

Детекторный радиоприемник с низкоомным наушником

(методическая разработка для радиокружка)

С. Комаров (UA3ALW)

Журнал Радиолюбитель (Минск) № 8, 2016 г.

Назначение. Радиоприёмник разработан для повторения начинающими в радиокружках, а также, для соревнований по скоростной сборке и предназначен для привлечения молодёжи к радиотехнике. Кроме того он может быть использован в колледжах техникумах и институтах, как лабораторная работа по курсу «Радиоприёмные устройства», при подготовке бакалавров¹. Он может быть собран за одно занятие радиокружка (1,5 – 2 часа) начинающими радиолюбителями, школьниками или студентами, уже умеющими паять.



Идея взяться за разработку ещё одного детекторного приёмника возникла после изучения рынка имеющихся в продаже радиодеталей. Высокоомные наушники, традиционно используемые в детекторных радиоприёмниках, в настоящее время не производятся и отсутствуют в продаже. Но поскольку в классической схеме детекторного радиоприёмника постоянная составляющая от выпрямленной несущей пропадает даром (а это, при пик-факторе сигнала модуляции 3 и среднем коэффициенте модуляции вещательного сигнала 30%, составляет почти 95% энергии принятого сигнала), то возникла мысль использовать её для питания транзисторного усилительного каскада при работе на широко распространённые «молодёжные» низкоомные наушники и «внутриушники» с $R = 15 - 60 \text{ Ом}$, которые, для классических схем детекторных приёмников, увы, непригодны.

Еще одно применение радиоприёмника – автоматически включающийся и не требующий электропитания эфирный монитор в студии индивидуального радиовещания, контролирующей работу своего АМ передатчика [4]. С него можно брать сигнал для контрольной записи эфира.

Частотный диапазон. Приёмник рассчитан на диапазон частот 750 – 1200 кГц, где работает наибольшее число АМ вещательных радиостанций. Если же в Вашем регионе радиостанции на средних волнах работают в другом частотном участке, то при контурной катушке в 200 мкГ рассчитать нужную емкость контура можно по формуле: $C_{(пФ)} = 127 / f^2_{(МГц)}$. Например, для частоты 738 кГц емкость контура нужна 233 пФ, а для частоты 612 кГц – 339 пФ.

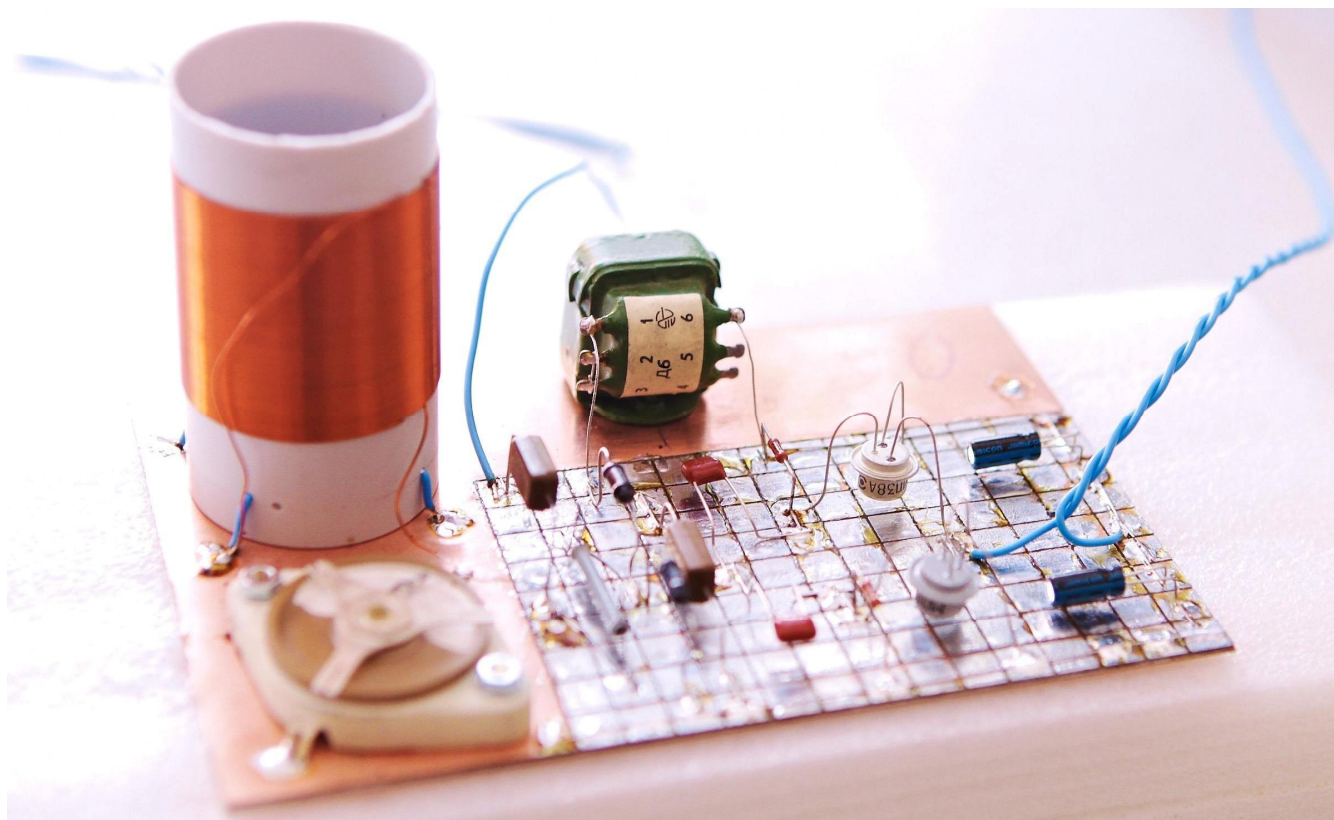
¹ Выпускники техникумов в СССР имели лучшую подготовку, чем нынешние, «прозападные», бакалавры. В свое время, учась в МРМТ, на радиомонтажной практике мы собирали ламповый супергетеродин, и сами мотали катушки контуров и трансформаторы.

Схема. Параллельный колебательный контур C_3, L_1 имеет внешнеемкостную связь (C_1) с антенной и с двухполупериодным детектором (C_4). Детектор выполнен по схеме удвоения напряжения на германиевых диодах D_1 и D_2 . Блокировочный конденсатор C_5 сглаживает пульсации ВЧ сигнала, и при этом на верхней частоте модулирующего сигнала 8 кГц имеет реактивное сопротивление равное входному сопротивлению каскада усиления тока (около 4 килоом), чем обеспечивает завал АЧХ в 3 дБ.

После детектора постоянная составляющая и протектированный сигнал модуляции разделяются дросселем Dr_1 (имеющем на нижней воспроизводимой частоте 250 Гц те же 4 килоома индуктивного сопротивления) и разделительными конденсаторами C_6 и C_7 . Протектированный НЧ сигнал подается на базы двух комплементарных германиевых транзисторов T_1 и T_2 , образующих двухтактный эмиттерный повторитель, каждый из которых усиливает свою полуволну сигнала модуляции. Резисторы R_1 и R_2 задают транзисторам начальное смещение вблизи точки отпирания, обеспечивая им работу в режиме класса АВ.

Постоянная составляющая с детектора через дроссель поступает на питание транзисторного усилителя. Электролитические конденсаторы C_8 и C_9 сглаживают пульсации НЧ сигнала и одновременно образуют искусственную среднюю точку, обеспечивая для двухтактного выходного каскада симметричное подключение нагрузки в виде высокочувствительного электромагнитного капсюля (Γr_1).

Конструкция. Приемник выполнен на макетной плате из фольгированного стеклотекстолита, толщиной 1,5 – 2 мм и размером 150 x 100 мм. Часть площади металлизации платы 105 x 67,5 мм разрезана на изолированные друг от друга монтажные квадратики размером 6,7 x 6,7 мм; шаг нарезки квадратиков – 7,5 мм. Нарезка ведется резакон, выполненным из ножовочного полотна. Остальная металлизация платы представляет собой широкий «земляной проводник».



Детали. Все детали приёмника были приобретены в магазинах, через интернет, на радиорынках, и на момент разработки приёмника (январь 2014 г.) имелись в продаже. Так что, собрать 10 – 20 комплектов деталей, полагаю, вполне реально и сейчас.

Резисторы – МЛТ, C_2 -23; номинал 510 килоом не критичен - возможный диапазон изменений 430 – 680 кОм. Конденсаторы C_1, C_2 – КСО-2 или К31У-3Е-2, C_3 – КПК-3-25/150 пФ или 10/100 пФ (дополнительно $C_2 = 47 - 56$ пФ), или 6/60 пФ (дополнительно $C_2 = 100$ пФ); возможна замена КПК-3 на конденсаторы КПК-2 тех же номиналов. При небольшом изменении конструкции возможно использование одной секции из блока переменных конденсаторов от транзисторных или ламповых радиоприемников с номиналом 10/350 или 12/495 пФ. В последнем случае приемник

будет перекрывать полный вещательный диапазон средних волн 522 – 1710 кГц. С₄ – КТ-16, КТК, С₅ – КСО-5 или К31У-3Е-5. Все постоянные конденсаторы емкостью менее 1000 пФ могут быть заменены на К10-17-16 групп по ТКЕ М47, М750, М1500 или МП0. С₅ – от 3900 до 4700 пФ. С₆, С₇ – КМ-6 или К10-17-16 группы по ТКЕ не хуже Н30. Номинал 0,1 мкФ не критичен – возможный диапазон 0,1 – 0,47 мкФ. С₈, С₉ – К50-35 или любые электролитические (оксидные) на напряжение не менее 15 В, номинал 33 мкФ не критичен – возможный диапазон 33 – 68 мкФ.

Диоды Д311 можно заменить на Д311А или на любые германиевые детекторные диоды серий: Д2, Д9, Д10, Д18, Д20. Транзисторы МП38А можно заменить на любые германиевые из серий МП35, МП36, МП37, МП38, МП9, МП10, МП11. Транзисторы МП41А – на любые из серий: МП39, МП40, МП41, МП13, МП14, МП15. **Внимание: кремниевые диоды и транзисторы в этом приемнике работать не будут.**

Дроссель Д6-2,5-0,06 имеет индуктивность 2,5 генри и сопротивление обмоток постоянному току: 455 Ом (выводы 1 – 2) и 24 Ом (выводы 3 – 6). Его можно изготовить и самостоятельно на ШИ или ШЛ стальном или пермалловом магнитопроводе, сечением 0,75 – 1,0 см², намотав на него внавал, но плотно и аккуратно, провод ПЭВ-2-0,15 или 0,17 мм до заполнения каркаса. Можно также использовать в качестве дросселя первичную (высокоомную) обмотку согласующего трансформатора для транзисторных радиоприемников 70-х годов.

Контурная катушка, индуктивностью 200 мкГ, выполнена на трубчатом каркасе из жесткой электроизоляционной ПВХ трубки, диаметром 40 мм и толщиной стенки 1,5 мм (продается в магазинах сети «Электромонтаж» и им подобных). Конструкция понятна из рисунка. Возможно также использование ребристых каркасов КР35х44 или КР45х52 [5].

ДЭМ-4м – это легендарный советский электромагнитный капсюль фирмы «Октава», имеющий столь высокую чувствительность, что, будучи включенным на длинный двойной провод (да, хоть в 10 километров) и нагруженный на другом конце на точно такой же, позволяет, попеременно используя их как наушник и микрофон, обеспечить надежную телефонную связь лишь за счет собственной энергоотдачи (как микрофон) и чувствительности (как наушник) без использования каких-либо усилителей и источников питания! **Это, кстати, еще одна идея для лабораторной работы по физике² – «Телефон без батареек»!** Сопротивление обмотки капсюля 70 Ом. Если вы на этот приемник принимаете местную средневолновую радиостанцию на хорошую внешнюю антенну и сделаете для этого капсюля небольшой рупор из листа ватмана или приспособите в качестве рупора что-либо из домашней кухонной посуды, то получите громкоговорящий детекторный приемник, способный в ночное время (когда вокруг тишина) обеспечить уверенное озвучивание небольшой комнаты.

Набор деталей. Если Вы преподаватель ВУЗ-а или колледжа и решили сделать такой приёмник, как лабораторную работу для студентов, Вам надо будет изготовить несколько (по числу лабораторных бригад) макетных плат, столько же каркасов катушек и собрать комплекты деталей по следующему списку:

Наименование	Кол.	Наименование	Кол.
Резистор С2-23-0,125-510 кОм ±10%	2	Дроссель Д6-2,5-0,06	1
Конденсатор КСО-1Г- 250 В -100 (56) пФ ± 5%	1*	Капсюль ДЭМ-4м	1
Конденсатор КСО-2Г- 500В - 160 пФ ± 5%	1	Каркас катушки	1
Конденсатор КСО-5Г- 500 В - 4300 пФ ± 5%	1	Макетная плата 150 x 100	1
Конденсатор КТ-16 - 30 пФ ± 10%	1	Провод МГШВ-0,12	1,8 м.
Конденсатор К10-17-16 - Н30 - 0,1 мкФ	2	Провод ПЭТВ-0,4	12 м.
Конденсатор К50-35 - 16 в - 33 мкФ	2	Винт М3 x 12	2
Конденсатор КПК-3 – 25/150 пФ	1	Гайка М3	2
Диод Д311 или Д311А	2	Шайба М3	2
Транзистор МП38А	1	Винт М2,5 x 6	2
Транзистор МП41А	1	Шайба М2,5	2

* При С3 = 25/150 пФ – нет. При С3 = 10/100 пф – 47 - 56 пФ. При С3 = 6/60 пФ – 100 пФ.

² Правда, при весьма существенном условии, что ваш учитель физики знает и любит физику.

Кладём все эти детали в полиэтиленовый пакетик, таких пакетиков собираем 10 – 20 штук и вот у Вас есть раздаточный материал для увлекательной лабораторной работы, где школьники и студенты своими руками делают приёмник и убеждаются, что он у них работает без батареек!

И заметьте: Стране нужны настоящие инженеры, которые смогут грамотно эксплуатировать, ремонтировать и разрабатывать радиоаппаратуру, а не быть тупыми придатками для аппаратуры зарубежных фирм, выполняя лишь функцию разъёмовтыкальщиков, и не понимающих, какие процессы происходят внутри блоков, элементов и микросхем аппаратуры.

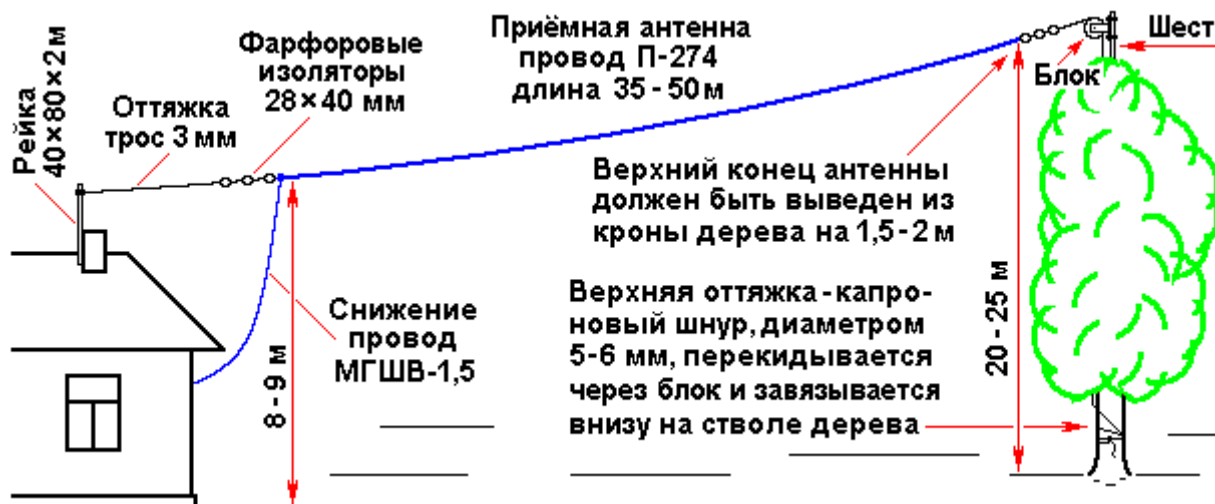
Монтаж. Работу над приёмником начинаем с намотки катушки. Для этого 12 метров намоточного провода надо расстелить по полу лаборатории или смотку на локте одеть на руки другому члену бригады (как у бабушки при вязании) и начать аккуратно укладывать на каркас виток к витку с натяжением, следя, чтобы провод не перекручивался, и не допуская барашков. Выводы катушки должны быть длиной 80 - 100 мм. Фиксация каждого вывода производится с помощью двух отверстий в каркасе, диаметром 1 мм и ясна из рисунка. Вывод начала катушки (расположенный сверху каркаса) отмечен на схеме точкой и соединяется с земляным проводником.

После намотки катушки приступают к зачистке и формовке выводов деталей, как это показано на рисунках и ориентируясь в размерах на рисунок расположения их на макетной плате. Далее, залуживают выводы деталей, нужные контактные площадки на макетной плате и приступают к монтажу деталей. Дроссель устанавливается на плату с помощью двух винтиков М2,5 с шайбами. Переменный конденсатор крепится к плате винтами М3х12 с шайбами и гайками (головки винтов с обратной стороны платы, а шайбы и гайки со стороны конденсатора) – следует обратить внимание, что «земляной» вывод конденсатора КПК-3, соединенный с его центральной гайкой (нарисовано пунктиром), должен быть обращен к нижней кромке платы.

Далее, монтажным ножом зачищаем от лаковой изоляции около 40 см провода, оставшегося от намотки катушки, и залуживаем его. В соответствии с принципиальной схемой соединяем им выводы радиодеталей на плате. Затем разрезаем кусок провода МГШВ-0,12, чтобы получились два отрезка по 600 мм, два – по 200 мм и два по 65 мм. Зачищаем их в соответствии с рисунком. Два провода по 600 мм аккуратно свиваем между собой и с одного конца заделываем под винты на капсуле ДЭМ-4м. Два провода по 65 мм зачищаем с каждого конца на 7 мм, скручиваем оголенные жилки, вставляем в крепежные отверстия контурной катушки и залуживаем; после чего с натягом припаиваем их к земляной поверхности макетной платы, предварительно залудив её в тех местах, где планируются крепежные пайки. Припаиваем провода от капсулы к плате в соответствии со схемой. В последнюю очередь припаиваем 200 мм выводы антенны и заземления.

Настройка. Приемник, собранный аккуратно, без ошибок, недостающих соединений и коротких замыканий, начинает работать сразу. Надо лишь подключить антенну, заземление, покрутить переменный конденсатор и поймать какую-либо радиостанцию.

Антенна. Хорошей средневолновой антенной для детекторного приёмника принято считать наклонный луч длиной $\lambda/4$ на верхней частоте принимаемого диапазона (то есть, 45 – 50 метров), дальний конец которого поднят на высоту не менее 20 метров (высокая ёлка, сосна или берёза).



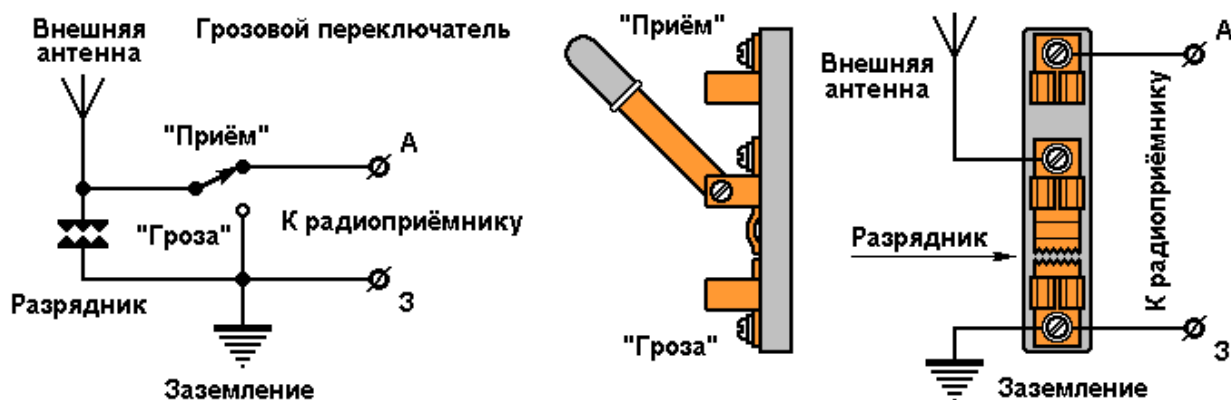
В городских условиях, если Вы живете на верхних этажах, желательно повесить горизонтальную или наклонную антенну между слуховыми окнами соседних домов, длиной 45 – 50 метров (длина антенны измеряется между изоляторами) и пустить снижение (длиной 6 – 12 метров) в свое окно не ближе 2 метров от стены здания. Если же Вы живете на нижних этажах, то, как и в сельской местности Вас выручит наклонный луч из своего окна на высокую крышу здания напротив. При этом длину антенны (в пределах 30 – 50 метров) следует выбирать по месту, чтобы она не доходила до стены соседнего здания на 4 – 5 метров (дальше изоляторы, не менее трёх, и потом оттяжка из стальной оцинкованной 2,5 – 3 мм проволоки или 3 мм стального троса). Снижения у такой антенны, как такового, нет, и наклонный луч начинается непосредственно с подоконника, на котором расположен приемник. При установке антенны следует ее располагать так, чтобы уже имеющиеся «воздушки» были бы к ней по возможности перпендикулярны, и чтобы параллельных уже висящих проводов не было бы, как минимум, на 50 – 70 (а лучше – на 200) метров как влево, так и вправо. Для изготовления такой антенны хорошо подходит либо полевой телефонный провод П-274 (обе сплетённых жилы соединяем в параллель), либо сталемедная биметаллическая проволока БСМ-1, диаметром 2,5 – 3 мм, что предпочтительнее для городских условий. Возможно использование антенного канатика из неотожжённой меди, диаметром 3 – 3,5 мм, однако приобрести его весьма проблематично, да и медь довольно дорога.

Заземление. Детекторные приёмники не работают без заземления. Идеальное заземление – это закопать в палисаднике под окном 10 – 12 чугунных секций ржавой батареи центрального отопления. Однако, для детекторного радиоприёмника вполне хватит и старого оцинкованного ведра, закопанного на глубину 1 – 1,5 метра (до постоянно влажной земли), к которому припаян изолированный медный провод, сечением не менее 4 мм², и который подходит к радиоприёмнику рядом с антенной. В городских условиях в качестве заземления для приёмника вполне подойдет контур здания или водопроводный стояк холодной воды. К трубам центрального отопления лучше не подключаться, поскольку в новых домах, или же при перепланировке квартир, довольно часто жильцы заменяют стальные трубы на пластиковые и проводящий контур труб отопления может оказаться разорван.

Внимание: Заземление через электрическую розетку недопустимо. Там не заземление, а зануление – то есть, соединение с нулём электросети. В случае отгорания «нуля» в электрощите (в подвале дома), на такой «земле» окажется потенциал вплоть до 380 вольт, что смертельно опасно. А поскольку после развала СССР бытовыми электросетями в жилых зданиях занимаются не профессионалы-электрики, а «эффективные менеджеры» (а то и вообще, *не-пойми-кто*), то отгорание «нуля» в наших домах происходит, увы, регулярно. К тому же, провод «заземления» из электрической розетки собирает по всему дому помехи от импульсных преобразователей, и всё это получит Ваш радиоприёмник. Как говорится: «Спасибо, не надо!»

Помимо радиотехнической функции, создания противоположного полюса для ВЧ потенциала, антенны, заземление выполняет и защитную функцию. При сильном ветре на антенне скапливается довольно мощный статический потенциал, способный выжечь диоды и транзисторы. При близких грозовых разрядах, на антенне возможны весьма мощные наводки - до нескольких киловольт, опасные для жизни. Защиту от этих естественных явлений обеспечивает заземление.

Антенный (грозовой) переключатель. В нерабочее время, когда приёмник не используется, и особенно при приближении грозы, внешняя антенна должна быть обязательно заземлена. Для этой цели удобно использовать трехполюсный перекидной переключатель.



Средний перекидной контакт, снабжённый изолированной ручкой, присоединяется к антенне. Нижний контакт – к заземлению и к клемме «Земля» радиоприёмника. Верхний контакт грозового переключателя присоединяется к клемме «Антенна» радиоприёмника. В рабочем положении переключатель поднят вверх и антенна присоединена к приёмнику. В случае грозы, а также уходя из дома, переключатель переводят в нижнее положение, при этом приёмник отсоединяется от антенны и антенна соединяется с проводом заземления. Искровой разрядник в грозовом переключателе служит для того, чтобы во время слушания радиоприёмника статические заряды могли бы стекать с антенны, пробивая искровой промежуток. В противном случае, они пробьют конденсатор C_1 в радиоприёмнике. Считая электрическую прочность воздуха 3 кВ/мм и рабочее напряжение конденсатора 500 В , зазор в разряднике должен быть не более $500 / 3000 = 0,17 \text{ мм}$. При самостоятельном изготовлении разрядника, зазор можно выставить при его сборке разместив между остриями гребенок один слой писчей бумаги ($0,1 - 0,12 \text{ мм}$).

Методические указания. При подготовке лабораторной работы Вам, как преподавателю, придётся немного потрудиться, чтобы обучение радиотехнике было бы наглядным, эффективным, безопасным, увлекало и приносило радость творчества детям. А это большое дело, чтобы молодые люди поверили в себя и в свои руки, а не только в нынешнего идола – деньги. Наша задача воспитывать и учить будущих радиоинженеров, творцов, а не плодить лишь одних потребителей.

В комплект к набору деталей в качестве раздаточного материала выдается листовка с принципиальной и монтажной схемами и краткой инструкцией по сборке приёмника. Студентам для домашней подготовки её нужно выдать за неделю. Начинающим радиолюбителям – на текущем занятии. При этом радиолюбителям надо рассказать во всех деталях, как работает радиоприёмник, а со студентов спросить самоподготовку, как они разобрались с принципом работы радиоприёмника. Как показала практика, такой листовки достаточно, чтобы студенты и радиолюбители приёмник собрали, но не достаточно, чтобы сходу разобрались, как он работает.

И еще. Важно! Проследите, чтобы кружковцы перед сборкой приёмника **ВНИМАТЕЛЬНО** прочитали текст листовки. И перед тем, как приступать к монтажу, нарисовали бы на чертеже платы соединения деталей в соответствии с принципиальной схемой. Особенно обратите их внимание на провода и формовку выводов. Как правило, они слишком торопятся, им лень читать, и, особенно, вникать (леность мозгов воспитана со школы), смотрят лишь на картинки, а потом делают по невнимательности заведомо предсказуемые ошибки и портят радиодетали.

При выполнении лабораторной работы бригадой студентов из 3 – 4 человек (один мотает катушку, второй – формует выводы деталей, третий – паяет, ...), за одно занятие (около 2-х часов) приёмник может быть не только собран, но и исследован. Для этого, помимо антенны и заземления (чтобы принять сигналы реальных вещательных радиостанций – это важно для наглядности и пробуждения интереса!), потребуется ВЧ генератор диапазона частот $0,5 - 2 \text{ МГц}$ с внутренней тональной и внешней АМ (например, Г4-102), генератор звуковой частоты (ГЗ-102), милливольтметры переменного (ВЗ-38), и постоянного (В7-26) напряжений и чувствительный осциллограф, желательно с большим экраном (С1-83) или аналогичные импортные.

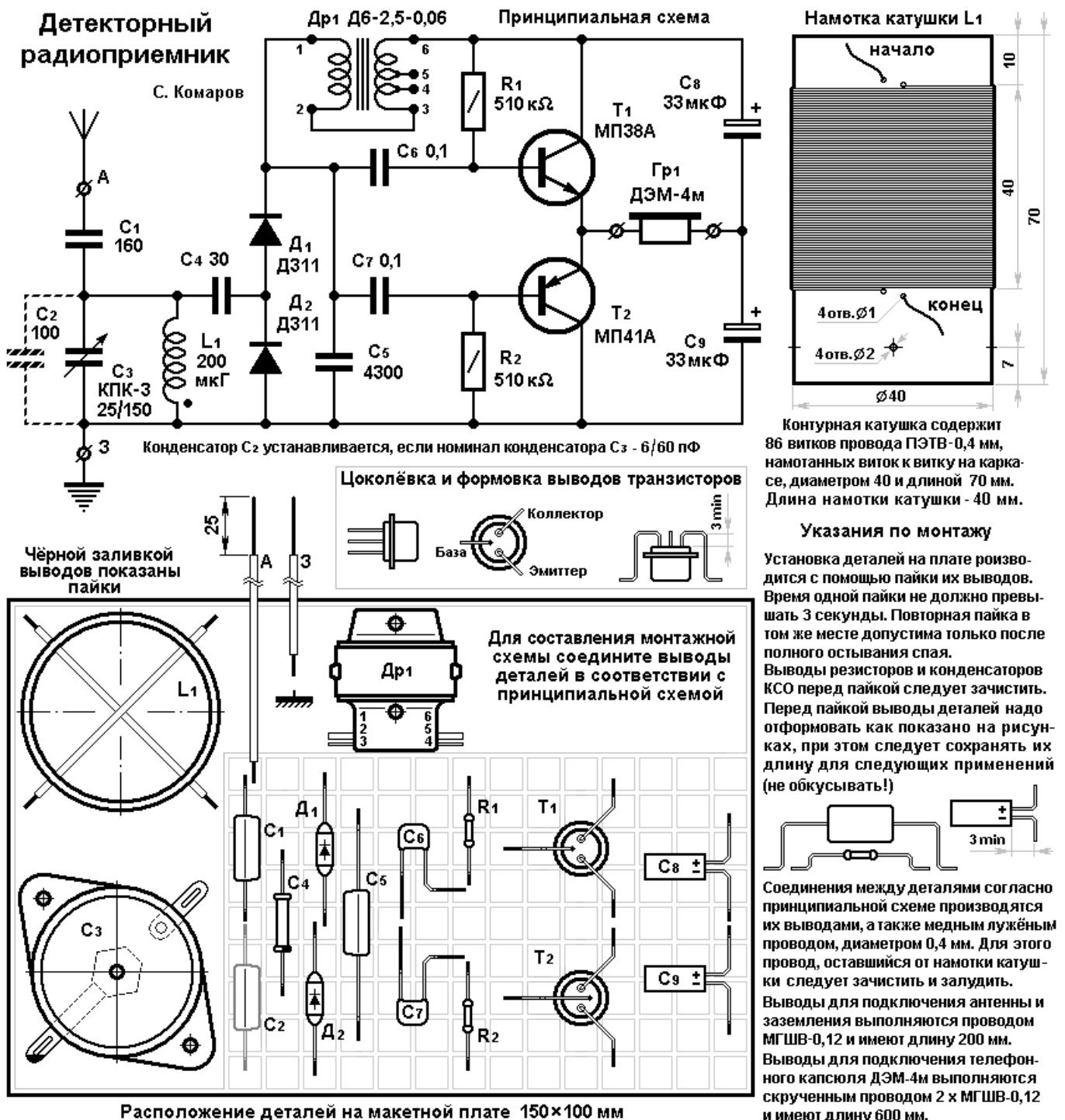
Набор инструментов (сколько бригад – столько комплектов): бокорезы, пинцет, тонкие длинногубцы, отвертка 3 мм , монтажный нож, паяльник 40 Вт (с медным плоским залуженным жалом, изогнутым под 45°), подставка под паяльник с канифолью и припоем ПОС-61.

В лабораторной работе можно измерить пороговую чувствительность приемника, как по выходу сигнала с детектора, так и по сигналу на выходе усилителя тока, затем рассчитать (при реальной сделанной Вами антенне) пороговую напряженность поля и оценить, радиостанции какой мощности и с каких расстояний, приёмник способен принять (используя графики распространения МККР), если б они появились в эфире. Снять модуляционную характеристику – зависимость выходного напряжения от коэффициента АМ, снять АЧХ по ВЧ – кривую избирательности нагруженного колебательного контура, и сквозную АЧХ по модулирующему НЧ сигналу – определив тем самым полосу передаваемых звуковых частот. Полагаю, материала этой статьи достаточно для написания хорошей лабораторной методички для студентов.

Возможные проблемы. Приёмник хорошо работает при наличии близкорасположенной СВ АМ радиостанции и даже может обеспечить громкоговорящий приём при работе на динамик через выходной трансформатор. Но при слабом уровне сигнала и, как следствие, недостаточном напряжении питания, транзисторный усилитель будет ослаблять принимаемый сигнал.

Из-за того, что в настоящее время в России сворачивается государственное вещание на средних волнах [6], может оказаться так, что поблизости от вашего населенного пункта не окажется ни одной мощной АМ радиостанции. Тогда Вам, как руководителю радиокружка, придется самому организовать локальное радиовещание в одном, отдельно взятом, радиокружке, подключив к выходу ВЧ генератора Г4-102 (Г4-18) комнатную антенну (проложив петлю из монтажного провода по периметру лаборатории либо по плинтусу, либо под потолком, либо охватив этой петлей все здание, если оно кирпичное или деревянное), на вход «Внешняя АМ» подать сигнал либо от звукового генератора ГЗ-102, либо от звуковой карты компьютера с заранее записанной радиопрограммой или музыкальной подборкой. Если же Вы захотите охватить вещанием территорию компактного проживания членов радиокружка (в радиусе до 3 км на транзисторные приёмники с ферритовой антенной), и чтобы они могли у себя дома слушать передачи из радиокружка, тогда стоит заняться «Индивидуальным радиовещанием» (www.cqf.su) и сделать, «тихий» маломощный вещательный АМ радиопередатчик, мощностью 1 Вт, специально разработанный для демонстрации экспериментов по радиовещанию в кабинетах физики [7].

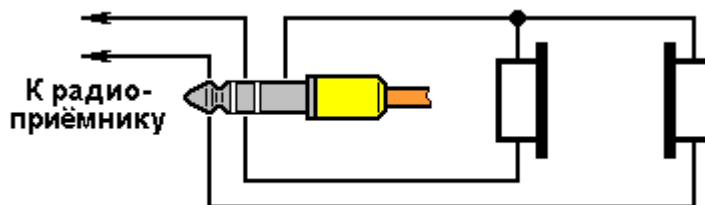
Листовка – раздаточный материал для кружковцев:



Дополнительные возможности. В случае использования радиоприёмника, как монитора своего АМ передатчика при индивидуальном радиовещании [4], его катушка должна содержать 60 витков провода ПЭТВ – 0,6, намотанного на тот же каркас и в те же размеры. Тогда приёмник сможет перекрывать диапазон частот 1400 – 1800 кГц и антенна ему не потребуется. Будет вполне достаточно поля, наведенного непосредственно на контурную катушку. В таком применении приёмник удобно собрать в небольшой плоской пластмассовой или деревянной коробочке, которая без каких-либо источников питания или внешних проводов, сама начнет петь и разговаривать, когда Ваш передатчик выйдет в эфир. Правда, размещать такую коробочку надо рядом с передатчиком.

Если Вы хотите выжать из приемника максимум громкости и избирательности, Вам следует тщательно подобрать ёмкость конденсатора C_1 под вашу внешнюю антенну. Чем короче антенна, тем больше должна быть ёмкость конденсатора. При комнатной антенне, повешенной под потолком (в деревянном кирпичном или деревянном доме) длиной 6 – 7 метров со снижением длиной 2 – 3 метра (только при наличии близкой мощной радиостанции), хорошие результаты достигаются при $C_1 = 390 – 560$ пФ. Однако, эта ёмкость зависит от расположения в стенах электропроводки и от материала самих стен и потолка. Если же Ваш дом железобетонный, то комнатная антенна принимать ничего не будет. С появлением импульсных источников питания, в многоквартирных зданиях стало столько радиопомех, что в городе комнатную антенну делать бессмысленно. При внешней антенне, длиной 25 – 30 метров потребуется ёмкость $C_1 = 100 – 150$ пФ, а при длине в 45 – 50 метров – в районе 30 – 50 пФ.

При подключении к детекторному радиоприёмнику наушников и внутриушников от мобильных телефонов, MP3 плееров и иных гаджетов, они соединяются последовательно для увеличения их общего сопротивления, при этом их общий провод не используется. На схеме также показано внутреннее подключение выводов наушников к миниджеку. При такой схеме включения обмотки капсулей включаются в противофазе, и при прослушивании, это будет вызывать некоторый пространственный дискомфорт. Однако, перепаивать полярность включения капсулей при существующей неразборной их конструкции, весьма затруднительно, и не стоит этого делать.



Литература:

1. В. Т. Поляков, Техника радиоприема: простые приёмники АМ сигналов. - М.: ДМК Пресс, 2001. - 256.: илл. (В помощь радиолюбителю). <http://www.amfan.ru>
2. И. П. Жеребцов, Книга сельского радиолюбителя. ДОСААФ, Москва – 1955. (есть в djvu).
3. С. Комаров, Устройство заземления для средневолновой передающей антенны индивидуального радиовещания: <http://www.cqf.su/technics8-1.html>
4. С. Комаров, Детекторный монитор СВ радиовещательного передатчика. «Радио» 2015, № 8 стр. 29 – 31. Авторский текст статьи: <http://www.cqf.su/technics/92-monitor.shtml>
5. С. Комаров, Самодельные ребристые каркасы для катушек передатчика. «Радио» 2015, № 5, стр. 32, 33. Авторский текст статьи: <http://www.cqf.su/technics51-1.html>
6. Б. Сычев, Л. Яблокова, Регрессия отрасли ДВ- СВ- и КВ-радиовещания и радиосвязи. «Broadcasting Телевидение и радиовещание» № 8 (127) декабрь 2015 – январь 2016, стр. 40,41.
7. С. Комаров. Средневолновый «тихий» радиовещательный АМ радиопередатчик мощностью 1 Вт: <http://www.cqf.su/technics/transmitter-1W.shtml>