

# Детекторный монитор СВ радиовещательного передатчика.

С. Комаров (UA3ALW)

Данный монитор разработан для непрерывного контроля эфирного сигнала маломощного радиовещательного АМ передатчика 200-метрового диапазона средних волн. Поскольку Закон о средствах массовой информации требует на каждой радиостанции иметь запись всех передач, вышедших в эфир, то сигнал с этого монитора как раз и будет позволять сделать объективную запись того, что реально вышло в эфир. Помимо этого, монитор позволяет прослушивать эфирный сигнал передатчика, не нуждаясь в собственном источнике питания, и довольствуясь энергией неизбежных наводок в ближней зоне передающей антенны. С помощью вольтметра этого прибора также можно настраивать передающие антенны, определяя максимум излучения.

**Параметры.** Монитор включается автоматически при появлении в эфире мощного АМ сигнала и обеспечивает воспроизведение вещательной программы на динамик при громкости достаточной для длительного неустоляющего (фонового) контроля программы, имея в качестве приемной антенны два куска провода по 1,5 метра, растянутых на расстоянии 2 – 3 метра от передатчика. При мощности передатчика 10 Вт, с подключенными заземлением и бесфидерной<sup>1</sup> проволочной антенной, действующее напряжение на выходе монитора составляет от 0,15 до 0,25 В в зависимости от глубины модуляции транслируемой программы, а напряжение выпрямленной несущей порядка 1 вольта. При приближении монитора к передатчику неискаженный сигнал может достигать значений 1,5 – 5 вольт на сопротивлении нагрузки более 2 кΩ. При контроле эфирного сигнала более мощных передатчиков к монитору, выполненному в радиопрозрачном корпусе, можно вообще не подключать антенну и даже унести его в другую комнату.

**Принцип работы.** В классическом детекторном приемнике после детектора выделяются две составляющих – переменная – протектированный сигнал модуляции (огibaющая) и постоянная, – результат детектирования несущей. Переменная преобразуется в звук вещательной программы, а постоянная не используется. Однако, энергия, содержащаяся в постоянной составляющей весьма велика. При средней глубине модуляции вещательного сигнала 30% энергия несущей содержит в себе 90% всей энергии АМ сигнала. Поэтому возникла мысль использовать ее для питания транзисторного усилителя, чем обеспечить монитору громкоговорящий прием, обойдясь без источника электропитания и тем самым обеспечив ему автоматическое включение.

**Схема.** Параллельный колебательный контур  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $L_1$  имеет непосредственную связь с антенной и внешнеемкостную, через конденсатор  $C_3$ , с двухполупериодным детектором, собранном по схеме удвоения напряжения на германиевых диодах  $D_1$  и  $D_2$ .

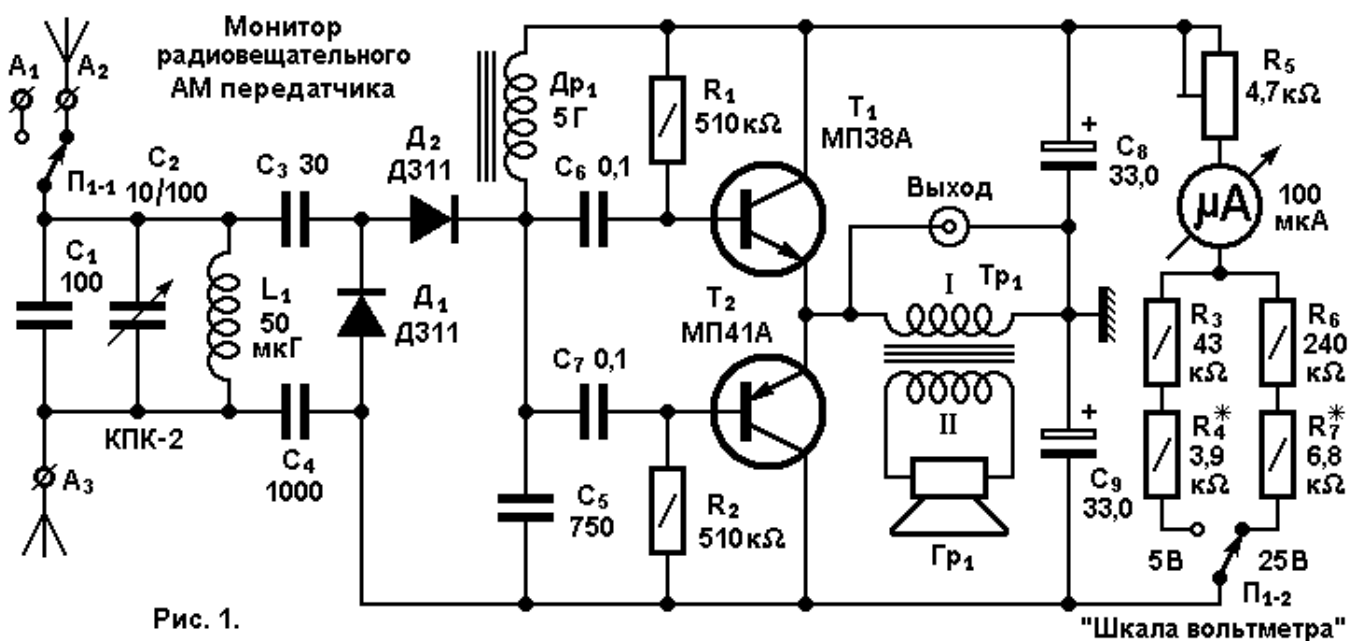


Рис. 1.

<sup>1</sup> Полотно антенны начинается непосредственно от клеммы «Антенна» передатчика. Такие антенны используются почти со всеми переносными армейскими радиостанциями. Наиболее известная среди радиолюбителей бесфидерная антенна – Long Wire, она подключается непосредственно к передатчику и требует хорошего заземления.

Непосредственная связь антенны с колебательным контуром не приводит к ухудшению его добротности, поскольку приемная антенна монитора в виде двух отрезков провода по 1,5 – 2 метра, в силу своей малой длины (менее  $0,01\lambda$ ) работает как небольшая емкость и можно считать, что связь контура с антенной слабая внешнеемкостная. Конденсатор  $C_4$  – разделительный, на рабочее напряжение 500 вольт, служит для предохранения прибора от случайного замыкания антенны  $A_3$  на корпус, также он отвязывает антенные гнезда и колебательный контур от остальной части схемы, чтобы предотвратить выход из строя прибора при случайной подаче напряжения на антенные клеммы относительно корпуса (ну, упал провод антенны на шину 380 В).

Блокировочный конденсатор  $C_5$  сглаживает пульсации ВЧ сигнала. Одновременно на верхней частоте модулирующего сигнала 8 кГц он имеет реактивное сопротивление равное входному сопротивлению транзисторного каскада усиления тока, чем обеспечивает завал АЧХ на 3 дБ.

После детектора постоянная составляющая и продетектированный сигнал модуляции разделяются дросселем  $Dr_1$  и разделительными конденсаторами  $C_6$  и  $C_7$ . Продетектированный НЧ сигнал подается на базы двух комплементарных германиевых транзисторов  $T_1$  и  $T_2$ , 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 и, совместно с активным сопротивлением дросселя ( $R_{др} = 1156\Omega$ ), образуют схему коллекторной стабилизации начального тока. Постоянная составляющая с выхода детектора, через дроссель  $Dr_1$  обеспечивает питание транзисторного усилителя. Электролитические конденсаторы  $C_8$  и  $C_9$  сглаживают пульсации постоянной составляющей и одновременно образуют для выходного двухтактного транзисторного эмиттерного повторителя искусственную среднюю точку, обеспечивая для него симметричную схему подключения нагрузки в виде первичной обмотки выходного трансформатора  $Tr_1$ , нагруженного на низкоомный динамик ( $Gr_1$ ). Эквивалентное сопротивление нагрузки ( $Gr_1$ ), пересчитанное к эмиттерам транзисторов составляет 1кΩ.

Для индикации относительного уровня выходной мощности передатчика (напряженности электромагнитного поля) в схему встроены вольтметр, который измеряет напряжение постоянной составляющей с выхода детектора и имеет два предела измерений 0 – 5 вольт и 0 – 25 вольт. Выбор пределов измерения соответствует фоновому, тихому, (1,5 – 3 вольта) и целевому, громкому, (15 – 20 вольт) прослушиванию радиопередач. Подстроечный резистор  $R_5$  компенсирует разброс значения сопротивления рамки микроамперметра, которое в сумме с  $R_5$  надо выставить равным 3,2 кΩ. Добавочные сопротивления для двух пределов измерения должны быть:  $R_3 + R_4 = 46,8\text{к}\Omega$  и  $R_6 + R_7 = 246,8\text{к}\Omega$ . Для возможности точного подбора значений они составлены из двух резисторов каждое. Если прибор будет использоваться для измерений, номиналы сопротивлений следует подобрать точно.

**Конструкция.** Монитор выполнен в корпусе от трансляционного громкоговорителя. На передней панели корпуса устанавливается динамик, головка микроамперметра, переключатель антенн и шкалы вольтметра, антенные клеммы и гнездо выхода. Конденсатор настройки контура  $C_2$  размещается внутри прибора, настраивается на радиостанцию в процессе регулировки и при эксплуатации не регулируется. Также, единожды, при калибровке вольтметра по поверенному прибору настраивается подстроечный резистор  $R_5$ . Схему прибора можно собрать как навесным монтажом, так и на плате, выбрав ее размер и форму по имеющемуся месту внутри корпуса громкоговорителя.

**Детали.** Конденсаторы.  $C_1$  – типа КСО-1, СГМ, КТК или КТ-2.  $C_2$  – КПК-2 или КПК-3.  $C_3$  – КТК, КТ-1, КТ-2, КД-1.  $C_4$  – типа КСО-2, КТК или КТ-2.  $C_5$  – КСО-1, КСО-2 или СГМ.  $C_6, C_7$  – импортные пленочные на рабочее напряжение 100 вольт.  $C_8, C_9$  – электролитические фирмы Jamison на рабочее напряжение не менее 50 вольт. Резисторы.  $R_5$  – СПО-0,5 или СПЗ-9. Остальные МЛТ-0,125 или С2-23. Диоды ДЗ11 лучше заменить на более старые Д2Е. При тех же самых частотных свойствах у них обратное напряжение составляет 100 вольт и этот монитор можно будет без опасений использовать с более мощными передатчиками. Транзисторы n-p-n: МП35 – МП38 или МП9 – МП11 с любыми буквенными индексами; p-n-p: МП39 – МП41 или МП13 – МП15 с любыми буквенными индексами. В случае замены транзисторов необходимо их подобрать по одинаковому значению  $\beta$  и обратному току коллектора, и уточнить номиналы резисторов  $R_1$  и  $R_2$ . Принципиальный момент: в этой схеме будут хорошо работать только германиевые диоды и транзисторы. Чувствительность монитора на кремниевых полупроводниках будет гораздо хуже. Контурная катушка имеет индуктивность 50 мкГ, намотана на куске электроизоляционной ПВХ трубы диаметром 40 мм проводом ПЭТВ-0,63 и содержит 37 витков, намотанных виток к витку.

Возможно также намотать катушку на каркасе КР35х44<sup>2</sup>, тогда в ней должно быть 44 витка того же провода. Дроссель Д7-5-0,04 или Д15-10-0,05. Возможно также самостоятельно изготовить дроссель<sup>3</sup> с индуктивностью 5 – 10 генри с учетом тока подмагничивания не более 25 мА.

Если изначально трансляционный громкоговоритель, в корпусе которого собирается монитор, был предназначен для работы в сети 30 или 36 вольт, то его динамик и выходной трансформатор (Гр<sub>1</sub> и Тр<sub>1</sub>) подойдут для монитора без переделки. Если громкоговоритель был рассчитан под трансляционную сеть 15 вольт, то первичную обмотку надо перемотать проводом в 1,4 раза более тонким (но не тоньше 0,1 мм), чем была старая обмотка и уложить в 1,5 раза больше витков, чем было в старой обмотке. Вторичную обмотку следует перемотать таким же проводом, и с тем же числом витков, как она была намотана под имеющийся динамик. Если же ни динамика, ни готового трансформатора нет, то трансформатор можно подобрать из стандартных серии ТОТ (например, ТОТ61, ТОТ86, ТОТ118, ТОТ124, ТОТ148) с коэффициентом трансформации  $n = 0,09$  для динамика с сопротивлением обмотки 8Ω. Для 4-х омного динамика  $n = 0,063$ . Для других значений сопротивления нагрузки коэффициент трансформации можно рассчитать:  $n = \sqrt{(R_n / 1000)}$ . Динамик для монитора надо подбирать с максимальной звуковой отдачей (чувствительностью) и с максимальным размером диффузора, который влезает в имеющийся корпус. Идеально подходят 4-х омные динамики 4ГД8Е, 4ГД53, 5ГДШ5-4. Двойной микротумблер МТ-3 можно заменить на ТП1-2. Головку микроамперметра желательно использовать типа М4204, но подойдет и любая другая с током полного отклонения стрелки 100 мкА. Все зависит от размера и формы имеющегося у Вас трансляционного громкоговорителя. Возможно использование головок с током 200 или даже 300 мкА, но при этом по закону Ома придется пересчитать добавочные резисторы. Упадет при этом и чувствительность измерителя, и антенны придется располагать ближе к антенному выводу передатчика. Выходное гнездо типа «тюльпан», клеммы для подключения антенн легко узнаются по рисунку 2.

**Работа с прибором.** К прибору надо подключить две антенны А<sub>1</sub> и А<sub>3</sub> в виде кусков провода по полтора - два метра каждый и растянуть их, как диполь, в противоположные стороны. Чем ближе прибор располагается к антенному выводу передатчика, тем короче нужны антенны. При длительной тихой, фоновой, громкости прослушивания программы ( $U_{\text{вых}} = 0,3 - 1$  вольт эфф.) постоянное напряжение питания по вольтметру может быть в пределах от 1,5 до 5 вольт. Если же необходимо громкое «целевое» прослушивание программы, то к схеме подключается антенна А<sub>2</sub>, расположенная ближе к передатчику и, соответственно, переключается шкала вольтметра на предел 25 вольт. В этом случае на выходе транзисторного усилителя напряжение  $U_{\text{вых}}$  может быть до 5 вольт эффективного значения. Обращаю внимание, что зашкаливание прибора на пределе 25 вольт может негативно сказаться на диодах Д311, поскольку их предельно допустимое обратное напряжение составляет 30 вольт.

При использовании монитора как источника для контрольной записи эфира, его надо жестко закрепить на полке или стене помещения, подобрать расположение и длину измерительной приемной антенны (А<sub>1</sub> и А<sub>3</sub>), чтобы при глубине модуляции 30% выходное напряжение составляло 0,775 вольта эффективного значения и жестко зафиксировать положение антенны. При этом напряжение постоянной составляющей на вольтметре должно быть в районе 4 вольт.

При использовании этого монитора, как индикатора поля при настройке и согласовании передающей антенны непосредственно в точке ее питания (иногда это приходится делать на крыше), его следует расположить дальше от антенны, но в прямой видимости шкалы прибора. Подав на передатчик тональный сигнал модуляции, в процессе согласования антенны, грубо, можно судить о настройке по громкости звучания, а точно – отслеживая показания прибора.

Прибор будет полезен и на средневолновых передающих радиостанциях, где напряженности электромагнитных полей в производственных помещениях могут достигать до 5 вольт на метр. Правда, придется изменить его частотный диапазон на 522 – 1440 кГц, намотав больше витков на катушку и увеличив ее индуктивность до 200 мкГ. В этом случае монитору, вероятно, не потребуются антенны, а уменьшить его громкость можно шунтированием колебательного контура резистором в единицы килоом, подключив его между клеммами А<sub>1</sub> и А<sub>3</sub>. или между А<sub>2</sub> и А<sub>3</sub> в зависимости от напряженности поля, мощности передатчика и места установки прибора. Для такого применения диоды надо будет взять Д2Е, а транзисторы МП40А и МП37Б.

<sup>2</sup> С. Комаров «Самодельные ребристые каркасы для катушек передатчика» Радио 2015 г. № ...

<sup>3</sup> С. Комаров «Как изготовить дроссель фильтра выпрямителя» Радио 2011 г. № 5.

Прибор позволяет использовать его в качестве одночастотного измерителя напряженности электромагнитного поля в ближних зонах передающих антенн и в помещениях передающих радиостанций. В этом случае его необходимо выполнить в экранированном корпусе и сделать к нему откалиброванную жесткую измерительную антенну. Соответственно, придется составить таблицу соответствия показаний прибора и значений напряженности поля на обоих пределах измерений. В этом случае необходимо будет составить инструкцию по проведению измерений и провести поверку прибора по промышленному измерителю.

Вариант конструкции и компоновки прибора, пригодного для проведения измерений и поверки представлен на рисунке 2. Для наглядности стенки корпуса прибора условно показаны прозрачными. Металлический корпус прибора (например, из сплава АМГ) необходимо соединить со средней точкой конденсаторов  $C_8$  и  $C_9$  (Рис. 1). Размер корпуса в этом случае будет 245 x 140 x 70. Толщина передней панели не менее 3 мм, материал – Д16. Размер платы, на которой размещаются детали прибора 105 x 75 x 1,5; материал – стеклотекстолит. Катушка  $L_1$  намотана на каркасе КР35x44. Для улучшения качества звучания монитора все свободное пространство внутри корпуса желательно заполнить минеральной ватой, а динамик разместить в матерчатом х/б мешочке. Размер, форму и число отверстий в декоративной решетке, а также ее материал выбирает каждый по своему вкусу. Главное, чтобы она защищала диффузор динамика от повреждений в процессе эксплуатации и не заглушала бы звук.

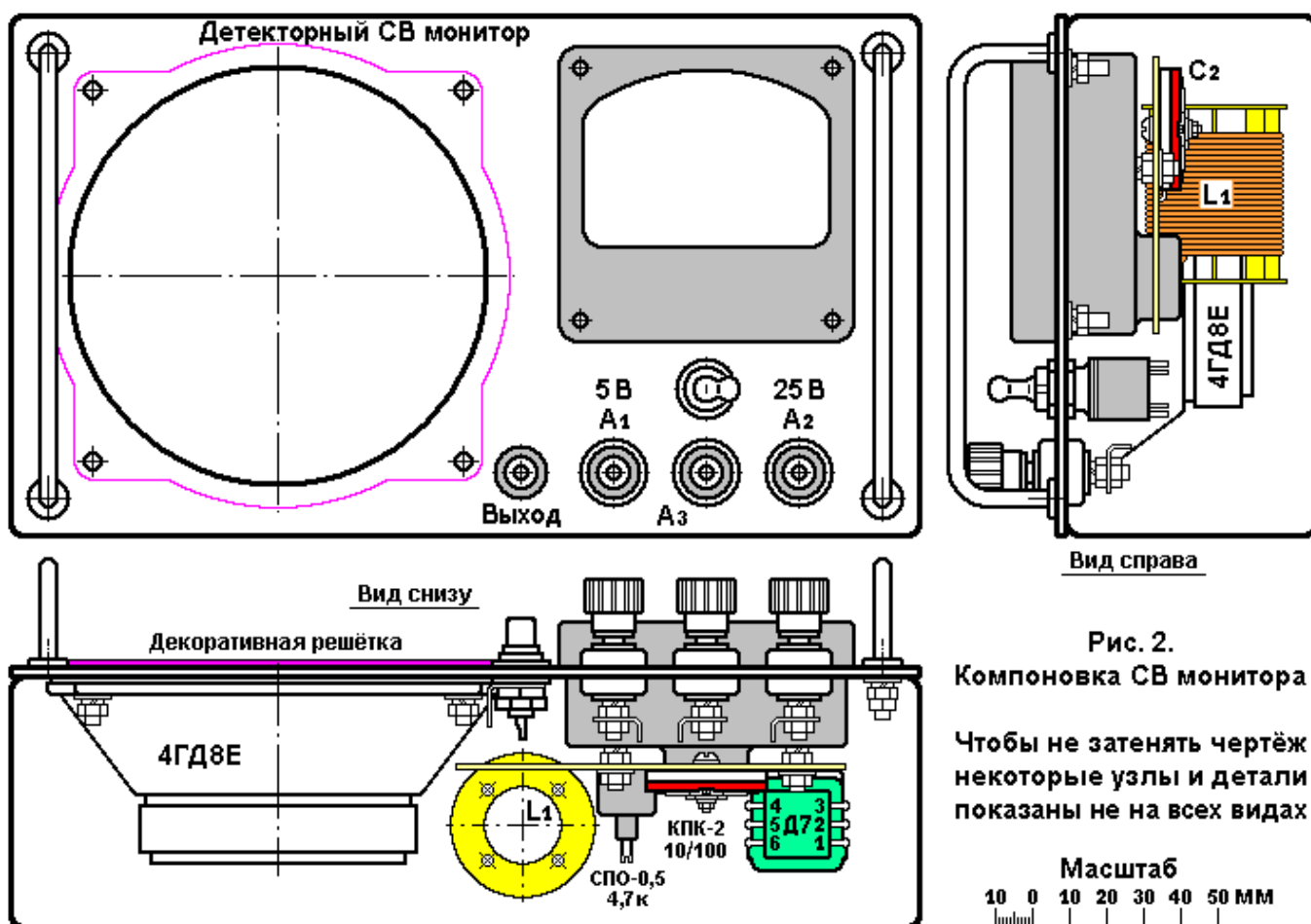


Рис. 2.  
Компоновка СВ монитора

Чтобы не затенять чертёж некоторые узлы и детали показаны не на всех видах

Масштаб  
10 0 10 20 30 40 50 мм

**И, напоследок.** Если в радиусе 50 – 100 км от вашего дома работают мощные средневолновые вещательные АМ радиостанции, то подсоединив к клемме  $A_1$  через конденсатор 56 пФ внешнюю антенну длиной 30 – 50 метров, а к  $A_3$  – заземление, вы сможете не только принимать их передачи на динамик, но и контролировать напряженность электромагнитного поля в точке приема. Для такого применения шкалу 25 вольт стоит заменить на 1 вольт (сопротивление  $R_6 + R_7 = 6,8 \text{ к}\Omega$ ).

#### Литература:

1. Поляков В. Т., Техника радиоприема: простые приемники АМ сигналов. — М.: ДМК Пресс, 2001. — 256.: илл. (В помощь радиолюбителю). <http://www.amfan.ru>
2. С. Комаров «Самодельные ребристые каркасы для катушек передатчика» Радио № ... 2015 г.
3. С. Комаров «Как изготовить дроссель фильтра выпрямителя» Радио 2011 г. № 5.