает и монтаж выглядит вполне аккуратно. Или узлы мегаомметров и прочих высоковольтных схем, иначе ПП даст непредсказуемую утечку.

- *Монтаж в отверстия.* Самый стандартный монтаж. Берётся схема, детали и готовая печатная плата. Ножки деталек просовываются в отверстия и припаиваются, предварительно\после откусив лишнее.
- *Объёмный монтаж.* Самый завораживающий и, возможно, задротский монтаж. Смысл в расположении деталей не на плоскости самой платы, а в пространстве между несколькими ПП. Один из частых вариантов — использование двух ПП с паянными между ними бочком деталями. Этим достигается нереальная для других плотность монтажа с использованием деталей под отверстия, а также удваивается количество слоёв за счёт второй ПП. Но есть адский минус: ремонтпригодность изделия стремится к нулю, и даже распаять его на запчасти будет весьма сложно, а ещё надо учесть возможность при сборке подлезть паяльником, или продуть феном.
- *Поверхностный монтаж, он же «планарка».* Модернизированный вариант монтажа в отверстия. Активно применялся ещё в позднем Совке (особенно в военке) для припайки к платам обильно покрытых позолотой микрух серий к100, 133, 564 и им подобных. Суть в том, чтобы выпилить из платы отверстия и сделать путь к миниатюризации. Теперь детали просто тупо припаиваются к проводникам на плате. Имеет несколько плюсов: упрощение изготовления ПП^[3]; увеличение плотности монтажа, так как увеличивается плотность выводов и уменьшается размер детали. Минусы: невозможность припаять массивные детали, вроде всяких там PCI-E разъёмов, но со времён рождения технологии применяется очевидная золотая середина — использование поверхностного монтажа наравне с монтажом в отверстия. Чтобы впаять мелкие деталюшки размером, представьте себе, меньше лобковой вши, нужно иметь хорошее зрение, твёрдую руку, предельную концентрацию и спецпаяльник с тонким жалом. При длительной over-6-hours работе без отвлекающего фона, к примеру музыки, аудиокнижки, веществ — происходит нехилый подрыв шифера и возможны выбросы дебильных звуков, жестов, мимики. И не дай бог вам припаять что-то не туда! Микросхему, повёрнутую на 90°/180°/270°, отпаять без вреда для микрухи\ПП\нервных клеток без специнструментов в виде термофена и ИК-печки почти нереально. Так что здесь очень рекомендуется паяльная станция.
- *Микромонтаж.* Объекты пайки — бескорпусные элементы, например, кристалл микросхемы. Паять без микроскопа нет смысла, ибо, например, бескорпусный светодиод невооружённым глазом просто не видно. Что является очень важным отличием, так это то, что вывод детали в виде тонюсенькой проволоочки можно тупо сплавить жалом далеко не самого мощного паяльника и залить, к примеру, компаундом. Этот как раз та чёрная лепёшка, которую можно встретить на маленьких китайских платах. Теоретически здесь можно спаять подобие микрочипа, составленного из других кристаллов микросхем. Практически же... ну, вручную это отнюдь не тривиальная задача. Паяльщик, заделавший своими руками бескорпусный светодиод, да так, чтобы работал, ~~может~~ считается воистину ТРУ-паяльщиком. При впаивании 10 бескорпусных микросхем ему автоматически присваивается 9 дан по Фехтованию паяльником.

Изготовление корпуса

Любое законченное устройство нуждается в идеале в корпусе. Рано или поздно гора спаянных навесом деталей и плат, лежащих на столе, под столом, за столом, и в ногах и изображающих из себя типа усилков, как наиболее частый вариант, ну, или мультивибратор, немного надоедает и приходится позаботиться о запихивании всего этого добра в корпус, чтобы это добро хотя бы своим видом указывало на его работоспособность и пригодность под прямые нужды. Вариантов ~~немного~~ до ебени фени. Изготовление корпуса есть локальный радиолюбительский мем, укрепившийся, наверно, еще со времен изобретения Поповым радио, ибо, как известно, чаще всего схему спаять и наладить — это половина геморроя, а столярно-слесарные-малярные развлечения с тарой, как ни странно, оказываются в over9000 раз сложнее: к мозгам юного (или не очень) разработчика схем, требуются хоть какой-то минимальной ровности руки. Это приводит к всяческого рода ухищрениям и рационализаторским идеям и воплощениям в самом натурально-каноничном совковом духе с примесью экзерцизма. Познавшие Дао сначала замораживаются подборкой корпуса, ибо запилить плату под готовый корпус куда проще чем наоборот.

- Берется коробка из-под обуви или иного прибора, на худой конец — просто картонные листы, под размер всего того, что планируется туда захуячить, и все это дело при помощи **скотча, термокля, пластыря и проволоки** укрепляется там так, чтобы не дребезжало, не коротило, ну или на худой конец как минимум не вываливалось, снаружи оклеивается оракалом или красится чем-нибудь, что есть под рукой; для подписывания названий лампочек и крутилок с переключателями используется шариковая авторучка или более кошерный предмет — маркер. Применяется данный способ в

основном совсем начинающими.

- На помойке находится корпус от советского или не очень прибора, нутро выкидывается а иногда и оставляется для распайки на детали, для последующего изготовления не менее нужных в хозяйстве усилителей и блоков питания (которых на момент сборки насчитывается уже как минимум 9000), собственно, а на его место вставляется готовая плата. Этаким методом «рак-отшельник». Имеющиеся отверстия используются по возможности для регуляторов схемы, или бережно и ничуть не криволапо заклеиваются бумагой, замазываются шпатлевкой (или, ну их нах, оставляются как есть — данный способ применяется в большинстве случаев). Некоторые индивиды даже чуть модифицируют схему, чтобы лишних отверстий, кнопок или окошек не оставалось. Весь вышеописанный метод используют более продвинутые РЛ.
- Вариант, похожий на предыдущий. Берется корпус от старой читалки компакт-дисков, либо отдохлого флопогрыза. Морду устройства можно заподлицо залить эпоксидкой и насверлить отверстий под свои нужды, ежели родные отверстия ни на что не годятся. Особенно актуально, если планируется использовать изделие в симбиозе с компьютером: хуй с ним, что после подобного аБгрейда новый компьютер стал похож на старый, засохший кусок говна, зато у меня на передней панели светодиодик через LPT-порт загорается, и я охуенно этому рад.
- Если делается какой-то «довесок» к имеющемуся девайсу, часто используется корпус (а то и источник питания «по совместительству», если выходной дури хватает) самого этого девайса. Регулятор мощности (который часто используется как регулятор температуры жала паяльника) вполне впишется во многие корпуса розеток для наружной проводки, мигалка гирляндами втрамбовывается в корпус блока питания от какой-нибудь «денди», платка винил-корректора (предусилителя) для согласования ~~занимателя~~ проигрывателя пластинок, например, с музыкальным центром (труЪ-вертушки не имеют никаких предусилителей) засовывается в корпус последнего (места там просто дохуя), ну и т. д. Раем для «имплантологов» являются, естественно, системные блоки.
- покупается готовый корпус в магазине (но дорого и не везде есть), как вариант можно купить компьютерный корпус к которому в комплекте как правило идут блок питания, вентиляторы, небольшой динамик, несколько светодиодов и пара выключателей.
- Изготовление корпуса из дерева: насмотревшись на красивые картинки, наш юный радиолобитель решает что и он так сможет, поэтому с антресолей вытаскивается папина ножовка, молоток, наждачка, пассатижи, гвозди, ну и прочий инструмент и методично разбрасывается в областях, близких к сборке устройства. Заготовки, как правило, находятся на ближайшей помойке. Чем лакированные двери от советских шкафов- не материал для корпуса? При должном подходе готовое изделие смотрится вполне неплохо, а папа нихуя свой инструмент не может с собаками разыскать даже у соседей.
- Изготовление корпуса из листового металла, пластика и т. п. материалов. Требуется хороших навыков слесарных работ и наличие инструмента. Главная проблема — ровный распил, чтобы в итоге коробочка не смотрелась как худшие произведения Дали. Хорошие результаты дает использование композитных алюминиево-пластиковых панелей для отделки фасадов зданий, благо материал обрабатывается легко, главное — ровно разметить и ровно распилить/просверлить. В качестве каркаса отлично подходят алюминиевые уголки, которые скрепляются друг с другом винтами или заклепками. В итоге можно получить вполне симпатичный корпус, уже окрашенный в нужный цвет, не весящий килоннуну и спокойно разбирающийся на составные части при необходимости. Начинающих может оттолкнуть довольно высокая цена невяебенно большого листа пластика, но для них существует как раз первый пункт — корпус из коробки. Однако, может быть практичным использование листа вспененного ПВХ, из которого «рекламщики» делают всякие там таблички-вывески. Одолжить кусок ВПВХ, 3—4 мм толщиной, можно в любом офисном здании, если нет желания иметь дело с листом в три-шесть квадратных метров. Режется левой пяткой школьника с самопроизвольным образованием ровного края. Клеится цианоакрилатным супер клеем за пару секунд. Модуль Юнга — около единички ГПа, плотность — 500 грамм на литр.
- Жесть, как учит нас премудрая педивикия, есть лужёная оловом сталь. Следовательно, консервная банка поддаётся пайке в одно касание даже без использования канифоли — она уже качественно залужена на заводе. Самое логичное применение консервного корпуса — конечно же, высокочастотные устройства. Но осторожно, анон: встречаются банки не из традиционной жести, а из какого-то непонятного и совершенно непаябельного сплава (алюминий же). Хорошо зарекомендовали себя банки типа тех, в которых продают лакокрасочные химикалии — с крышкой, которую надо поддевать отвёрткой. Младший брат банки от краски — банка из-под копейного растворимого говнокофе «Москофе-Индийский» (50 рублей). Находящийся внутри порошок применяем по своему усмотрению (чти конвенцию о химическом оружии!), а в банке собираем няшный высокочастотный трансформатор, маслозаполненный эквивалент антенны, передатчик «Красной Плесени» на частоте «Шансона» или ещё какой-нибудь хитрый девайс.
- Комбинация двух предыдущих вариантов: корпус из фольгированного стеклотекстолита. Пилится так же, как и пластиковый, а отдельные панели соединяются пайкой, как в жестяной версии. Бонусом

идет возможность вытравить переднюю панель по типовой технологии изготовления печатных плат, а также относительно неплохое экранирование. Корпус отличается простотой изготовления (никаких винтиков, уголков и прочего крепежа, даже плату можно припаять прямо к стенкам) и уродским внешним видом. Что, впрочем, не столь важно для устройств, которые будут установлены там, где их никто не увидит.

- Вариант для **VIP** — напечатать корпус на купленном 3D-принтере. На компьютере рисуется макет будущего корпуса, затем загоняется в 3D-принтер и воссоздается как тело Лилу в «Пятом элементе». Корпус при этом получится почти как с завода, но эта технология еще достаточно новая и не доступная рядовому радиогубителю, поскольку 3D-принтер стоит как автомобиль, а выполнить изготовление корпуса на заказ, у счастливого обладателя такого девайса, стоит дороже, чем загубить кучу заготовок и сделать корпус из куска железа или дерева. Китайцы уже подсуетились и теперь купить 3d принтер можно за 200\$ что доступно даже школьнику.
- Но, тру-радиолюбитель способен изготовить 3D-принтер своими руками! Алсо, можно своими руками сделать 2D-принтер для печатных плат.

А вообще, можно перестать совкуплять мозг себе, окружающим и тупо купить готовый корпус на каком-нибудь вольтмастере [1], благо самых разных корпусов как из пластика, так и из металла там как грязи и подобрать для себя подходящий затруднится только совсем упоротый губитель.

Рабочее место

Это святыня радиолюбителя. И понятие настолько объемно, что просит отдельной статьи. Но общий принцип организации прост — сколько столов и шкафов ни ставь — делать будешь на коленке. **Типичные места**. Как правило радиолюбитель сидит в странной конструкции из всевозможных коробочек, катушек, ящичков, станочков, сплетенных проводами и прочей неведомой ёбаной хуйней, чтоб не развалилось. Торчит одна голова и то не всегда. Встает оттуда неохотно даже поссать, ибо залезть и вылезть без разрушений радиоокопа тяжело. Да и просто тяжело, ибо в процессе имеет привычку заваливать выход. Наводить порядок не любит — иначе хуй потом, что найдешь. Периодически окоп конечно обваливается, намекая, что пора бы расшириться или на худой конец навести порядок. Тут как тут срачи с родственниками. Ибо им реально трудно удерживать расплзающийся окоп. Им не уперлось вытаскивать из ног радиодетали и по ночам убиваться об всю эту хуйню. На этом фронте всегда идут позиционные бои с семьей за территорию. Организовать рабочее место — реально трудно. Доказательство тому, масса тематических **форумов**. Слишком много надо инструментов, приборов, станочков и тем паче разной комплектухи, чтобы сделать хоть одну сраную плату. При ее изготовлении как правило (даже если был порядок)то все вываливается на стол, для быстрого доступа. Когда оно не нужно — то просто подвигается рукой в сторону как есть. Если подвигать некуда — наваливается сверху. И так до очередного обрушения. Когда свалка приобретает масштабы катастрофы, РЛ впадает в бешенство обещая себе незамедлительно навести порядок. И таки начинает этот процесс. Но как только расчищается на столе чуть больше четверти квадратного метра-его вновь охватывает творческий понос и... цикл замыкается. Если же у пациента таки стальные яйца и он доводит дело до конца, то его на этом пути ожидает масса открытий и откровений. В процессе окажется, что найдется масса потеряного инструмента, окажется то, на что он спустил последние деньги — у него уже есть. И масса прочих открытий, больно бьющих по психике.

Примечания

1. ↑ Зависит от того, как рисуется плата. Если воображается вид со стороны деталей и детали эти предназначены для монтажа в отверстия, то зеркалить не нужно. Если же вид со стороны дорожек, то нужно. Это определяется уже привычкой. В случае планарных деталей зеркалить обычно надо всегда, так как детали и дорожки расположены с одной стороны.
2. ↑ чаще подключением диода для снижения мощности вполонину
3. ↑ не надо высверливать over 9000 отверстий под выводы, хотя и требуются переходные отверстия