

Григоров И. Н.  
(RK3ZK)

# Приемные Магнитные Рамочные Антенны

Published by Free E- Magazine

**ANTENTOP**

<http://www.antentop.org>

**Книга “Приемные Магнитные Рамочные Антенны” представляет собой версию одной из глав книги “Антенны. Практика Коротковолновика” вышедшую в издательстве “РадиоСофт” в 2006 году.**

**Книга может быть размещена на радиоловительских сайтах, CD или других носителях информации только по согласованию с автором ([igor.grigorov@gmail.com](mailto:igor.grigorov@gmail.com))**

**Для личного использования ограничений нет.**

**© И.Н. Григоров 2009**

# Приемные Магнитные Рамочные Антенны

## Оглавление

	Стр.
1 Предисловие	1
2 История магнитных рамочных антенн	2- 4
3 Диаграмма направленности вертикальных магнитных рамочных антенн	5- 6
4 Резонансные и нерезонансные магнитные рамки	6- 7
5 Магнитные рамочные антенны с кардиоидной диаграммой направленности	7- 8
6 Магнитные рамочные антенны с переключаемой кардиоидной диаграммой направленности	8- 11
7 Магнитные рамки с электрически вращаемой кардиоидной диаграммой направленности	12- 14
8 Передающие магнитные рамки с кардиоидной диаграммой направленности	14- 15
9 Экранированные магнитные антенны	15- 16
10 Радиодевиация	16- 17
11 Эффективность работы магнитных рамочных антенн	18
12 Действующая высота антенны	18- 20
13 Действующая высота нерезонансной магнитной рамочной антенны	20- 22
14 Действующая высота резонансной магнитной рамочной антенны	22- 24
15 Пример расчета действующая высота магнитной рамочной антенны	24- 26
16 Магнитные рамочные антенны с активными усилителями	26- 27

## Приемные Магнитные Рамочные Антенны



## Приемные Магнитные Рамочные Антенны

	Стр.
<b>17</b> Другие способы связи входа приемника с магнитной рамочной антенной	<b>27- 28</b>
<b>18</b> Антишумовые антенны	<b>28</b>
<b>19</b> Ферритовые магнитные антенны	<b>29</b>
<b>20</b> Действующая высота ферритовой магнитной антенны	<b>29- 31</b>
<b>21</b> Передающие ферритовые антенны	<b>31- 32</b>
<b>22</b> Практические конструкции ферритовых магнитных антенн	<b>32- 34</b>
<b>23</b> Подключение ферритовой магнитной антенны к схеме радиоприемника	<b>34- 35</b>
<b>24</b> Приемные магнитные рамочные антенны в профессиональной радиосвязи	<b>36- 38</b>
<b>25</b> Малогабаритная магнитная рамочная антенна радиоузла	<b>38- 41</b>
<b>26</b> Магнитные рамочные антенны корзиночного типа	<b>42</b>
<b>27</b> Корзиночная антенна простого лампового приемника прямого усиления	<b>42- 43</b>
<b>28</b> Корзиночная антенна лампового супергетеродина – передвижки	<b>44</b>
<b>29</b> Магнитная рамочная антенна лампового супергетеродина –передвижки	<b>45</b>
<b>30</b> Магнитная рамочная антенна диапазона коротких волн вещательного приемника	<b>46</b>
<b>31</b> Магнитная рамочная антенна диапазона 160 метров	<b>47- 48</b>
<b>32</b> Магнитная рамочная антенна диапазона 160 – 40 метров	<b>48- 49</b>
<b>33</b> Приемные телевизионные магнитные антенны	<b>49</b>
<b>34</b> Упрощенная магнитная антенна УКВ	<b>49- 50</b>

## Приемные Магнитные Рамочные Антенны



## Приемные Магнитные Рамочные Антенны

### Оглавление

Стр.

<b>35</b>	Магнитная рамочная антенна для приема в условиях сильного отраженного сигнала	<b>50- 51</b>
<b>36</b>	Магнитная антенна- фильтр нижних частот	<b>51- 52</b>
<b>37</b>	Работа магнитной рамочной антенны в паре с направленной дипольной телевизионной антенной	<b>52- 53</b>
<b>38</b>	Многоканальная телевизионная антенна	<b>53- 54</b>
<b>39</b>	Телевизионная антенна с витым вибратором	<b>54- 55</b>
	Литература	<b>56</b>



## Предисловие

### Предисловие

Надеюсь что читатель уже знаком с книгой *Передающие Магнитные Рамочные Антенны*. Однако, магнитные рамки все же чаще используются для целей приема.

В *этой книге* будет рассмотрена упрощенная теория работы магнитных рамочных антенн, приведены практические конструкции магнитных рамочных антенн, используемых для приема радиовещательных и любительских радиостанций.

### История магнитных рамочных антенн

В настоящее время любой радиоловитель при помощи программы для анализа антенн может для себя «открыть», что электрически малая рамка (напомню, что электрически малая рамка это рамка, имеющая площадь много меньшую чем  $\lambda^2$ ) имеет диаграмму направленности в форме восьмерки. Однако, впервые в своих опытах это обнаружил Heinrich Hertz в 1888 году. Упоминание об этом можно найти в десятках разных источниках, например, на сайте [1].

Некоторое время это свойство магнитной рамочной антенны оставалось без внимания, пока в 1906 году Scheller не запатентовал систему для определения направления прихода электромагнитной волны, в состав которой входила магнитная рамочная антенна. После этого антенные системы на основе магнитных рамок стали широко использоваться в системах пеленгации. Уже в 1906 году на кораблях американского флота использовались экспериментальные навигационные системы, сконструированные компанией “Stone Radio & Telegraph Co” (см. [2]). Правда, по некоторым причинам работа этой первой навигационной системы была не столь успешной, как это ожидалось.

В 1907 году итальянские ученые Bellini и Tosi патентуют так называемую «радиогониметрическую» систему, состоящую из двух неподвижных взаимно перпендикулярных магнитных рамок включенных через гониометр, состоящий из двух неподвижных катушек, между которыми располагалась подвижная катушка, носящая название “finder”, или, в переводе на русский язык, «искатель». В системе Bellini- Tosi механическое вращение рамок было заменено вращением катушки искателя.

Это позволило существенно упростить конструкцию пеленгационных систем, устранить некоторые ошибки, возникающие при пеленгации, и в конечном итоге это позволило использовать «радиогониметрическую» систему Bellini- Tosi на движущихся объектах, кораблях и самолетах.

Начиная с 1911 года (см. [3]) в Австралии начали применяться радионавигационные системы Bellini- Tosi для определения местоположения морских судов по сигналам береговых радиомаяков. Опыт применения этой системы оказался весьма успешным, что дало новый толчок для развития пеленгационных систем в других странах мира.

В США с 1913 года возобновились опыты по использованию пеленгационных систем Bellini- Tosi для целей навигации. Наиболее успешно решил эту задачу Marconi. Компания “Marconi Wireless Telegraph Co.”, возглавляемая им, в 1916 году смогла наладить производство усовершенствованных радиопеленгаторов системы Bellini- Tosi, в которых были использованы настроенные в резонанс магнитные рамки совместно с ламповыми усилителями высокой частоты [4]. Эта система позволила определять точное местонахождение кораблей и самолетов даже на большом расстоянии от радиомаяков.

Успехи развития радиотехники и ламповой техники привели к тому, что к концу первой мировой войны многие зарубежные страны обладали достаточно совершенными системами для радионавигации морских кораблей и самолетов, и для пеленгации источников радиоизлучений .

Увы, в России еще до начала второй мировой войны самолеты и морские корабли для навигации использовали радиомаяки Германии, Франции и США, соответственно и навигационное оборудование установленное на этих судах было производства этих стран.

Первая мировая война позволила испытать радиопеленгаторы в деле. В разных источниках дано множество таких примеров этому. Вот некоторые из них, приведенные на сайте [4].

При помощи радиопеленгаторов англичане и французы успешно определяли место расположения полковых радиостанций сухопутных войск Германии. Это позволило успешно осуществить множество крупных военных операций. Радиопеленгаторы поработали и на море. Большинство потопленных кораблей и подводных лодок Германии первоначально были обнаружены при помощи радиопеленгации.

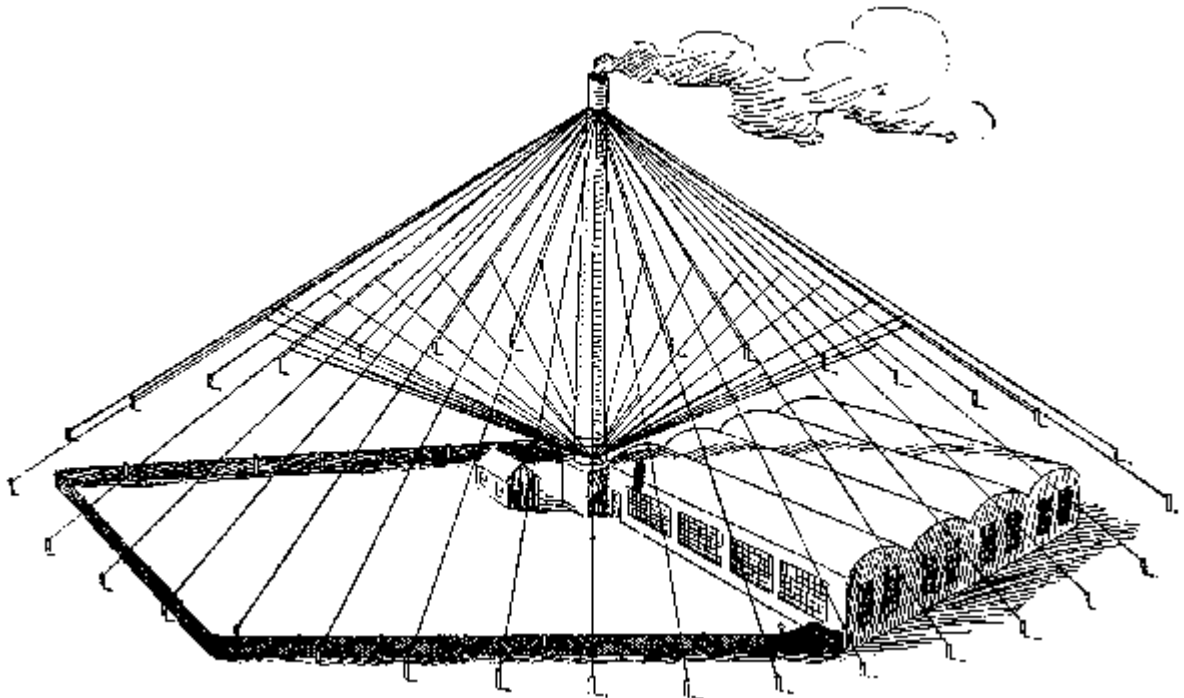
Военные суда Германии вели радиосвязь со штабом, не понимая что их координаты можно достаточно быстро и точно определить при помощи береговых радиопеленгаторов. Англичане определяли их координаты и сразу же передавали при помощи радио противолодочным и торпедным катерам, которые затем осуществляли их атаку.

Германия тоже активно использовала радиопеленгацию в военных целях. Дирижабли, которые совершали ночные налеты на Лондон, были оборудованы системой радионавигации. Они использовали радиомаяки установленные на территории Германии и радиомаяки, скрытно установленные на территории Англии немецкими шпионами. Это была весьма интересная и оригинальная система радионавигации.

Для дальней навигации, необходимой для возвращения дирижаблей в Германию с бомбардировок Англии, была использована система радиомаяков установленных на территории Германии.

На территории Германии были установлены радиомаяки системы Telefunken. Радиомаяки этой системы использовались в мире вплоть до 80 годов. Антенная система радиомаяка системы Telefunken, установленного на территории Германии, представляла собой ряд магнитных рамочных антенн, установленных по окружности на одной мачте.

Интересно отметить, что в Германии в качестве мачт для антенн этих радиомаяков, в целях экономии средств использовались высокие заводские трубы. **Рисунок 1**, приведенный в литературе [5], показывает такую антенну.



**Рисунок 1** Труба одной из германских фабрик служащей в качестве мачты для радионавигационной системы Telefunken

Во время передачи при помощи механического шагового переключателя одна из антенн подключалась к передатчику и излучала определенную букву. Как мы уже знаем, магнитная рамочная антенна обладает двухсторонней направленностью, и определение направления на маяк происходило по наиболее громкому приему определенной буквы или группы букв.

Для ближней навигации, уже на территории Англии, использовались радиомаяки установленные германскими шпионами в Лондоне и его окрестностях. Однако, при помощи тех же радиопеленгаторов англичане смогли вскрыть сеть нелегально установленных на их территории немецких радиомаяков которые затем были перенесены в безлюдные прибрежные районы Англии. Так что германские дирижабли бомбили английский песок.

Позже англичане смогли успешно запеленговать немецкие дирижабли, которые в полете вели радиосвязь с базами в Германии, и уничтожить их при помощи своих истребителей. Интересные сведения об этих событиях изложены в литературе [6], которая в русском переводе доступна на сайте [7].

После первой мировой войны системы радионавигации перекочевали с военных кораблей и самолетов на гражданские суда, и во многих этих системах использовались приемные магнитные рамочные антенны. Развивались системы радиопеленгации для выявления нелегальных источников излучения. В середине 20 годов прошлого века магнитные рамочные антенны стали использовать в радиовещательных приемниках в качестве приемных антенн. Это позволило уже в то время осуществить качественный прием радиостанций работающих в диапазоне длинных и средних волн.

В начале 30 годов 20 века в СССР, с развитием проводного вещания, на приемных радиоузлах начали использовать гигантские приемные рамочные антенны, сторона рамки в которых достигала 10 и более метров. Этот тип антенн оказался весьма подходящим для качественного приема радиовещательных радиостанций диапазона длинных и средних волн.

Вторая мировая война тоже дала огромный толчок развитию приемных рамочных антенн. Гигантские приемные рамочные антенны стали использоваться на приемных центрах длинных и средних волн, произошло дальнейшее развитие систем радионавигации и радиопеленгации, где тоже использовались магнитные рамочные антенны. Во время второй мировой войны в Англии были разработаны ферритовые магнитные антенны (см. [8]), которые первоначально были использованы тоже для целей радионавигации.

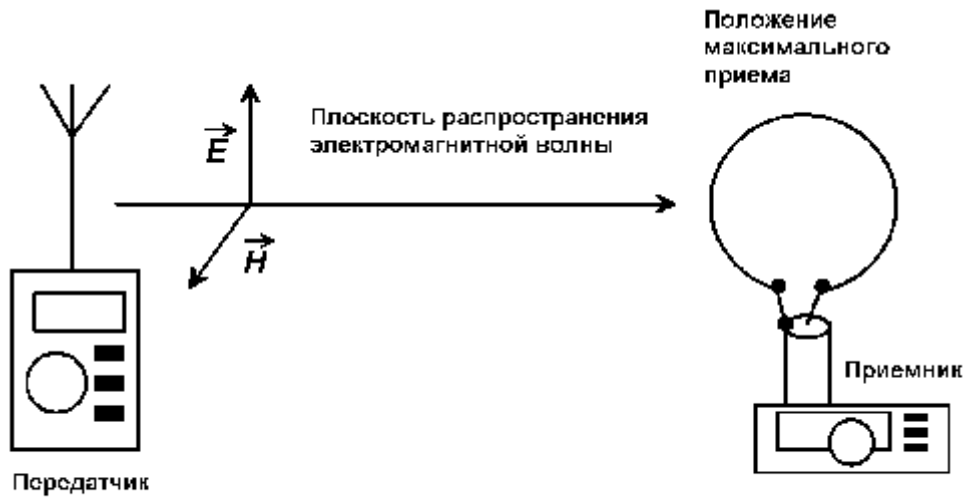
В настоящее время магнитные рамочные антенны тоже широко используются во многих радиотехнических устройствах. Это системы для пеленгации и навигации, приемники длинных- средних волн, пейджеры. По настоящее время практически на каждом самолете и корабле используются так называемые «радиокомпасы», предназначенные для определения положения судна относительно известных радиомаяков, и даже сейчас, в эпоху спутниковой навигации, простые радиокомпасы не потеряли своего значения для определения координат. Радиохоббиты применяют приемные рамочные антенны и для приема радиостанций работающих в диапазоне ДВ, СВ и КВ.

## Диаграмма направленности вертикальных магнитных рамочных антенн

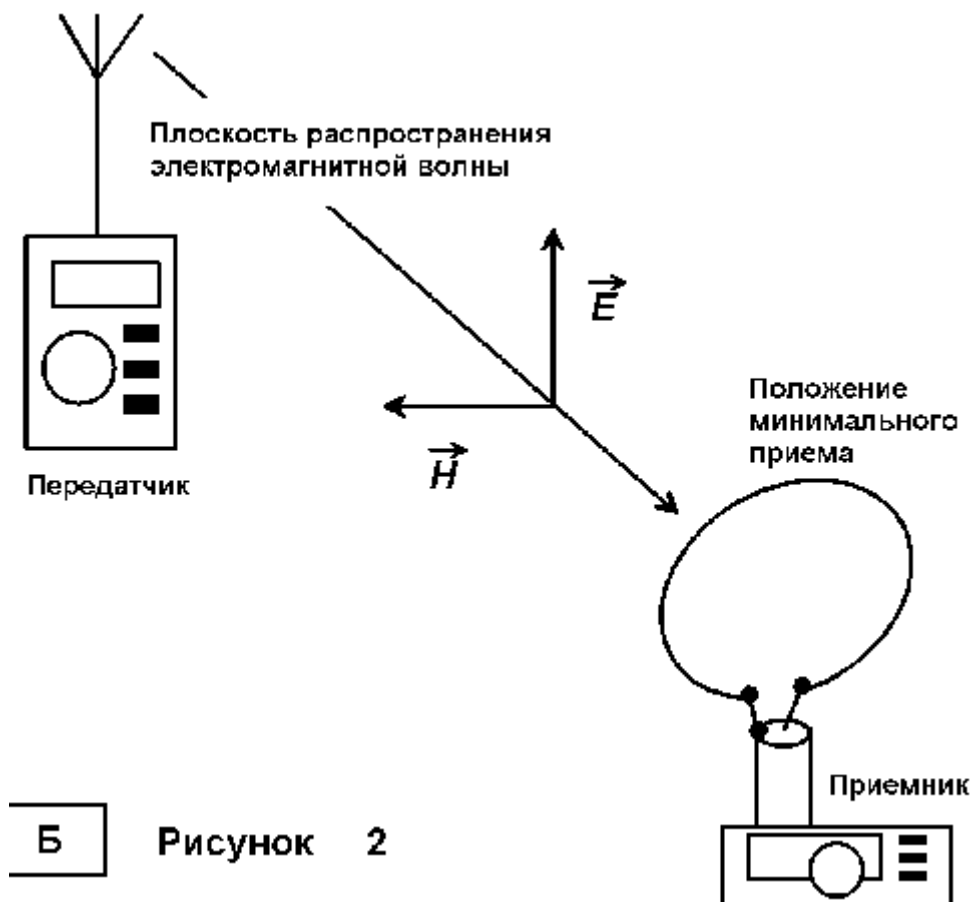
### Диаграмма направленности вертикальных магнитных рамочных антенн

В книге *Передающие Магнитные Антенны* было показано, что диаграмма направленности вертикальных рамочных антенн имеет вид восьмерки.

**Рисунок 2** иллюстрирует положение максимального и минимального приема магнитной рамки.



**А** Рисунок 2



**Б** Рисунок 2

**Рисунок 2** Магнитная рамочная антенна в положении минимального и максимального приема

## Диаграмма направленности вертикальных магнитных рамочных антенн

### Диаграмма направленности вертикальных магнитных рамочных антенн

Рассмотрим, за счет чего магнитная рамка имеет двухстороннюю диаграмму направленности.

Мы знаем, что электромагнитная волна представляет собой комбинацию из вектора электрического и магнитного поля. Электрически малая рамка (напомним, что электрически малая рамка это рамка, имеющая площадь много меньшую чем  $\lambda^2$ ) реагирует в основном на магнитную составляющую электромагнитной волны. Расположив плоскость рамки таким образом, чтобы вектор магнитного поля электромагнитной волны был бы перпендикулярен виткам рамки (см. **рис. 2а**), получим максимальное наведенное напряжение на выходе этой рамки. Физически магнитная рамка в этом случае будет находиться вдоль направления распространения фронта электромагнитной волны.

Если плоскость рамки составляет  $90^\circ$  с плоскостью прихода электромагнитной волны, или волна падает перпендикулярно виткам рамки (см. **рис. 2б**), то магнитный поток уже не будет пронизывать витки рамки, а будет только скользить вдоль них и напряжение на выходе рамочной антенны будет много меньше его максимального значения. На практике уровень этого минимума приема рамки зависит от ее размеров, практической конструкции (круг, квадрат, треугольник) расположения рамки относительно поверхности земли и посторонних предметов.

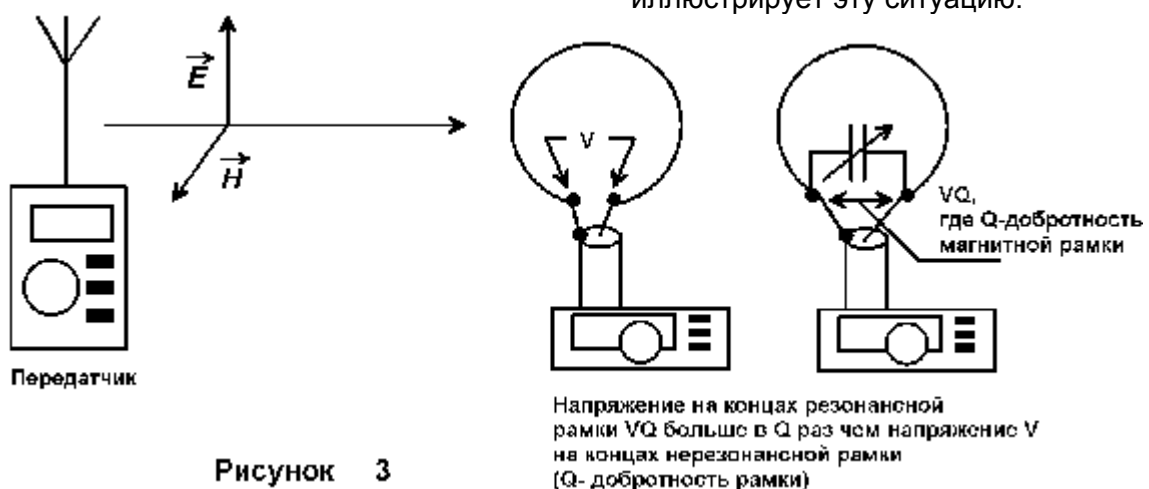


Рисунок 3

Рисунок 3 Резонансная и нерезонансная магнитная рамка

Итак, при помощи одной магнитной рамки можно определить плоскость распространения электромагнитной волны, и одно из двух предполагаемых направлений ее прихода. Это явление хорошо знакомо всем кто хоть раз слушал радиоприемник, в котором установлена так называемая магнитная антенна.

Для выбора наилучшего качества приема магнитную антенну (и приемник вместе с ней, если антенна закреплена жестко на корпусе приемника) необходимо сориентировать в пространстве по плоскости распространения электромагнитной волны. Причем приемник имеет два положения отличающихся на  $180^\circ$  градусов, соответствующих максимальному приему радиостанции, например в первом положении максимального приема приемник повернут шкалой к радиослушателю, а во втором положении максимального приема задней стенкой к радиослушателю.

### Резонансные и нерезонансные магнитные рамки

Настройка магнитной рамки в резонанс по отношению к принимаемому сигналу приводит к **увеличению напряжения на концах рамки в Q раз, где Q добротность рамки, входящей в эту антенную систему** (часть предложения, выделенная курсивом, сказано с некоторыми допущениями). **Рис. 3** иллюстрирует эту ситуацию.

Поэтому, для увеличения амплитуды напряжения принимаемого сигнала на выходе магнитной рамки, как правило, используются только магнитные рамки, настроенные в резонанс. Обычно рамку настраивают в резонанс при помощи параллельно ей подключенного конденсатора переменной емкости, как это показано на **рис. 3**. В некоторых случаях магнитная рамка является частью сложной резонансной системы, примеры таких систем будут рассмотрены ниже.

Использование резонансного режима работы магнитных рамок приводит не только к увеличению амплитуды принимаемого напряжения за счет резонансных явлений в элементах рамочной антенны, но и улучшает избирательность приемного устройства в целом за счет первичной селекции принимаемого сигнала рамочной антенной. Как уже было отмечено выше, впервые резонансные магнитные рамки установленные в пеленгаторах системы Bellini-Tosi использовал Marconi **[4]**.

### Магнитные рамочные антенны с кардиоидной диаграммой направленности

Как это уже было сказано выше, магнитные рамочные антенны широко используются для целей навигации и пеленгации. Магнитные рамочные антенны используются радиоспортсменами для «охоты на лис». Можно даже сказать больше, именно благодаря магнитным антеннам, может существовать этот вид радиоспорта.

Однако для навигации и пеленгации и для «охоты на лис» обычно используют системы магнитных рамочные антенны имеющих одностороннюю диаграмму направленности, причем в некоторых случаях диаграмма направленности системы может вращаться электронным способом. Рассмотрим, как можно в антенной системе, в состав которой входит магнитная рамочная антенна, получить одностороннюю диаграмму направленности.

Сама по себе магнитная рамочная антенна имеет два максимума приема, и для однозначного определения пеленга необходимо знать с какой стороны приходят радиосигналы, или использовать две разнесенные в пространстве магнитные рамочные антенны.

Практически эта неоднозначность определения направления пеленга сильно ограничивала оперативность работы первых радиопеленгаторов используемых в первой мировой войны. В мае 1917 году Austin, из «Navy Radio Research Laboratory», USA (см. **[2]**), обнаружил, что добавление к рамке вертикальной антенны позволяет получить одностороннюю, так называемую «кардиоидную» диаграмму направленности.

В то время это был значительный шаг вперед в использовании магнитных рамок для целей пеленгации. Использование Англией пеленгаторов с антеннами, обеспечивающими одностороннюю диаграмму направленности, позволила уже в 1918 году практически уничтожить подводный флот Германии, так как координаты подводных лодок могли быть быстро определены с противолодочных кораблей. Деятельность надводного флота Германии тоже стала малоэффективной, так, как координаты военных кораблей быстро определялись с торпедных катеров.

Рассмотрим более подробно магнитные рамочные антенны с кардиоидной диаграммой направленности. Диаграмма направленности называется кардиоидной потому, что фигура, образованная ей, носит название «кардиоида». **Рис. 4** показывает вид кардиоидной диаграммы направленности.

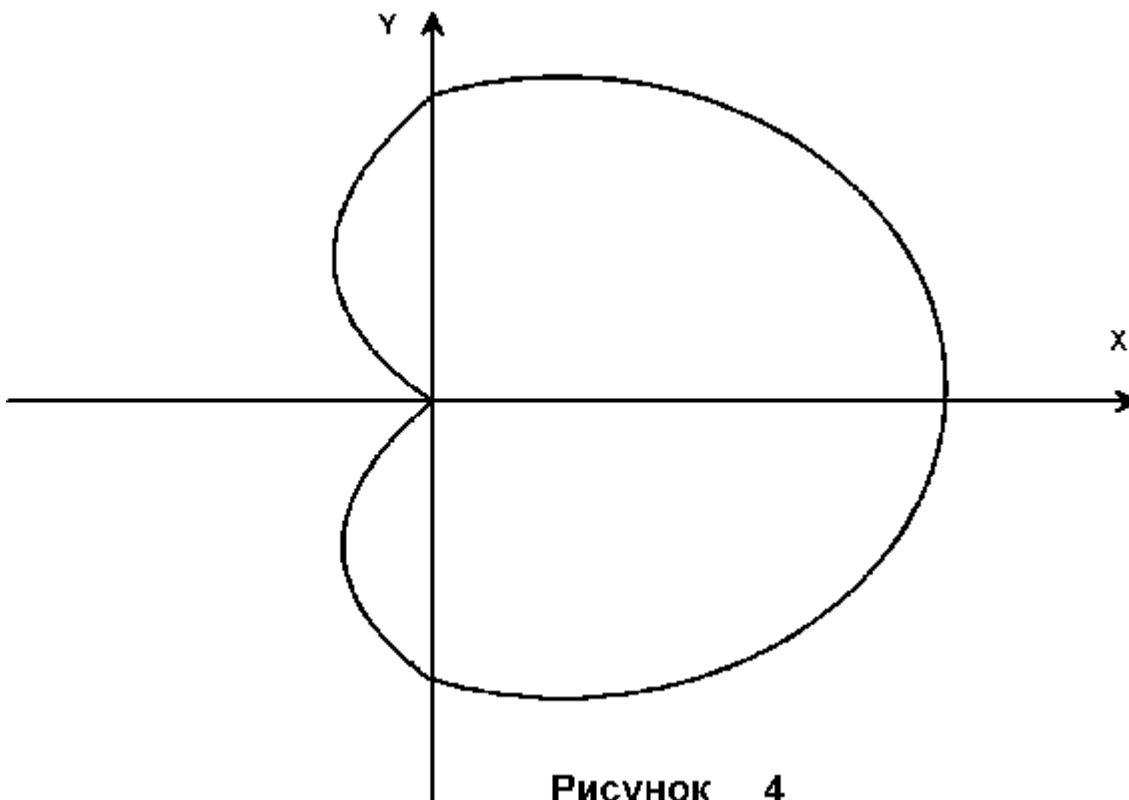
Как видно из этого рисунка, эта диаграмма направленности имеет один главный максимум, что позволяет однозначно установить направление на источник излучения.

Кардиоидную диаграмму направленности системы антенн можно получить, если соответствующим образом, по фазам и амплитуде, суммировать напряжение, выдаваемое магнитной антенной, диаграмма направленности которой имеет вид восьмерки с напряжением, выдаваемым штыревой антенной, диаграмма направленности которой имеет вид круга.

## Магнитные рамочные антенны с кардиоидной диаграммой направленности

С некоторым упрощением можно сказать, что в этом случае напряжение от левой стороны рамки вычитается, а напряжение от правой стороны рамки складывается с напряжением, получаемым при помощи штыря. **Рис. 5** показывает этот способ формирования кардиоидной диаграммы направленности.

Здесь приведено упрощенное описание формирования кардиоидной диаграммы направленности, для более полного изучения работы кардиоидных антенн радиолюбители могут обратиться к литературе [8] и [9], а мы пока рассмотрим кардиоидные антенны с переключаемой диаграммой направленности.



**Рисунок 4** Кардиоидная диаграмма направленности

## Магнитные рамочные антенны с переключаемой кардиоидной диаграммой направленности

Очевидно, что, если осуществить переключение штыря из одного плеча магнитной рамки в другое, как это показано на **рис. 6**, то можно изменить направление кардиоиды на 180 градусов. В некоторых случаях удобно переключать не штыревую антенну, а менять фазу напряжения от магнитной рамочной

антенны, как это показано на **рис. 7**.

Антенны с переключением направления кардиоидной диаграммы направленности по настоящему используются «лисоловами» и в составе антенн комплексов для пеленгации и навигации.

Приемные магнитные рамочные антенны

Григоров И. Н. (RK3ZK)

## Магнитные рамочные антенны с кардиоидной диаграммой направленности

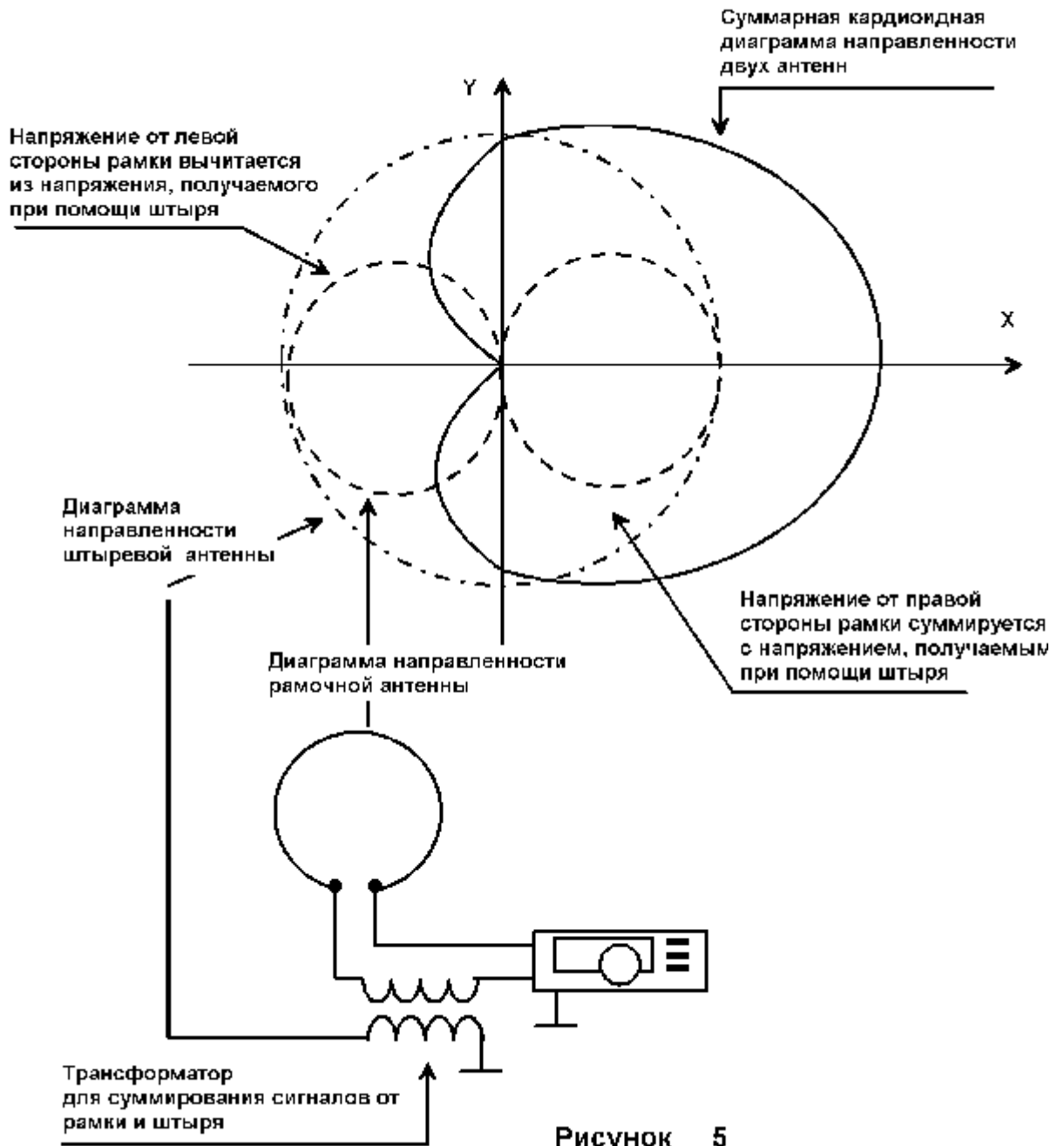
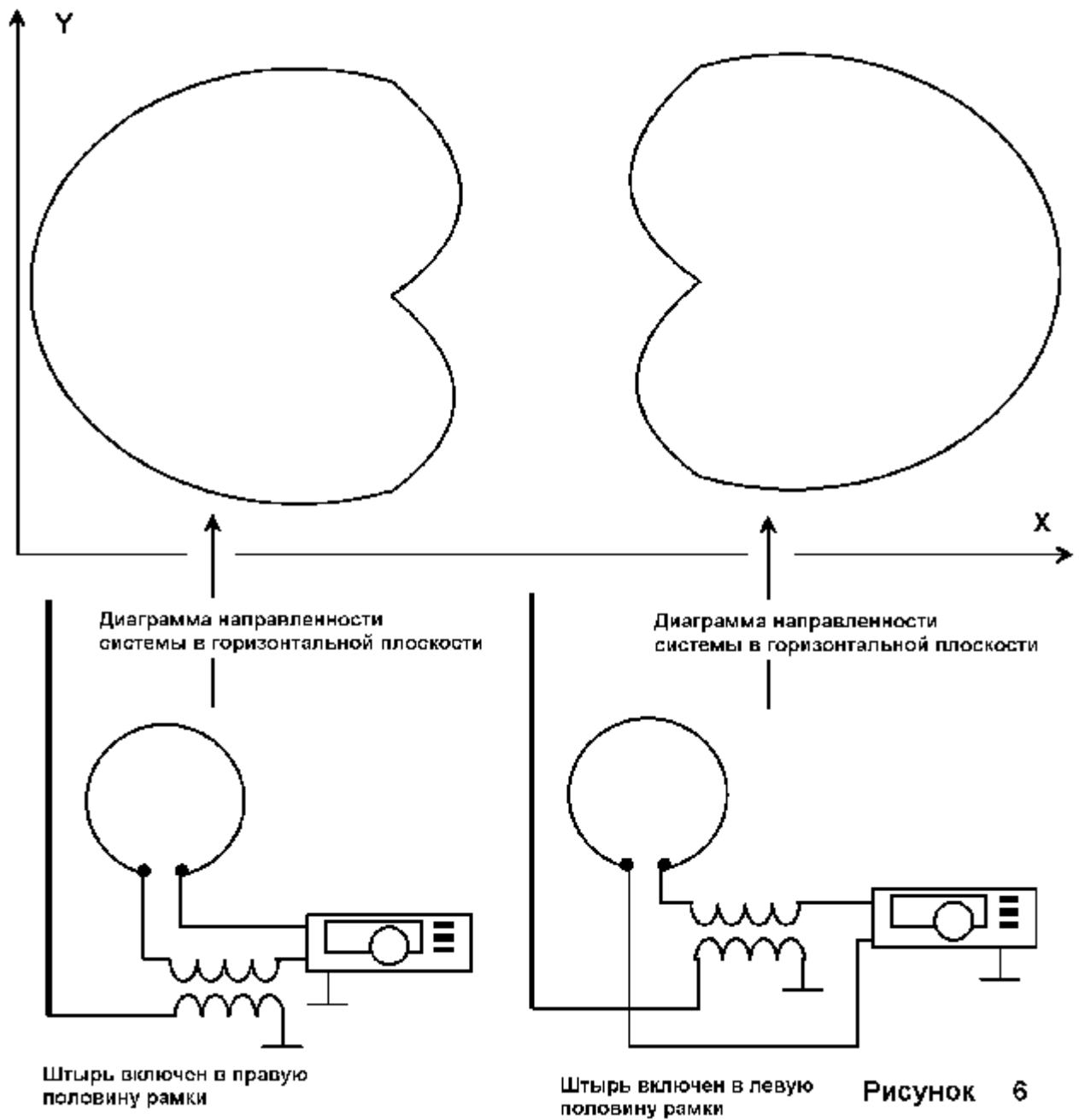


Рисунок 5 Формирование кардиоидной диаграмма направленности



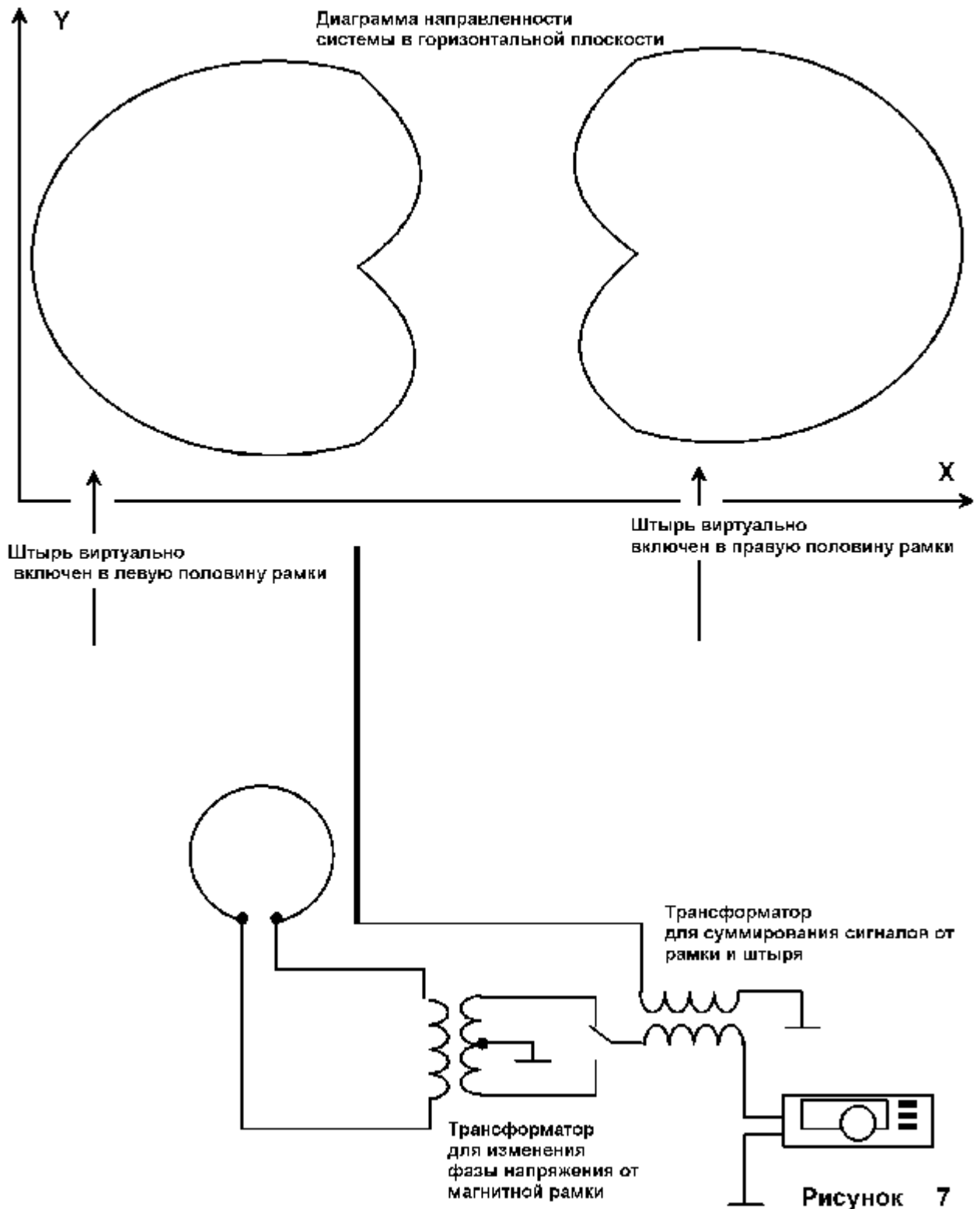
Магнитные рамочные антенны с переключаемой кардиоидной диаграммой направленности



**Рисунок 6** Изменение направления кардиоидной диаграммы направленности переключением штыревой антенны



**Магнитные рамочные антенны с переключаемой кардиоидной диаграммой направленности**



**Рисунок 7** Изменение направления кардиоидной диаграммы направленности переключением фазы напряжения от магнитной рамочной антенны

## **Магнитные рамки с электрически вращаемой кардиоидной диаграммой направленности**

Для пеленгации источника радиоизлучения при помощи антенной системы с кардиоидной диаграммой направленности, необходимо осуществить физическое вращение этой антенной системы в пространстве. Это действие легко проделать «лисолочу», который держит в руках радиоприемник с магнитной рамочной антенной. Но если магнитная рамочная антенна с кардиоидной диаграммой направленности установлена на движущемся объекте, то осуществить физическое вращение этой антенной системы, особенно во время движения объекта, часто нелегко.

К счастью в радиотехнике часто существует возможность заменить механическое вращение антенной системы электрическим. Другими словами, при помощи дистанционного изменения некоторых электрических параметров этой антенной системы, удается осуществить изменение ее диаграммы направленности.

Возможность замены механического вращения антенной системы электрическим подтверждают [рис. 6.](#) и [рис. 7.](#) Из этих рисунков видно, что, используя одну рамку и один штырь, и осуществив их соответствующие переключения в составе антенной системы, можно изменять максимум диаграммы направленности этой системы вперед/назад.

Используя две взаимно-перпендикулярные рамки с одним штырем, как это показано на [рис. 8.](#) и принцип коммутации элементов, аналогичный как на [рис. 6](#) или на [рис. 7](#) (для упрощения рисунка не показан), можно построить антенную систему, позволяющую осуществить прием с одного из четырех взаимно-перпендикулярных направлений. С 20 годов прошлого века и по настоящее время такие антенные системы используются на морских судах и самолетах для определения координат судна по сигналам стационарных радиомаяков.

Конечно, в мире более распространена антенная система Bellini- Tosi, где эти две

взаимно перпендикулярные магнитные рамки и штырь включены через так называемый «гониометр», который представляет собой специальное устройство, состоящее из двух неподвижных и вращающейся между ними подвижной катушки.

«Гониометр» при вращении подвижной катушки позволяет плавно осуществить сдвиг фаз сигналов получаемых от двух магнитных рамок, в результате чего удается поместить кардиоидную диаграмму направленности в провалы между лепестками приема, показанными на [рис. 8.](#) То есть, получается, что при вращении катушки гониометра, кардиоидная диаграмма направленности тоже вращается по кругу на 360 градусов. Необходимо отметить, что классическая гониометрическая система Bellini- Tosi содержала только две взаимно перпендикулярные магнитные рамки, включенные через гониометр, то есть, обеспечивала вращение по кругу двухсторонней диаграммы направленности.

Только после изобретения в 1916 году антенных систем «штырь-рамка», обладающих кардиоидной диаграммой направленности, появилась возможность создать антенную систему Bellini- Tosi с односторонней направленностью. Однако и по настоящее время в мире используются классические двух-рамочные системы Bellini- Tosi, причем, не только для целей приема, но и для целей передачи. Некоторые стационарные радиомаяки используют на передачу антенны системы Bellini- Tosi, гониометр которых рассчитан на мощность передатчика.

Диаграмма направленности этих антенн совершает один оборот за минуту, прием нескольких радиомаяков с вращаемыми диаграммами направленности при помощи простых антенн, установленных на судне, позволяет при помощи специальных устройств достаточно точно и просто определить координаты судна. Более подробно об этом можно прочитать в литературе [\[8\]](#).

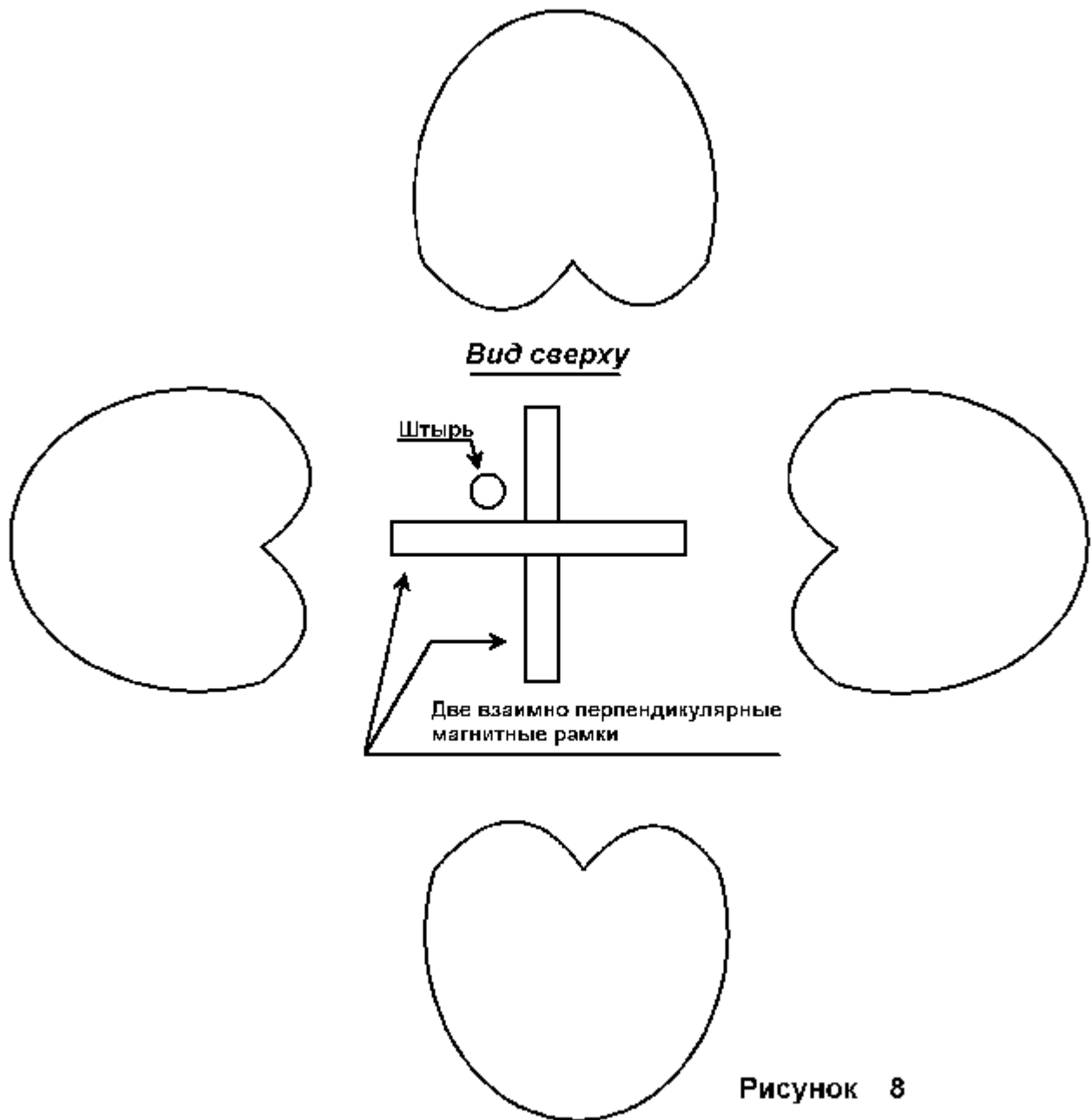


Рисунок 8

Рисунок 8 Антенная система для приема с четырех взаимно- перпендикулярных направлений



Итак, навигационная (или пеленгационная) антенная система состоящая из двух взаимно перпендикулярных магнитных рамок и короткой штыревой антенны может быть неподвижно установлена на земле, воздушном или морском судне, и вращая только катушку гониометра можно определить направление прихода сигналов. Описание магнитных рамочных антенн с изменением диаграммы направленности при помощи катушек гониометра выходит за пределы **рамки этой книги**, поэтому желающим ознакомиться более подробно с этим применением магнитных рамок, можно посоветовать обратиться к литературе [9].

Вообще говоря, используя гониометр, можно вращать диаграмму направленности антенной системы состоящей не только из магнитных рамок, но и антенн другого типа, например, дипольных, вертикальных, антенн Бевереджа. Этот этап проектирования направленных антенн до сих пор совершенно не освоен радиолюбителями.

### **Передающие магнитные рамки с кардиоидной диаграммой направленности**

Использование рамочных антенн с кардиоидной диаграммой направленности теоретически возможно и на передачу. Однако такая передающая антенная система гораздо сложнее в реализации приемной. Главная трудность, которая здесь возникает, это обеспечить высокую эффективность работы антенной системы на передачу. В противном случае эта антенная система будет представлять собой вид поглощающей нагрузки, а не излучатель радиоволн.

Для обеспечения высокой эффективности работы, необходимо произвести соответствующее согласование входного сопротивления штыревой и рамочной антенны с фазосдвигающим устройством, которое должно быть соответствующим образом рассчитано. Фазосдвигающее устройство должно иметь возможность оперативной подстройки сдвига фаз.

Это необходимо для компенсации фазового набега в согласующих устройствах. Для получения правильной формы кардиоиды, согласующие устройства штыря и магнитной рамки должны обеспечить соответствующее усиление каждой из антенн. Для упрощения реализации согласующего устройства штыря длину штыря можно взять в 3–4 раза большую диаметра рамки.

Поскольку согласующие устройства электрически коротких антенн, как правило, имеют узкую полосу пропускания, для работы этой антенной системы на всем любительском диапазоне согласующие устройства рамки и штыря должны иметь возможность оперативной подстройки. Сигналы от магнитной рамки и штыря необходимо правильно сложить при помощи сумматора мощности. Несколько упрощенная блок схема такой антенной системы показана на **рис. 9**.

Мои эксперименты показали, что эта теоретическая схема вполне может быть реализована на практике. Согласующее устройство короткого штыря может представлять собой обычную Г- цепь. Рамочная антенна вполне может быть согласована при помощи петли связи. Роль фазосдвигающего устройства может выполнять отрезок коаксиального кабеля. Сумматор может быть выполнен на параллельном резонансном контуре, который связан с магнитной рамкой и штыревой антенной а затем передатчиком при помощи индивидуальных катушек связи. Можно выполнить сумматор даже на простом высокочастотном трансформаторе. Основываясь на материале изложенном в книге **Магнитные Передающие Антенны** и настоящей книги **Магнитные Рамочные Приемные Антенны**, радиолюбитель может самостоятельно составить экспериментальную схему передающей антенны с кардиоидной диаграммой направленности пригодной для его конкретных условий, то есть, для имеющейся магнитной рамки, штыря и диапазона используемых частот.

## Передающие магнитные рамки с кардиоидной диаграммой направленности

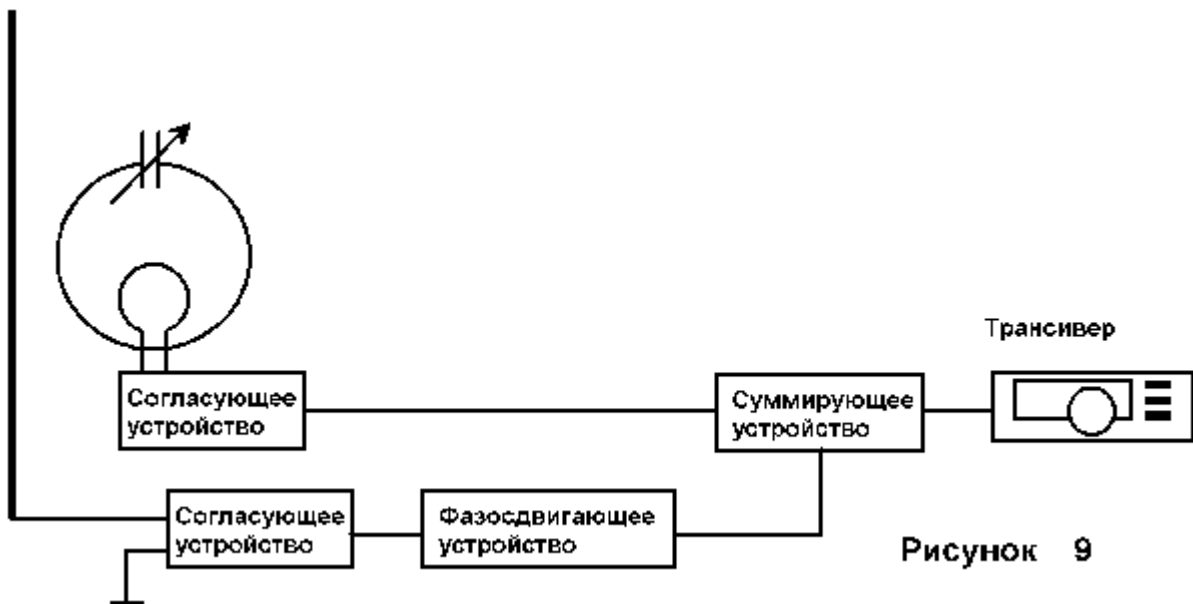


Рисунок 9 Передающая антенна с кардиоидной диаграммой направленности

### Экранированные магнитные антенны

Наряду с неэкранированными приемными магнитными рамками используют экранированные магнитные рамки. Как правило, экранированные магнитные рамки используют в тех случаях, когда необходимо обеспечить симметричную диаграмму направленности антенны. Такие требования к рамочной антенне обычно предъявляются тогда, когда она используется в целях пеленгации.

Рассмотрим, причины асимметрии диаграммы направленности неэкранированной рамки, и что дает экранировка рамки. При расположении магнитной рамки в реальных условиях ее плечи будут иметь разную емкость по отношению к земле и окружающим магнитную рамку предметам. А протекание не равных друг другу паразитных емкостных токов в разных плечах рамки будет служить причиной того, что наведенные радиоволной токи, текущие в противоположных сторонах рамки становятся несимметричными.

Это в свою очередь приведет к искажению диаграммы направленности рамки, что может вызвать ошибки при пеленгации. Такое воздействие на диаграмму направленности магнитной рамки паразитных емкостных токов называют **антенным эффектом магнитной рамки**, токи. Этот эффект носит такое название потому, что физически это равносильно тому, что к одному из плеч рамки подключена паразитная антенна, вносящая свой вклад в формирование новой диаграммы направленности рамки.

Помещение магнитной рамки в металлический экран, как это показано на рис. 10, приведет к тому, что емкость плеч рамки относительно этого металлического экрана будет одинакова для двух ее сторон. Для обеспечения работы экранированной магнитной рамки на прием вверху экрана делается разрез. В разрезе А-Б экрана рамки ЭДС возникает только за счет противофазных токов, наведенных радиоволной на внешней поверхности экрана. ЭДС, приложенная к разрезу экрана, вызовет токи, протекающие по его внутренней стороне.

### Приемные магнитные рамочные антенны

<http://www.antentop.org/>

Григорьев И. Н. (RK3ZK)

Эти токи в свою очередь наведут ЭДС в рамке. Рамка имеет одинаковую емкость относительно экрана, следовательно, в проводах рамки будут наведены только противофазные токи. В этом случае мы получаем полную виртуальную симметрию проводов рамки относительно реальной земли. Можно сказать иначе, что мы заменили симметрию рамки относительно реальной земли симметрией рамки относительно ее экрана. Для дальнейшего улучшения симметрии рамки используют ее симметричное включение к приемнику. В некоторых случаях используют трансформаторное подключение рамки к резонансному контуру с электростатическим экраном между первичной и вторичной обмоткой, как это показано на [рис. 10б](#).

### Радиодевияция

Радиоволны распространяются прямолинейно только в свободном пространстве. Если на пути распространения радиоволн встречаются какие-то объекты, диэлектрические или проводящие, фронт волны распространения радиоволн меняется. В результате этого, даже применяя приемную рамочную антенну с идеально симметричной диаграммой направленности, в результате отклонения фронта распространения волны от прямолинейного, мы получим ошибку в определении направления на объект радиоизлучения.

Этот эффект носит название радиодевииции. Для компенсации эффекта радиодевииции, возникающего за счет установки магнитной рамки на реальном объекте, требуется применить целый комплекс мер. Например, рядом с магнитными рамками пеленгаторов устанавливаются специальные паразитные магнитные одновитковые рамки небольших размеров, нагруженные на экспериментально подобранные активные сопротивления [9]. Для определения размеров этих рамок и величины нагрузочного сопротивления сравнивают истинный пеленг на объект с тем, который показывает эта антенная система. Применяют также некоторые специальные схемотехнические методы подключения магнитной рамки к приемнику.

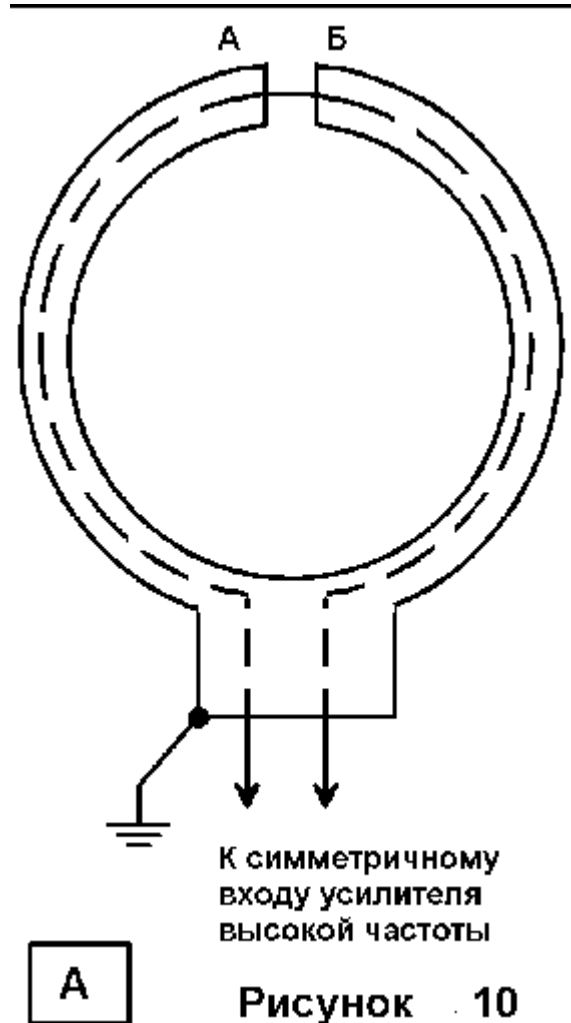


Рисунок 10

Рисунок 10 Экранированная рамочная антенна

Но эти способы позволяют устранить радиодевиицию, возникающую за счет влияния на рамку элементов непосредственно в месте ее установки. Радиоволна, распространяющаяся над реальной местностью, тоже испытывает отклонения от прямолинейного распространения. Особенно это заметно при распространении радиоволн в прибрежных зонах, при переходе «суша- море», так называемая береговая рефракция, при распространении радиоволн вблизи больших зданий. Существуют целые районы, например, морские бухты, местности с близким залеганием подземных ископаемых, местности со сложным рельефом, горные местности, где из-за радиодевииции невозможно определить истинный пеленг.

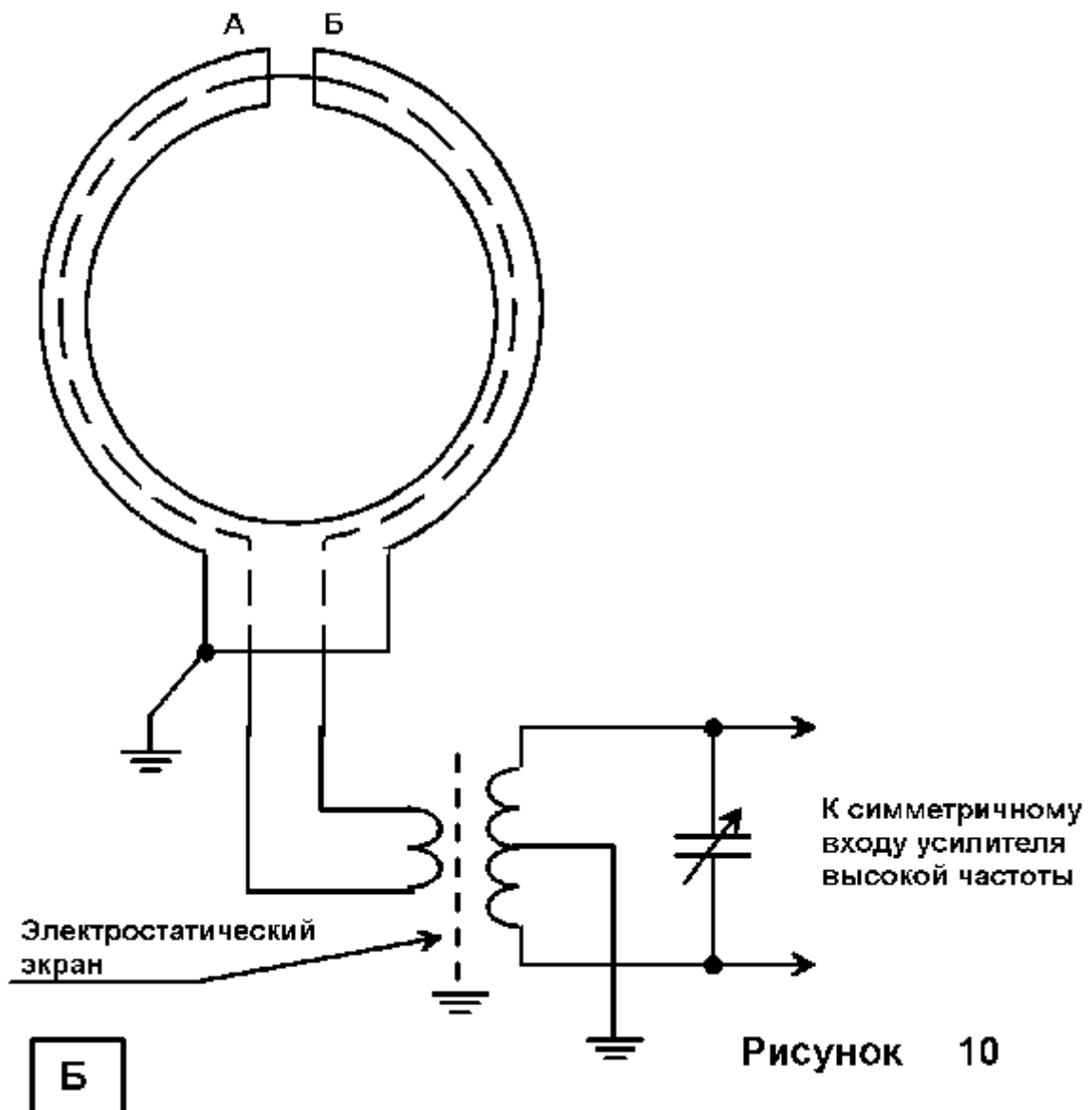


Рисунок 10 Экранированная рамочная антенна

Читатель сам может убедиться в этом побродив с приемником длинных- средних волн имеющим направленную ферритовую магнитную рамочную антенну по берегу моря изрезанному бухтами. Пеленг на принимаемые радиостанции будет заметно меняться по побережью моря. То же самое можно сказать и о городе, попробуйте походить по городу с приемником длинных- средних волн с магнитной антенной. Вблизи больших заводов, железнодорожных станций, пеленг будет существенно меняться.

Однако, искажения в распространение радиоволн, вносимые промышленными рукотворными объектами и береговым эффектом носят местный характер, и для устранения радиодeviации достаточно удалиться от этих объектов на расстояние 10-20 длин волн.

Радиолюбители, применяющие направленные антенны, наверняка встречались с эффектом радиодeviации. Действительно, довольно часто бывает, что направление антенны не совпадает с физическим направлением на передатчик корреспондента.

## Эффективность работы магнитных рамочных антенн

Увлечшись описанием магнитных антенн для навигации и пеленгации, мы совсем упустили из виду характеристики эффективности их работы. Приемные магнитные рамки относятся не к совсем обычному виду приемных антенн, и если подходить строго к описанию характеристик эффективности работы приемных магнитных рамок, то придется лезть в теоретические дебри, в которых можно легко заблудиться. По этой причине было решено подробно остановиться только на одной характеристике приемных антенн, их действующей высоте (для вертикальных антенн) или длине (для горизонтальных антенн). Тем более что эта характеристика, действующая высота антенны, часто используется при описании магнитных рамочных антенн, см. например, литературу [10] и [11].

Для вертикально ориентированной магнитной рамки можно говорить о действующей высоте, для горизонтально расположенной магнитной рамки можно говорить о ее действующей длине. В целях некоторого упрощения изложения материала будем в дальнейшем говорить только о действующей высоте антенны, то есть, о вертикальных магнитных рамках.

Вообще говоря, в некоторой литературе по антеннам можно встретить утверждения, что такую характеристику, как действующая высота антенны, по некоторым причинам не стоит использовать для характеристики работы приемных магнитных рамок. Не будем ввязываться в споры теоретиков. В жизни магнитных рамочных антенн характеристика «действующая высота антенны» используется очень давно, поэтому давайте мы тоже не будем отказываться от ее использования и в дальнейшем. А для начала рассмотрим, что же такое «действующая высота антенны». Обратите внимание, что ниже мы будем говорить о действующей высоте **только приемной антенны**.

### Действующая высота антенны

Действующая высота антенны является широко распространенным параметром для оценки эффективности работы простой проволочной приемной антенны, и используется в антенной

## Эффективность работы магнитных рамочных антенн

технике с начала прошлого 20 века. Это связано с тем, что раньше эффективность работы антенны связывали с ее размерами, и в частности, с ее высотой установки.

В середине 20 годов 20 века при помощи существующих тогда измерительных приборов и методики расчетов можно было достаточно точно определить величину напряженности электромагнитного поля, действующего в месте установки антенны, и достаточно точно измерить высокочастотное напряжение на выходе приемной антенны. Зная обе эти величины можно судить об эффективности работы антенны, как приемника высокочастотной энергии, которую можно характеризовать как **действующая высота антенны**.

Этот параметр является довольно условным, компьютерные антенные программы не рассчитывают действующую высоту антенн, а оперируют с такими параметрами антенн как коэффициент усиления, коэффициент направленности, входное сопротивление антенны. Однако, действующая высота антенны позволяет достаточно наглядно характеризовать эффективность работы любой приемной антенны, и наверное, это понятие еще долго будет использоваться в антенной технике.

Итак, **действующей высотой приемной антенны** называют отношение ЭДС, возникающее в антенне при приеме, к напряженности поля действующего на антенну. Это определение приведено в литературе [12]. При этом предполагается, что вектор электрической поляризации электромагнитной волны совпадает с принимаемой поляризацией антенны. Для упрощения ситуации также предположим, что наша антенна установлена над идеально проводящей поверхностью, и высота антенны не превышает  $\lambda/4$ . **Рис. 11** иллюстрирует определение действующей высоты антенны. То есть, условно говоря, если действующая высота нашей приемной антенны равна, допустим, 10 метров, а напряженность поля, действующего на антенну равна, допустим, 1 Вольт на метр, то вольтметр, подключенный к антенне, должен показать значение высокочастотного напряжения 10 Вольт.

### Приемные магнитные рамочные антенны

<http://www.antentop.org/>

### Григоров И. Н. (RK3ZK)

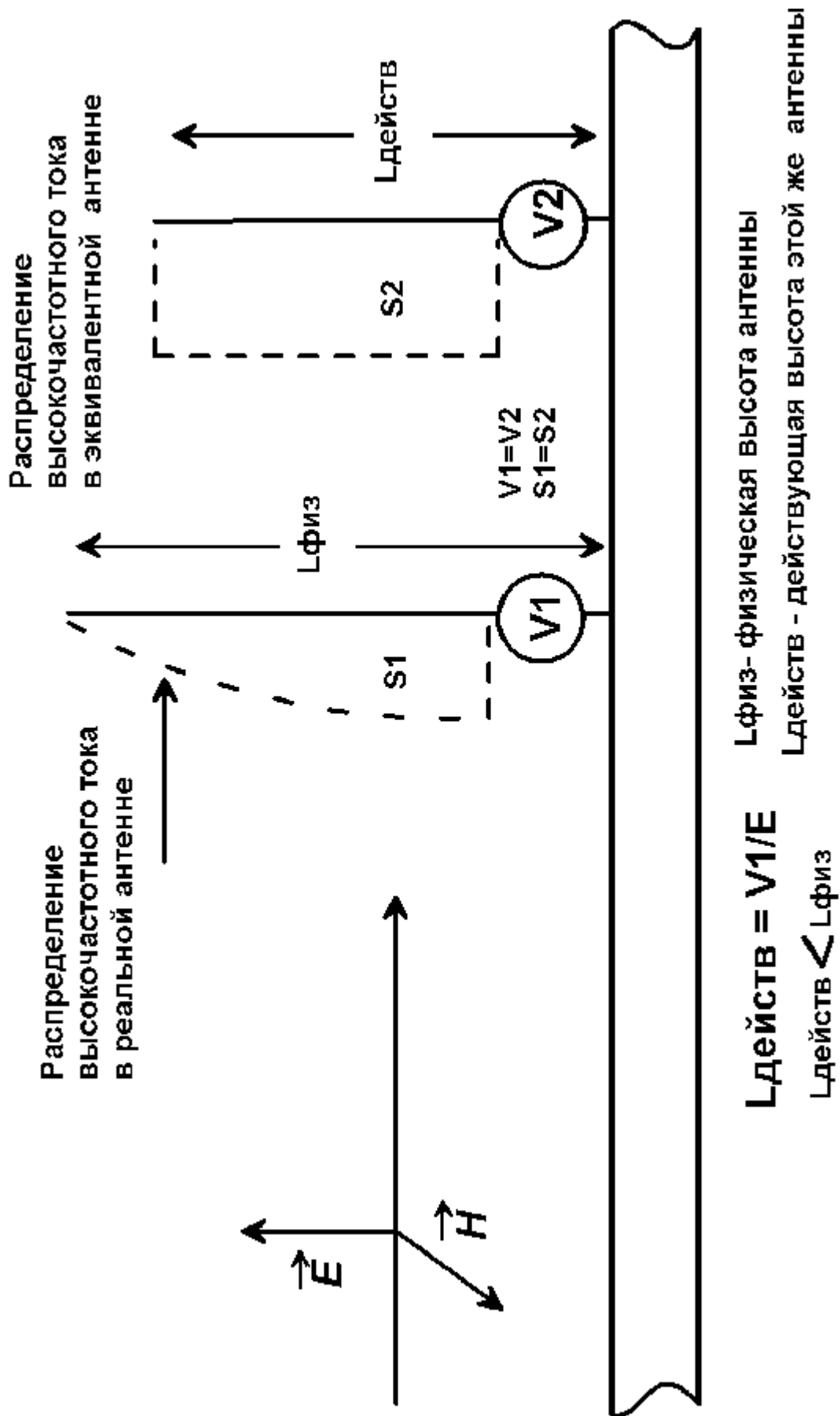


Рисунок 11

Рисунок 11 Действующая высота приемной вертикальной антенны

## Действующая высота антенны

На первый взгляд, может представиться логичным, что действующая высота антенны равна ее физической высоте. Однако это не так. В реальных антеннах распределение высокочастотного напряжения по антенне обычно неравномерно, а измерительный прибор измеряет среднее, или действующее значение напряжения (тока). Поэтому, действующая высота антенны практически всегда меньше ее физической. Показания измерительного прибора, подключенного на выход антенны, будут пропорциональны площади тока антенны  $S_1$ , поэтому реальную антенну можно заменить эквивалентной, с равномерным распределением тока, площадью  $S_2$ , причем эти площади  $S_1$  и  $S_2$  равны друг другу. Исходя из этого, можно дать еще одно определение для действующей высоты антенны, которое тоже часто используется в литературе для характеристики передающих антенн. **Действующая высота антенны** представляет собой высоту некоторой фиктивной антенны, эквивалентной в отношении излучающего действия реальной антенны. Величина тока по длине фиктивной антенны принимается неизменной и равной на входе реальной антенны. Это определение дано согласно литературе [13].

Чтобы определить действующую высоту заземленного вибратора высотой равной  $\lambda/4$ , его физическую высоту необходимо умножить на коэффициент равный примерно 0,63. Чтобы определить действующую высоту заземленного вибратора высотой много меньшей  $\lambda/4$ , его физическую высоту делим на коэффициент равный 2. Определить действующую высоту антенны имеющей любую длину (более  $\lambda/4$  или отличную от  $\lambda/4$ ) можно воспользовавшись, например, формулами, приведенными в литературе [11].

### Действующая высота нерезонансной магнитной рамочной антенны

Рассмотрим, какова действующая высота электрически малой магнитной рамки, площадь которой  $S$  много меньше  $\lambda^2$ . **Рис. 12** иллюстрирует понятие действующей высоты магнитной рамки. Исходя из предыдущего параграфа, с некоторыми допущениями можно сказать, магнитная рамка и некоторый фиктивный заземленный несимметричный вибратор с равномерным распределением тока

будут иметь одинаковую действующую высоту, если вольтметр, включенный на выходе этих антенн, показывает одинаковую величину высокочастотного напряжения.

Конечно, вообще говоря, не очень корректно сравнивать две антенны, физика работы которых довольно значительно отличается друг от друга. Магнитная рамка реагирует на магнитную составляющую электромагнитного поля, следовательно, величина напряжения на выходе магнитной рамки будет зависеть от интенсивности магнитного поля в месте расположения рамки. Вертикальная антенна реагирует на электрическую составляющую электромагнитного поля, и следовательно, величина напряжения на выходе вертикальной антенны магнитной рамки будет зависеть от напряженности электрического поля. Но поскольку термин **действующая высота магнитной рамочной антенны** применяется с начала прошлого века, то и мы тоже не будем отказываться от его использования.

Попытаемся определить, от чего зависит величина высокочастотного напряжения на выходе магнитной рамки. Как мы уже знаем, действующая высота вертикальной антенны зависит от физической длины этой антенны. Чем больше ее физическая высота, тем и больше ее действующая высота. Для магнитных рамок, реагирующих на магнитную составляющую электромагнитной волны, напряжение на выходе рамки зависит от физической площади рамки. Это понятно, чем большее пространство охватывает рамка, тем больше через это пространство проходит силовых магнитных линий, следовательно, тем большее напряжение будет на выходе магнитной рамки. Следующий путь увеличения высокочастотного напряжения на выходе магнитной рамки заключается в увеличении количества витков в рамке. Поскольку распределение высокочастотного тока в магнитной рамке практически равномерное, то с увеличением количества витков (до определенной степени), входящих в состав магнитной рамки, пропорционально увеличивается напряжение на выходе рамки. Напряжение на выходе магнитной рамки также зависит от длины волны, на которой работает рамка. Чем больше длина волны по отношению к площади рамки, тем меньше напряжение на выходе рамки, и наоборот.

### Приемные магнитные рамочные антенны

<http://www.antentop.org/>

Григоров И. Н. (RK3ZK)

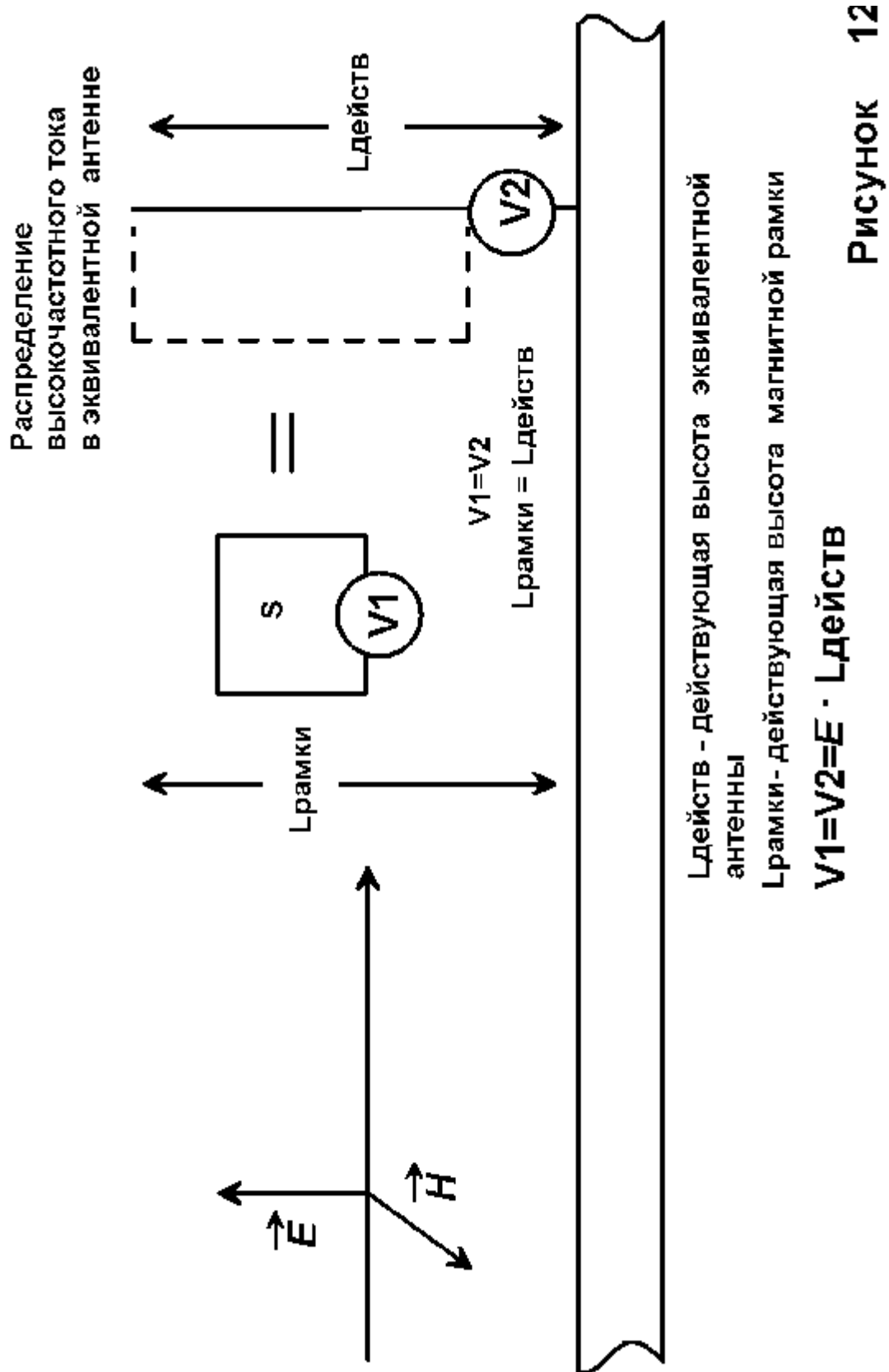


Рисунок 12 Действующая высота нерезонансной магнитной рамочной антенны

## Действующая высота нерезонансной магнитной рамочной антенны

Поскольку распределение высокочастотного тока в магнитной рамке практически равномерное, то с увеличением количества витков (до определенной степени), входящих в состав магнитной рамки, пропорционально увеличивается напряжение на выходе рамки. Напряжение на выходе магнитной рамки также зависит от длины волны, на которой работает рамка. Чем больше длина волны по отношению к площади рамки, тем меньше напряжение на выходе рамки, и наоборот.

Итак, исходя из вышеизложенного, действующая высота ненастроенной в резонанс магнитной рамки может быть рассчитана по следующей формуле [10]:

$$h_d = knS,$$

где  $h_d$ - действующая высота антенны,

$k$ - коэффициент, равный  $2\pi/\lambda$ , причем,  $\pi= 3,14$ , а  $\lambda$  длина волны, на которой работает магнитная рамка,

$n$  – число витков провода, образующих рамку,

$S$  – площадь рамки.

### Действующая высота резонансной магнитной рамочной антенны

Следует заметить, что способ увеличения напряжения путем увеличения количества ее витков в рамке имеет некоторые ограничения. Однако есть другой способ позволяющий значительно увеличить напряжение на выходе магнитной рамки, который заключается в настройке магнитной рамки в резонанс. Для этого параллельно виткам магнитной рамки включают переменный конденсатор.

**Рис. 13** показывает резонансную магнитную рамку. В этом случае токи в рамке, и напряжение на ее выходе, в данном случае на переменном конденсаторе, возрастает пропорционально добротности рамки. Следовательно, действующая высота настроенной в резонанс магнитной рамки может быть рассчитана по следующей формуле:

$$h_d = QknS,$$

где  $h_d$ - действующая высота антенны,

$k$ - коэффициент, равный  $2\pi/\lambda$ , причем,  $\pi= 3,14$ , а  $\lambda$  длина волны, на которой работает магнитная рамка,

$n$  – число витков провода, образующих рамку,

$S$  – площадь рамки,

$Q$  – добротность рамки.

Следует заметить, что вследствие некоторых ограничений, эту формулу следует применять весьма осторожно, на что часто указывается при описании резонансных магнитных рамочных антенн во многих источниках, например, в [11]: Радиохобби, имеющие фундаментальные познания в физике и радиотехнике могут спросить, как добавление простого конденсатора в магнитную рамочную антенну приводит к увеличению ее действующей высоты в сотни раз. Напомню, что добротность магнитной рамки может превышать 1000, следовательно, и действующая высота антенны, согласно приведенной выше формуле, увеличится во столько же раз. Любой мой простой ответ на этот вопрос может быть легко раскритикован. Также дотошные радиохобби могут также напомнить, что подобные методы расчета были использованы для объяснения эффективности так называемых “EH- CFA” антенн, когда эти антенны, имеющие физическую высоту много меньше  $\lambda$ , после некоторых, примерно таких же расчетов, оказывались эффективнее полноразмерных антенн.

Но мы все же не будем вдаваться в эти теоретические споры, эта методика для определения действующей длины резонансных магнитных рамок придумана не мной и используется на протяжении многих десятилетий, и с некоторой осторожностью, для радиохобби целей вышеприведенная формула вполне может быть использована. Радиохобби, желающие более подробно понять определение действующей высоты резонансной рамки с учетом многих не указанных в **этой книге** факторов, могут ознакомиться с работой [14].

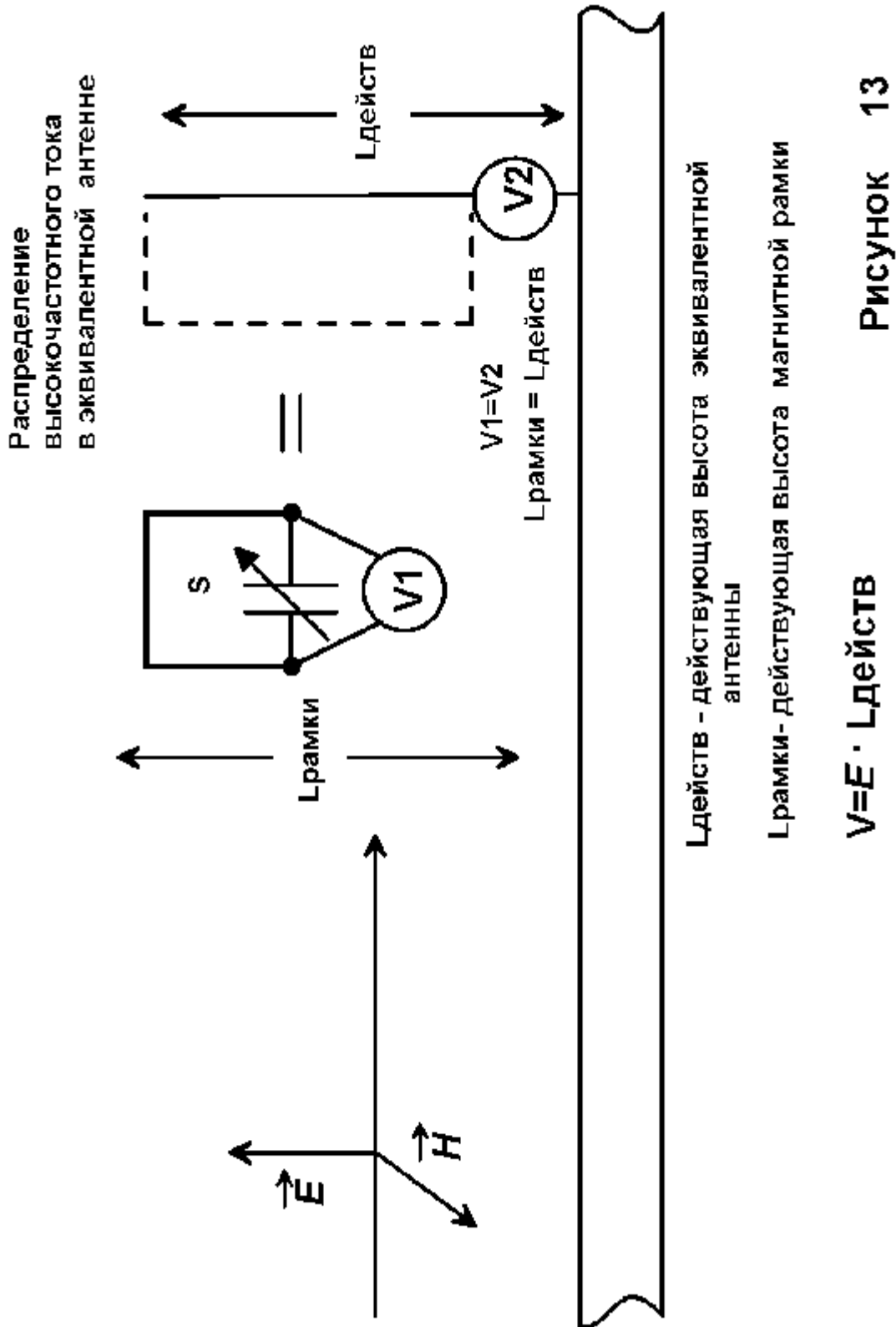


Рисунок 13 Действующая высота магнитной рамочной резонансной антенны

## Действующая высота резонансной магнитной рамочной антенны

Конечно, для описания эффективности работы приемных (как, конечно, и передающих) антенн оптимально подходит такое понятие как “эффективная площадь антенны”. Физически характеристика “эффективная площадь приемной антенны” показывает, с какой площади пространства приемная антенна извлекает энергию. Например, для полуволнового диполя эффективная площадь равна  $0,13\lambda^2$ .

Зная эффективную площадь антенны и напряженность электромагнитного поля в месте установки этой антенны (а зная напряженность электромагнитного поля можно определить плотность потока мощности в данном месте, или вектор Пойтинга) можно определить мощность, которую эта антенна отдаст в нагрузку, или на вход приемника.

Однако, еще раз подчеркиваю, что вопрос определения эффективной площади для магнитной рамки, особенно для резонансной, выходит за рамки радиоловительской тематики...

### Пример расчета действующая высота магнитной рамочной антенны

Выше были приведены формулы для расчета действующей высоты магнитных резонансных и нерезонансных рамок. Давайте для примера произведем расчет действующей высоты одновитковой магнитной рамки площадью 1 квадратный метр для радиоловительских диапазонов 160- 10 метров. Такую площадь имеет круглая рамка радиусом 56 сантиметров или квадратная рамка со стороной 1 метр. **Табл. 1** показывает нам результаты расчета действующей высоты этой магнитной рамки.

**Таблица 1** Действующая высота магнитной рамочной антенны

Диапазон работы рамки, м	160	80	40	30	20	17	15	12	10
Действующая высота нерезонансной рамки площадью $1\text{ м}^2$ , см	3,9	7,8	15,7	21	31	36	41	52	63
Действующая высота резонансной рамки площадью $0,785\text{ м}^2$ , с параметрами, приведенными в <b>табл. 2</b> , из книги <b>Передающие Магнитные Рамочные Антенны</b> м	11,7	33,5	89	125	163	141	120	103	100

Как видно из **табл. 1**, действующая высота нерезонансной магнитной рамки, имеющей площадь много меньше  $\lambda^2$ , меньше ее диаметра. Это можно легко проверить практически. Подключите к антенному гнезду коротковолнового радиоприемника кусок провода. Затем согните этот провод в виде рамки, и подключите его другой конец на землю приемника. Уровень сигналов принимаемых радиостанций резко упадет. В этом тесте используйте приемник с питанием от батарей и расположенный как можно дальше от протяженных проводящих предметов. В противном случае, может оказаться, что с магнитной рамкой приемник будет работать лучше чем с проволочной штыревой антенной.

Теперь определим действующую высоту настроенной в резонанс магнитной рамочной антенны. Для этого нам необходимо знать добротность настроенной в резонанс магнитной рамки. Для упрощения этой задачи обратимся к **табл. 2** из книги **Передающие Магнитные Рамочные Антенны**, где приведены параметры магнитной рамки выполненной из алюминиевой трубки диаметром 17 миллиметров и имеющей 1 метр диаметр, или радиус 50 сантиметров, то есть, имеющей площадь немного меньше квадратного метра,  $0,785\text{ м}^2$ .

## Пример расчета действующая высота магнитной рамочной антенны

С небольшой погрешностью, эти рамки можно считать равными по площади и произвести расчет действующей высоты резонансной рамки из **табл. 2** из книги **Передающие Магнитные Рамочные Антенны**, а затем этот расчет применить к магнитной рамки из **табл. 1**. Напомню, что мы упрощенно принимаем, что действующая высота резонансной магнитной рамки равна действующей высоте нерезонансной рамки, умноженной на добротность рамки при резонансе. Действующая высота резонансной магнитной рамки также приведена в **табл. 1**.

Итак, как видно из **табл. 1**, при настройке магнитной рамки в резонанс эффект получается огромный. Даже на низкочастотном диапазоне работы рамки 160 метров настройка магнитной рамки в резонанс ведет к увеличению ее действующей высоты от 3,9 сантиметров до 11,7 метров! На других диапазонах настройка магнитной рамки в резонанс дает еще большее увеличение для действующей высоты эквивалентной антенны.

Радиолюбители, экспериментирующие с магнитными рамками, наблюдали эффект увеличения действующей высоты магнитной рамочной антенны при ее настройке в резонанс, когда эфир как будто взрывается от принимаемых станций. **Табл. 1** объясняет этот эффект. Подключите на диапазоне 160 метров к своему приемнику антенну длиной 3,9 сантиметра, а затем антенну длиной 11,7 метра. Конечно, работа приемника с антенной длиной 11,7 метров будет несравнима с его работой на антенну длиной 3,9 сантиметра. Итак, как это ни удивительно, но в нашей маленькой магнитной рамке, оказывается, спрятаны многие метры провода!

**Табл. 1** в некоторой степени объясняет, почему магнитная рамка может эффективно работать из невероятных условий. Например, опыт показывает, что магнитная рамка, установленная внутри комнаты в железобетонном доме может обеспечить вполне сносную работу, причем, как на прием, так и на передачу. Никакая другая антенна не сможет сделать этого лучше магнитной рамочной антенны.

Магнитная рамочная антенна использует на прием магнитную компоненту электромагнитного поля, проникающую в помещение через окна или другие отверстия. При работе на передачу магнитная рамка вокруг себя производит в основном магнитную составляющую электромагнитного поля, которая выходит через окна или другие отверстия наружу помещения и служит для формирования полноценной электромагнитной волны.

Вообще говоря, если строго говорить об магнитных рамочных антеннах установленных в ограниченном пространстве, в частности в железобетонном доме, или на стене или окне железобетонного дома, то можно показать, что эквивалентная действующая длина резонансной магнитной антенны не будет больше в Q раз действующей длины ненастроенной магнитной рамки. Это соотношение будет справедливым только для открытого пространства. (Радиолюбители, которые прочитали статью [14] скажут, что это утверждение все же несправедливо и для открытого пространства, но мы принимаем некоторые допущения...) Закрытые помещения и поглощающие или отражающие преграды на пути распространения электромагнитной волны действуют подобно аттенюатору ослабляющем напряженность электромагнитного поля в месте расположения магнитной рамки. Следовательно, соответственно этому ослаблению уменьшается и действующая высота магнитной рамки. Но все равно, как правило, действующая высота магнитной рамки получается достаточно большой, и магнитная рамочная антенна остается все вполне работоспособной даже установленной в тяжелых условиях.

Итак, из этого параграфа можно сделать вывод, что для приемной магнитной рамочной антенны, так же как и для передающей, важна ее добротность. Качественно выполненная приемная магнитная рамочная антенна обеспечит более высокую чувствительность приемника по сравнению с ее некачественной конструкцией.

## Пример расчета действующая высота магнитной рамочной антенны

Однако, чтобы не уменьшить добротность резонансной магнитной рамки необходимо тщательно подойти к ее связи с передатчиком или приемником [14]. Неудачно выполненное согласование магнитной рамки с трансивером может значительно уменьшить ее добротность, и следовательно, понизить эффективность работы магнитной рамки. В книге *Передающие Магнитные Рамочные Антенны* были описаны способы связи передающей магнитной рамки с выходом передатчика. Все эти способы годятся и для связи приемной магнитной рамки с входом приемника.

Однако, для того, чтобы использовать всю энергию, собранную магнитной рамкой, для приемных магнитных рамочных антенн используется еще один способ подключения их к приемнику, который будет описан ниже.

### Магнитные рамочные антенны с активными усилителями

Для того, что бы полностью и без потерь снять высокочастотный сигнал с магнитной приемной рамки, часто усилитель высокой частоты, имеющий высокое входное сопротивление на частоте работы магнитной рамки, подключают непосредственно к конденсатору настройки магнитной рамки, как это показано на **рис. 14**. В этом случае все напряжение, возникающее на конденсаторе рамки, будет приложено к входу усилителя. Усилитель высокой частоты может быть использован с магнитной антенной, установленной на стационарном объекте (см. **рис. 14а**) или с выносной магнитной рамкой (см. **рис. 14б**). Для устранения антенного эффекта внешней оболочки коаксиального кабеля выносная магнитная рамка должна быть развязана по высокой частоте от коаксиального кабеля, например, посредством высокочастотного дросселя, который может быть выполнен в виде 30 и более ферритовых колец, надетых на оболочку коаксиального кабеля. В случае использования совместно с магнитной рамочной антенной усилителя высокой частоты, который полностью снимает сигнал с конденсатора рамки, не производит уменьшения добротности и рассимметрирования магнитной рамки, можно действительно говорить об увеличении действующей высоты антенны пропорционально добротности рамки.

### Приемные магнитные рамочные антенны

<http://www.antentop.org/>



**Рисунок 14** Приемная магнитная рамочная антенна с входным усилителем

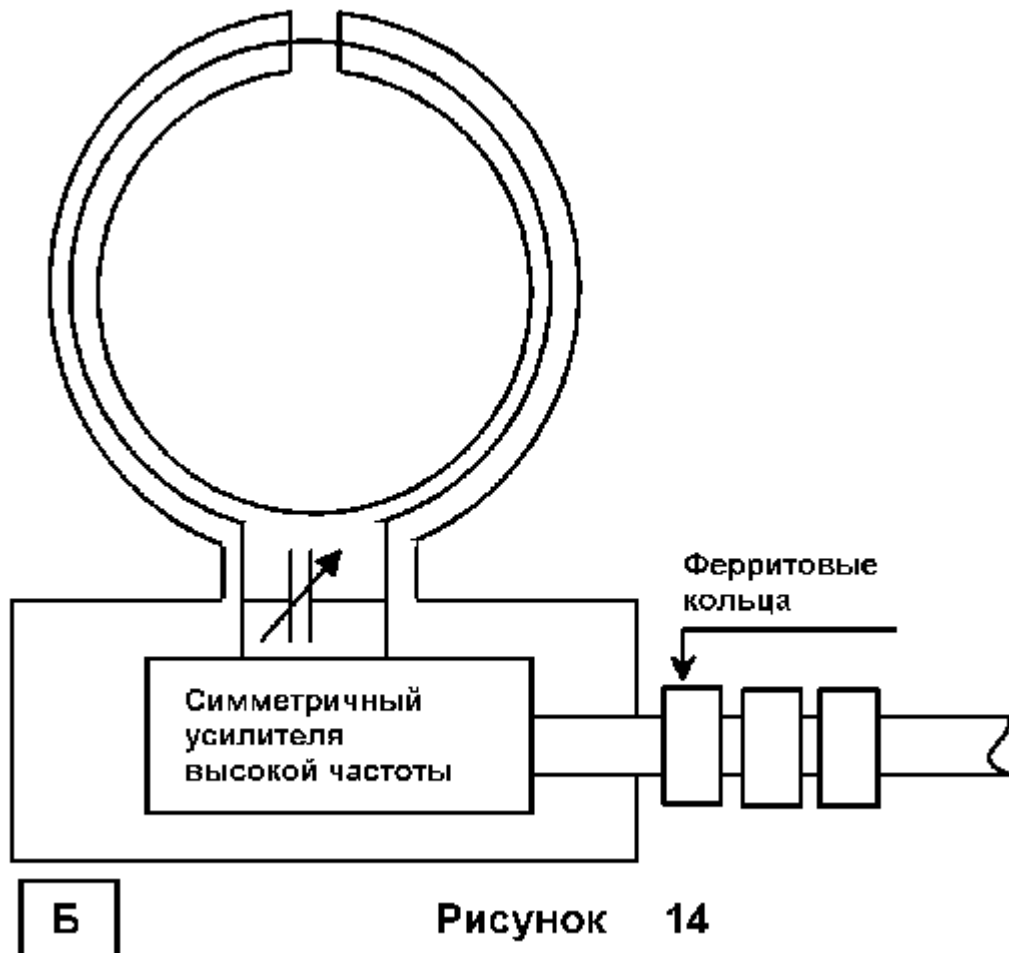
Существуют специальные коммерческие усилители высокой частоты, с симметричным входом, предназначенные специально для работы с магнитными рамками, и подключаемые непосредственно к конденсатору магнитной рамочной антенны. Входные каскады этих усилителей, как правило, выполнены на полевых транзисторах. Эти усилители имеют высокое входное сопротивление, и низкую паразитную входную емкость, и их подключение к конденсатору рамки не приводит к уменьшению ее добротности. Цель этих входных усилителей, как правило, заключается не в том, чтобы значительно усилить сигнал, возникающий на конденсаторе рамки вследствие ее приема электромагнитных волн, а в том, что бы, не уменьшить добротность рамки и обеспечить неискаженную передачу сигналов от рамки к приемнику. Коэффициент усиления этих усилителей не велик и обычно составляет 10- 20.

### Григоров И. Н. (RK3ZK)

## Магнитные рамочные антенны с активными усилителями

Недостаток входного усилителя на полупроводниках заключается в том, что полупроводниковые приборы могут выйти из строя при сильных атмосферных возмущениях, или добавить целый букет интермодуляционных искажений в принимаемый сигнал при перегрузке усилителя внеполосными сигналами.

Входные усилители магнитных рамок, выполненные на электронных лампах, используемые ранее до появления полупроводников, конечно, были гораздо более стойкими в этом отношении.



**Рисунок 14** Приемная магнитная рамочная антенна с входным усилителем

### Другие способы связи входа приемника с магнитной рамочной антенной

Конечно, связь приемника с магнитной рамкой посредством снятия всего уровня напряжения, возникающего на конденсаторе рамки при помощи входного усилителя, подключенного к этому конденсатору, не является единственно возможным. Можно показать, что связь приемника с магнитной рамкой посредством трансформации

токов, что обеспечивает петля связи или гамма согласование, даст примерно такой же эффект, как и снятие всего напряжения с конденсатора. Иными словами, передающая магнитная рамка, подключенная к трансиверу через петлю связи или гамма согласование тоже имеет действующую высоту эквивалентную действующей высоте нерезонансной магнитной рамке, умноженной на добротность резонансной магнитной рамки.

## Антишумовые антенны

В настоящее время существует много конструкций радиолюбительских рамочных приемных антенн, в которых связь с приемником происходит при помощи петли связи. Обычно в основной магнитной антенне содержится от 10 до 100 витков, количество витков в петле связи обычно составляет 1/10 от количества витков в основной антенне. Петля связи расположена внутри основной антенны. При использовании усилителя высокой частоты на биполярных транзисторах с симметричным входом такая петля связи незначительно снижает добротность магнитной рамки.

### Антишумовые антенны

Радиолюбители, которые использовали приемные рамочные антенны, отмечают, что приемник при работе с этим типом антенн очень мало шумит, принимаемые станции звучат в практически чистом эфире. За это качество приемные магнитные рамочные антенны в 30- 50 годах прошлого века называли «антишумовые антенны». Рассмотрим, почему же рамочная приемная антенна так мало шумит. При рассмотрении этого вопроса будут допущены некоторые упрощения.

Рамочные антенны используют в основном для работы в резонансном режиме, то есть они обеспечивают дополнительную селекцию сигнала и значительно ослабляют сигналы лежащие вне полосы пропускания антенны, особенно сигналы низкочастотного спектра. Давайте еще обратимся к **табл. 1**. Предположим, на диапазоне 40 метров мы используем на прием резонансную магнитную антенну из алюминиевого обруча, параметры которой представлены в **табл. 2** из книги ***Передающие Магнитные Рамочные Антенны***. На диапазоне 40 метров действующая высота этой антенны будет равна 89 метров (см. **табл. 1**), то есть она обеспечит очень хороший прием. С такой эффективной антенной, наверное, даже придется включить аттенюатор на входе приемника, что еще больше уменьшит шумы эфира и увеличит чистоту принимаемого сигнала. Для нерезонансных частот магнитной антенны ее действующая высота будет мала. Например, для диапазона 160 метров действующая высота этой антенны будет равна всего 3,9 сантиметра. Конечно, на антенну такой длины будет наведен весьма небольшой сигнал, что позволит

эффективно убрать помехи от близкорасположенных любительских и служебных радиостанций. Даже для диапазона 40 метров действующая длина нерезонансной антенны будет равна всего 16 сантиметров. То есть, магнитная рамочная антенна, настроенная в резонанс на телеграфный участок диапазона 40 метров, где действующая высота магнитной рамки составляет 89 метров, позволит приемнику не знать о существовании мощных радиостанций работающих в телефонном участке этого диапазона, для которого действующая высота этой же магнитной рамки составляет 16 сантиметров..

Для радиочастотных диапазонов лежащих ниже 160 метров действующая высота этой магнитной рамки будет еще меньше. Это позволит избавиться от помех приему, возникающих за счет ударного возбуждения входных контуров электрическими разрядами, возникающими в атмосфере. При возникновении этих разрядов (например, удар молнии) возникают мощные высокочастотные колебания со спектром лежащим в области низких частот, которые при воздействии на входные цепи приемника вызывают в его входных контурах затухающие колебания, с частотой равной резонансной частоте этих контуров.

Поскольку резонансная частота входных контуров лежит в полосе приема, то ударное возбуждение контуров за счет грозовых разрядов может вызвать значительные помехи приему. Резонансная магнитная рамочная антенна позволит настолько снизить уровень низкочастотных сигналов производимых грозой на входе приемника, что они уже не смогут оказать помех радиоприему. Пространственная селекция, осуществляемая при помощи магнитной рамки, еще больше усилит эффект чистоты эфира. Итак, резонансная магнитная рамка позволит работать даже во время грозы, и в непосредственной близости от мощных радиостанций. Радиолюбители, использующие приемные магнитные рамочные антенны, наверное, обратили внимание на эти свойства рамок.

### Ферритовые магнитные антенны

Выше было написано о магнитных рамочных антеннах без сердечника. Однако уже давно, начиная с 40 годов прошлого века, магнитные рамочные антенны начали выполнять на ферритовых сердечниках с высокой магнитной проницаемостью, вследствие чего эти антенны получили название «ферритовые антенны». По видимому, впервые магнитные рамочные антенны начали использовать в пеленгаторах самолетов в Англии с 1940 года. Вот как описана первая приемная ферритовая антенна в литературе [8].

«Особый интерес представляет собой пеленгаторная рамка, примененная впервые во время войны и описанная в одном из специальных английских журналов. (...) Рамка состоит из нескольких оборотов провода, расположенного на стержне из прессованного и склеенного изолирующим веществом мельчайшего железного порока пыли. Благодаря специальной обработке, потери энергии в железном сердечнике не очень велики, а магнитная проницаемость в 60 раз больше, чем воздуха. Благодаря этому прием на такую рамку значительно сильнее, чем на рамку такого же размера, но лишенную магнитного сердечника.»

Теперь известно, что ферритовый сердечник обладает способностью концентрировать магнитный поток, благодаря чему действующая высота рамки увеличивается на величину магнитной проницаемости этого сердечника, обозначаемого  $\mu_c$ . Ферритовая антенна имеет диаграмму направленности аналогичную с рамочной антенной без феррита. То есть, для максимального приема радиосигналов витки магнитной рамочной антенны должны располагаться в плоскости распространения радиоволны (см. [рис. 2](#)).

В настоящее время ферритовые магнитные антенны вышли только из военного применения и широко используемые в переносных транзисторных радиовещательных приемниках ДВ- СВ, реже КВ, применяются ферритовые магнитные антенны в приемниках пейджеров, работающих на диапазоне УКВ.

Как правило, в радиоприемниках используются резонансные ферритовые антенны. Как мы уже знаем, настройка магнитной антенны в резонанс позволяет значительно увеличить действующую высоту антенны.

### Действующая высота ферритовой магнитной антенны

Формула для определения действующей высоты магнитной рамочной антенны без ферритового сердечника была приведена выше. Рассмотрим, как можно определить действующую высоту ферритовой магнитной рамочной антенны. Магнитная ферритовая антенна намотана на ферритовом сердечнике. Ферритовый сердечник концентрирует магнитный поток через рамку на величину равную  $\mu_c$ , где  $\mu_c$  магнитная проницаемость сердечника. Магнитная проницаемость сердечника зависит от магнитной проницаемости материала  $\mu$ , из которого он выполнен, диаметра и длины сердечника. Проницаемость ферритового сердечника  $\mu_c$  всегда меньше проницаемости материала  $\mu$ , из которого он изготовлен. Это объясняется размагничивающим действием концов сердечника в магнитном поле Земли и некоторыми другими факторами. На ферритовых стержнях, как правило, указывают магнитную проницаемость материала, из которого изготовлен сердечник. Например, если на ферритовом стержне написано 600НН, это значит, что магнитная проницаемость материала  $\mu$ , из которого изготовлен этот стержень, составляет 600.

В литературе [10] на стр. 196 приведен график для определения  $\mu_c$  для эллипсоидального сердечника. Данный график можно использовать для приближенного определения  $\mu_c$  цилиндрического сердечника. [Рис. 15 этой книги](#) воспроизводит этот рисунок. Из этого рисунка видно, что чем длиннее сердечник, тем больше его  $\mu_c$ .

### Приемные магнитные рамочные антенны

<http://www.antentop.org/>

### Григоров И. Н. (RK3ZK)

## Действующая высота ферритовой магнитной антенны

Условно можно сказать, что через длинный сердечник проходит больше магнитных линий, которые в свою очередь, наведут большее напряжение на катушке магнитной антенны, и

следовательно, из двух сердечников, выполненных из одного материала, длинный сердечник имеет большее значение  $\mu_c$  по сравнению с коротким сердечником.

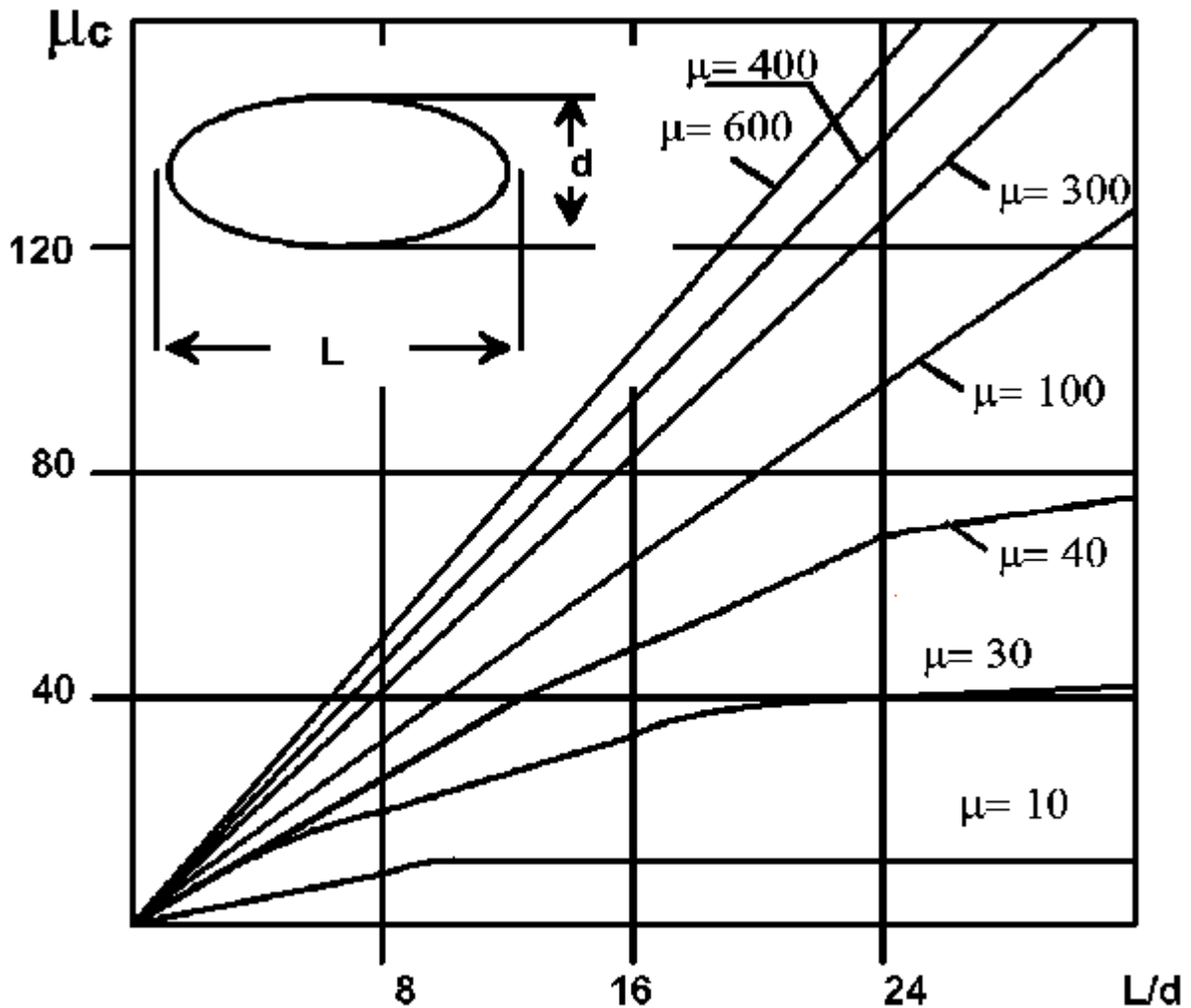


Рисунок 15

Рисунок 15 Зависимость магнитной проницаемости сердечника от его длины

Для наиболее распространенных ферритовых стержней диаметром 8 миллиметров и длиной 160 миллиметров отношение  $L/d$  будет равно 20. Из графиков, показанных на рис. 15, можно определить, что при проницаемости ферритового стержня равной 400 (ферритовый стержень марки 400НН), его  $\mu_c$  будет равна 120, а при проницаемости равной 600 (ферритовый стержень марки 600НН) его  $\mu_c$  будет равна 130.

Итак, использование ферритового сердечника в ферритовой рамочной антенне ведет к увеличению напряжения на выходе рамки в  $\mu_c$  раз. Настройка катушки ферритовой магнитной рамочной антенны в резонанс ведет к увеличению напряжения на ее выходе на величину, равную ее добротности.

## Действующая высота ферритовой магнитной антенны

Итак, формула для определения действующей высоты настроенной в резонанс ферритовой магнитной рамочной антенны имеет следующий вид:

$$h_d = \mu_c Q k n S,$$

где  $h_d$  - действующая высота антенны,

$k$  - коэффициент, равный  $2\pi/\lambda$ , причем,  $\pi = 3,14$ , а  $\lambda$  - длина волны, на которой работает магнитная рамка,

$n$  - число витков провода, образующих рамку,

$S$  - площадь рамки,

$Q$  - добротность рамки,

$\mu_c$  - магнитная проницаемость сердечника.

Рассчитаем для примера действующую высоту ферритовой магнитной рамочной антенны, намотанной на широко распространенном ферритовом стержне марки 400НН, диаметром 8 миллиметров и длиной 160 миллиметров, то есть, имеющего  $\mu_c$  равную 120. Предположим, что катушка антенны имеет 100 витков, добротность антенны равна 100 (в принципе, на таком сердечнике достижима добротность более 200 на частотах 1,5- 0,1- МГц), и антенна настроена на длину волны 300 метров. Расчет по этой формуле показывает, что действующая высота такой антенны будет равна примерно 1,3 метра.

Итак, из этого расчета видно, что внутри малогабаритного приемника размером с мыльницу заключена антенна с действующей высотой более одного метра. Повышение добротности конура ведет к увеличению действующей высоты антенны. На практике, в грамотно выполненном приемнике ДВ- СВ действующая высота ферритовой магнитной антенны может достигать 2 и более метров.

### Передающие ферритовые антенны

Иногда можно встретить конструкции экспериментальных передающих антенн любительских станций выполненных на ферритовых сердечниках.

Однако, из вышеприведенного расчета действующей высоты ферритовой магнитной антенны понятно, что большого смысла в использовании передающих ферритовых антенн нет. Действующая высота передающей ферритовой антенны будет находиться в пределах 2-3 метров. На практике легче установить и согласовать с передатчиком простую проволочную антенну такой длиной, чем возиться с настройкой и согласованием с передатчиком передающей ферритовой антенны.

Кроме того, есть еще и другие ограничения по использованию ферритовых антенн в качестве передающих. В передающей магнитной антенне по ее виткам протекают значительные высокочастотные токи, которые создают магнитное поле достаточно высокого уровня. Большинство ферритов не работает в сильных магнитных полях, или работают там крайне неудовлетворительно. Следовательно, при больших мощностях передатчика ферритовый сердечник становится бесполезным внутри передающей магнитной антенны. Другое, еще большее препятствие на пути использования магнитных антенн заключается в том, что не представляется возможным удовлетворительно согласовать выход линий магнитного поля из феррита в окружающую его среду. То есть, если бы мы даже нашли кусок феррита больших размеров (относительно длины волны, на которой будет работать передающая антенна), и способный работать в сильных магнитных полях, то использование его для создания магнитной ферритовой передающей антенны было бы все равно проблематично.

Однако, ферритовые передающие антенны используются, и используются они в частности там, где можно обойти указанные выше условия. Микроватные передатчики, входящие в состав медицинских зондов, и передающих информацию изнутри тела человека, работают на ферритовые передающие магнитные антенны. Эти передатчики работают на частотах около 100-кГц.

### Приемные магнитные рамочные антенны

<http://www.antentop.org/>

Григоров И. Н. (RK3ZK)

Передающие ферритовые магнитные антенны используются в передатчиках милливаттной мощности в радиобуях альпинистов, работающих на частотах диапазона средних волн. Эти передатчики предназначены для указания положения человека погребенного лавиной. Быстрое определение местонахождения попавшего в лавину человека может спасти ему жизнь. В описанных выше передатчиках феррит магнитной передающей антенны работает в относительно слабых магнитных полях, так, как мощность этих передатчиков невелика. Ферритовая антенна, находящаяся внутри снежной лавины или внутри человека, удовлетворительно согласуется с окружающей ее средой (снегом или телом человека). Поэтому использование передающей ферритовой магнитной антенны в этих передатчиках вполне оправдано.

Ранее, в 70- 80 годах 20 века магнитные передающие антенны использовали для работы в спасательных морских радиобуях, работающих на диапазоне средних волн. В настоящее время, в связи с распространением других, более эффективных спасательных средств, эти радиобуи не применяются (по моим сведениям).

Поэтому, конечно, нельзя отрицать возможность использования ферритовых антенн в качестве передающих, и если радиолюбитель сможет достать кусок феррита диаметром 1 метр и длиной 20 метров, он вполне может поэкспериментировать с ферритовыми передающими антеннами для диапазона 160 метров, которые будут иметь достаточно высокие параметры!

***Ниже будут рассмотрены некоторые практические конструкции приемных магнитных рамочных антенн использующихся в профессиональной радиосвязи и для радиолюбительского приема. Рассмотрение начнем с ферритовых магнитных антенн.***

### Практические конструкции ферритовых магнитных антенн

Для того, чтобы резонансная ферритовая антенна работала максимально эффективно, она должна иметь высокую добротность.

Для этого антенна, во первых, должна быть выполнена конструктивно соответствующим образом, а во вторых должно быть исключено протекание постоянного тока по виткам магнитной антенны, так, как это может вызвать намагничивание ферритового сердечника, что приведет к резкому падению добротности этого ферритового сердечника, а следовательно и антенны, выполненной на нем. **Рис. 16** показывает три варианта выполнения намотки магнитной антенны по ферритовому сердечнику, которые можно обнаружить, открыв разные приемники ДВ- СВ, в которых установлена приемная ферритовая антенна.

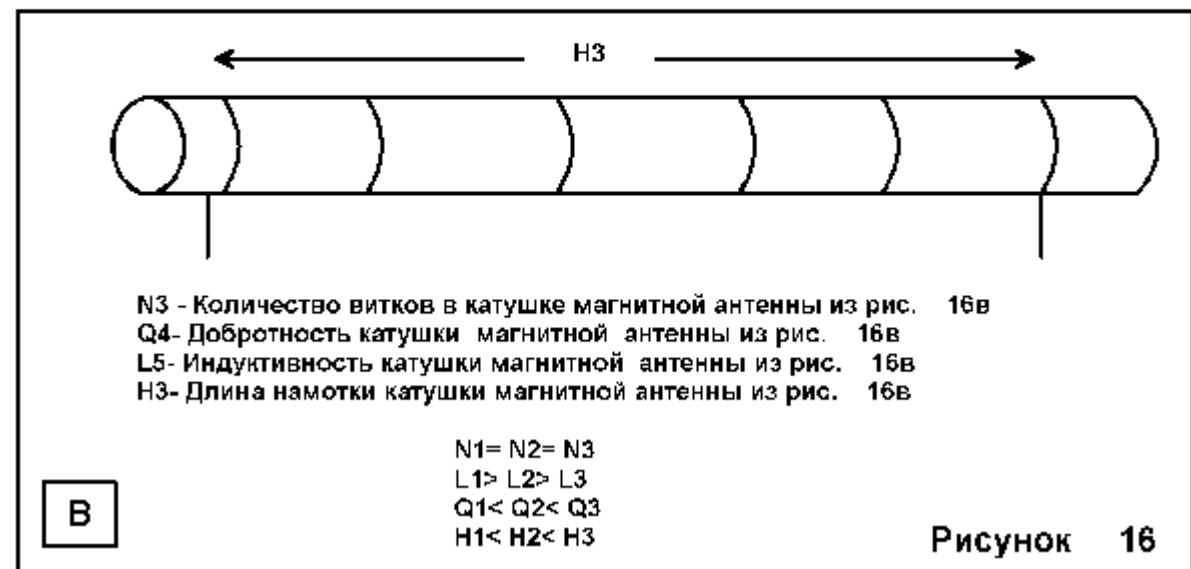
Эти варианты выполнения ферритовых антенн отличаются друг от друга индуктивностью и добротностью катушки магнитной антенны. Из **рис. 16** видно, что при одном и том же количестве витков, содержащихся в ферритовой магнитной антенне, наибольшую добротность будет иметь антенна, катушка которой наиболее сильно распределена по ферритовому сердечнику, однако и индуктивность катушки антенны в этом случае будет наименьшей. При сближении витков в ферритовой магнитной антенне добротность падает, а индуктивность катушки возрастает. Рассмотрим, в каких приемниках используются эти варианты выполнения магнитных рамочных антенн.

Вариант, показанный на **рис. 16а** обычно используют в простых радиовещательных приемниках ДВ- СВ, соответствующих по параметрам 3- 4 классу приемников, выпускавшихся в бывшем СССР. Намотка этих антенн выполняется тонким проводом диаметром 0,1- 0,2 миллиметра, и добротность их относительно невысока. Низкодобротные ферритовые магнитные антенны используют в целях упрощения сопряжения входных и гетеродинных цепей, так, как перестройку контура высокодобротной антенны, имеющего узкую полосу пропускания, часто трудно точно сопрячь с перестройкой контура гетеродина. А несовпадение частоты настройки магнитной антенны с гетеродином ведет к резкому ухудшению чувствительности и качества приема.

### Приемные магнитные рамочные антенны

<http://www.antentop.org/>

Григоров И. Н. (RK3ZK)



**Рисунок 16** Варианты исполнения ферритовой магнитной антенны

В приемниках более высоких классов ДВ- СВ и КВ, соответствующих по параметрам 1- 2 классу

приемников, выпускавшихся в бывшем СССР, обычно используют вариант, показанный на [рис.16б](#).

Катушка этой антенны наматывается проводом большего сечения, обычно диаметром 0,3- 0,6 миллиметра. В некоторых случаях для выполнения катушки этой ферритовой антенны используют провод типа «Литцендрат»\* ([сноска внизу страницы](#)). Иногда, по конструктивным соображениям, эту катушку помещают на край ферритового стержня.

Вариант антенны, показанный на [рис. 16в](#), используют в высококачественных приемниках ДВ- СВ и КВ а также в пейджерах работающих в диапазоне УКВ и в некоторых УКВ приемниках. Катушка этой антенны обычно выполняется толстым проводом диаметром 0,8- 1,0 миллиметра, в некоторых случаях проводом типа «литцендрат». В последние 10 лет ([книга написана в 2004 году](#)) мне не попадались приемники ДВ- СВ, в которых их ферритовая магнитная антенна которых была бы выполнена по способу, показанному на [рис. 16в](#).

В стационарных приемниках высокого класса, особенно выполненных в 60- 70 годы, магнитная ферритовая антенна часто выполнялась вращаемой, причем иногда даже в двух плоскостях, что давало возможность осуществить пространственную селекцию сигнала.

\* «Литцендрат» это многожильный провод с изолированными друг от друга слоем эмали отдельными проводниками, скрученными в один общий жгут, оплетенный одним (ЛЭШО) или двумя (ЛЭШД) слоями шелковой изоляции. На высоких частотах характеризуется меньшими потерями, чем сплошной проводник такого же сечения. Использование литцендратов повышает добротность катушек на 30-40%.»

### Подключение ферритовой магнитной антенны к схеме радиоприемника

В приемниках, входные высокочастотные цепи которых собраны на биполярных транзисторах или на полупроводниковых микросхемах на их основе, для подключения магнитной антенны к схеме радиоприемника обычно используют катушку связи ([рис. 17а](#)), которая может располагаться на отдельном каркасе, способном перемещаться по ферритовому стержню. В этом случае изменением расстояния между катушкой магнитной антенны и катушкой связи можно в некоторой степени

регулировать чувствительность приемника. Ранее применение скользящей катушки связи было очень популярно, но сейчас все чаще и чаще, в целях упрощения конструкции и наладки транзисторного приемника, расстояние между катушкой магнитной антенны и катушкой связи выбирают фиксированным.

Реже в транзисторных приемниках используют автотрансформаторное включение катушки магнитной антенны, как это показано на [рис. 17б](#). Обычно такое включение делают в приемниках, гетеродин и смеситель которых собран по так называемой «совмещенной» схеме, или, физически выполнен на одном транзисторе. Использование автотрансформаторной связи с магнитной ферритовой антенной и катушкой гетеродина позволяет исключить путаницу в витках, и добиться устойчивого возбуждения катушки гетеродина сразу же после сборки приемника, а не возбуждения катушки ферритовой магнитной антенны на частотах ее настройки.

В ламповых радиоприемниках и приемниках, в которых входной высокочастотный усилитель радиочастоты выполнен на полевых транзисторах, обычно используют полное включение катушки магнитной антенны (см. [рис. 17в](#)). Это позволяет полностью снять сигнал с ферритовой магнитной антенны, то есть, полностью использовать все преимущества магнитной ферритовой антенны. Однако, в этом случае монтаж усилителя высокой частоты должен быть выполнен соответствующим образом, иначе возможно его самовозбуждение.

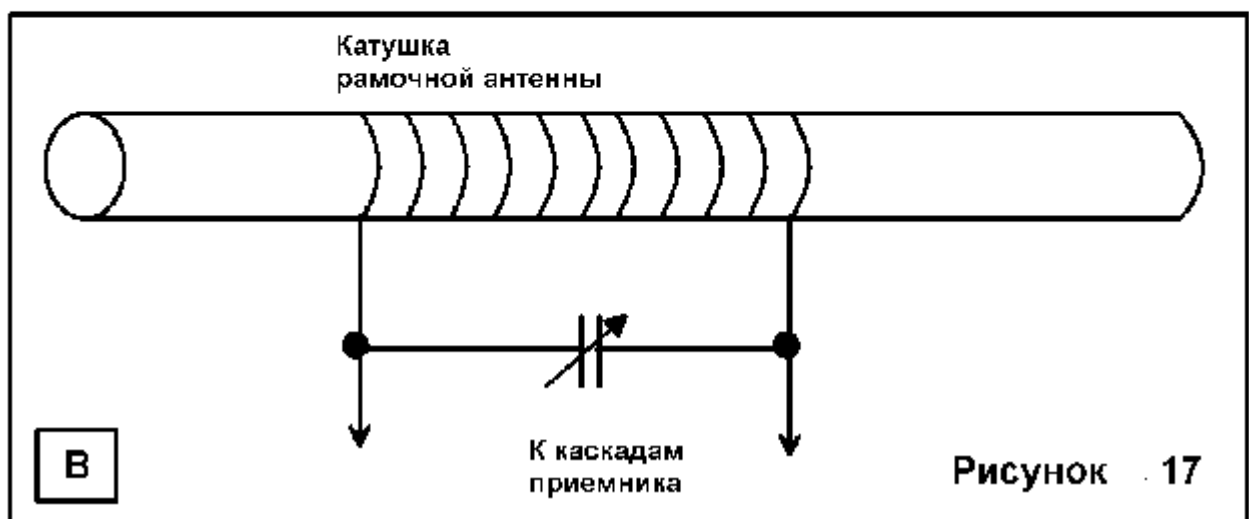
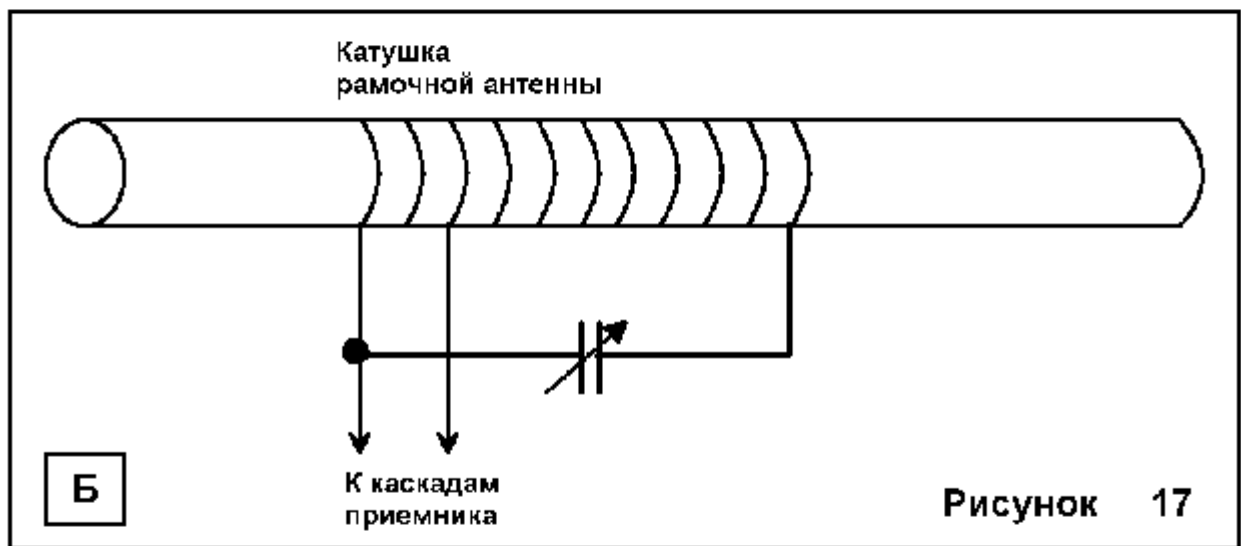
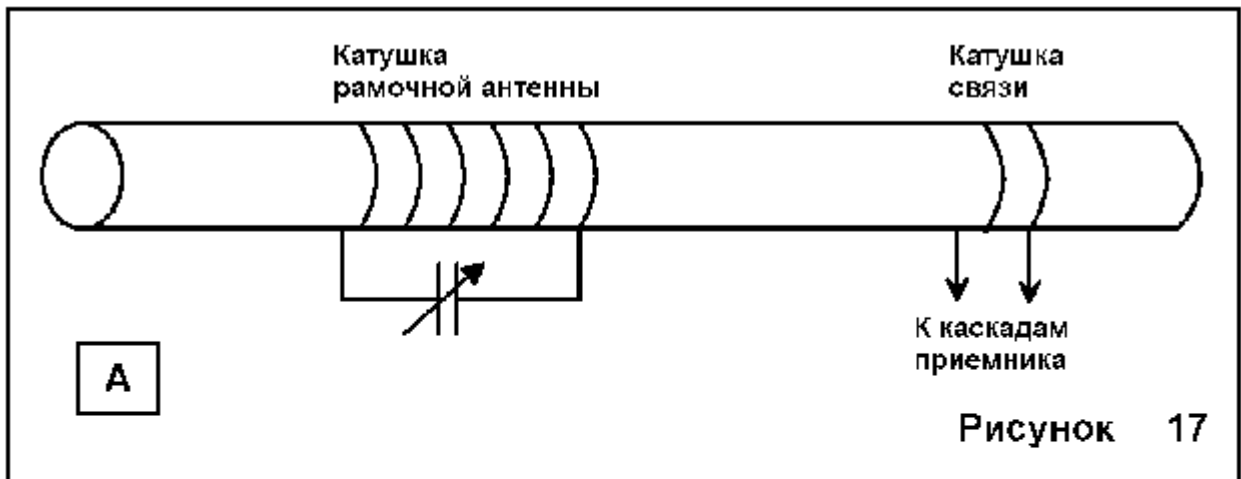


Рисунок 17 Подключение ферритовой магнитной антенны к схеме приемника

## Приемные магнитные рамочные антенны в профессиональной радиосвязи

### Приемные магнитные рамочные антенны в профессиональной радиосвязи

Уже с начала 20 годов 20 века приемные магнитные рамочные антенны широко использовались в профессиональной радиосвязи. Как уже было ранее сказано *в этой книге*, магнитные рамочные антенны первоначально использовались для определения направления на передающую радиостанцию, то есть, для целей навигации и пеленгации. В СССР в 20-40 годах, когда радиовещание осуществлялось на длинных и средних волнах, рамочные антенны использовались на приемных центрах радиоузлов в качестве приемных антенн. До начала 60 годов прошлого века повсеместно во всех странах рамочные антенны использовались для приема передач телеграфных служебных станций, работающих в диапазоне длинных и средних волн.

В старой радио- литературе можно найти описание этих древних приемных антенн. Как правило, эти приемные антенны представляли собой или гигантский треугольник, с длиной стороны 10- 20 метров, или гигантский квадрат, поставленный на угол, с длиной стороны 10- 20 метров. Расстояние от земли до проводов антенны обычно составляло не менее 4 метров. **Рис. 18а** показывает треугольную рамочную антенну, состоящую из двух перпендикулярных рамок, используемую в качестве пеленгационной в лондонском аэропорту в 30 годах прошлого века [8], **рис. 18б** показывает квадратную рамочную антенну, используемую в качестве приемной на радиоузлах СССР в конце 30 годов прошлого века [15]. Как правило, эти приемные магнитные рамки содержали небольшое количество витков, от одного до восьми.

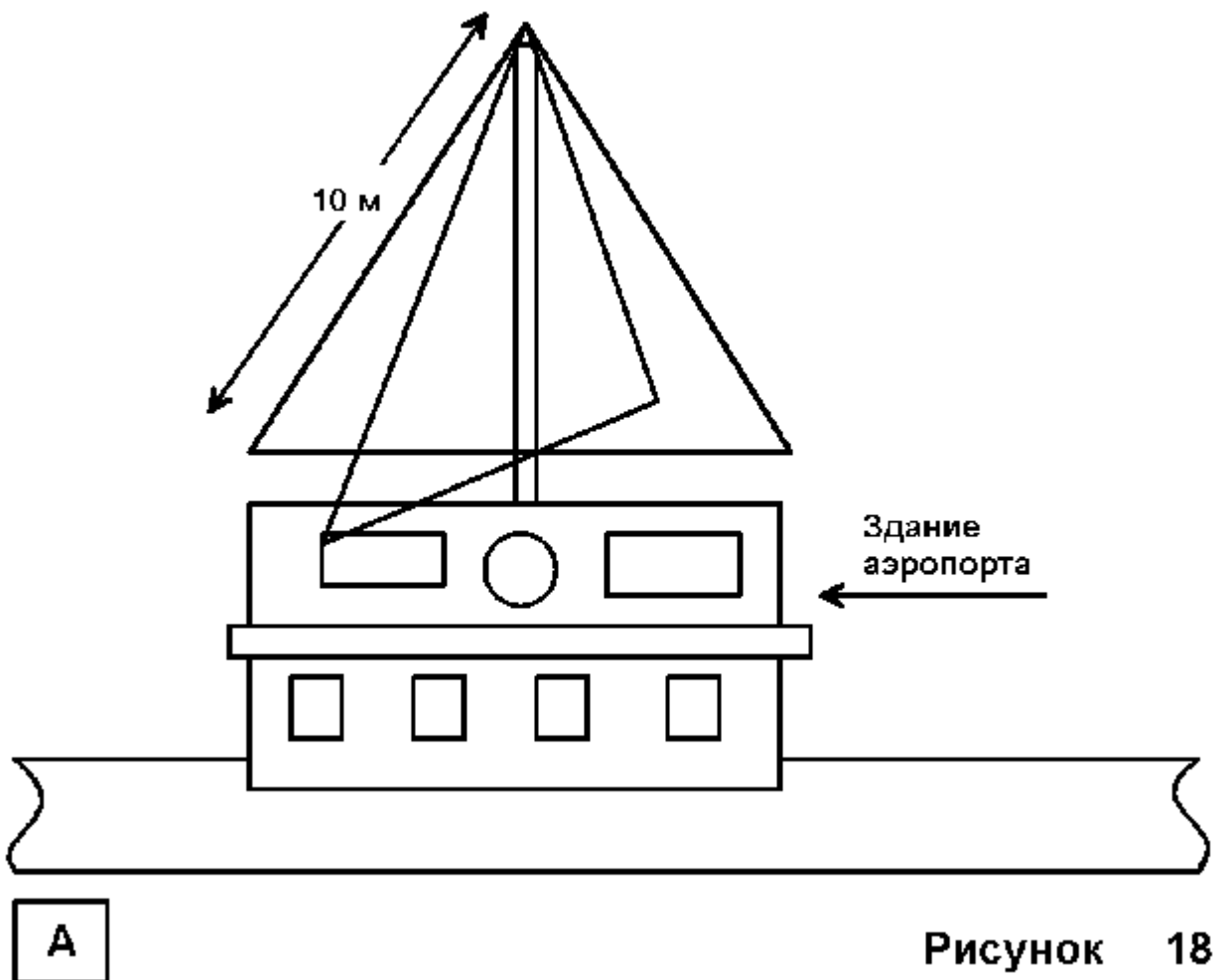


Рисунок 18 Приемные рамочные магнитные антенны

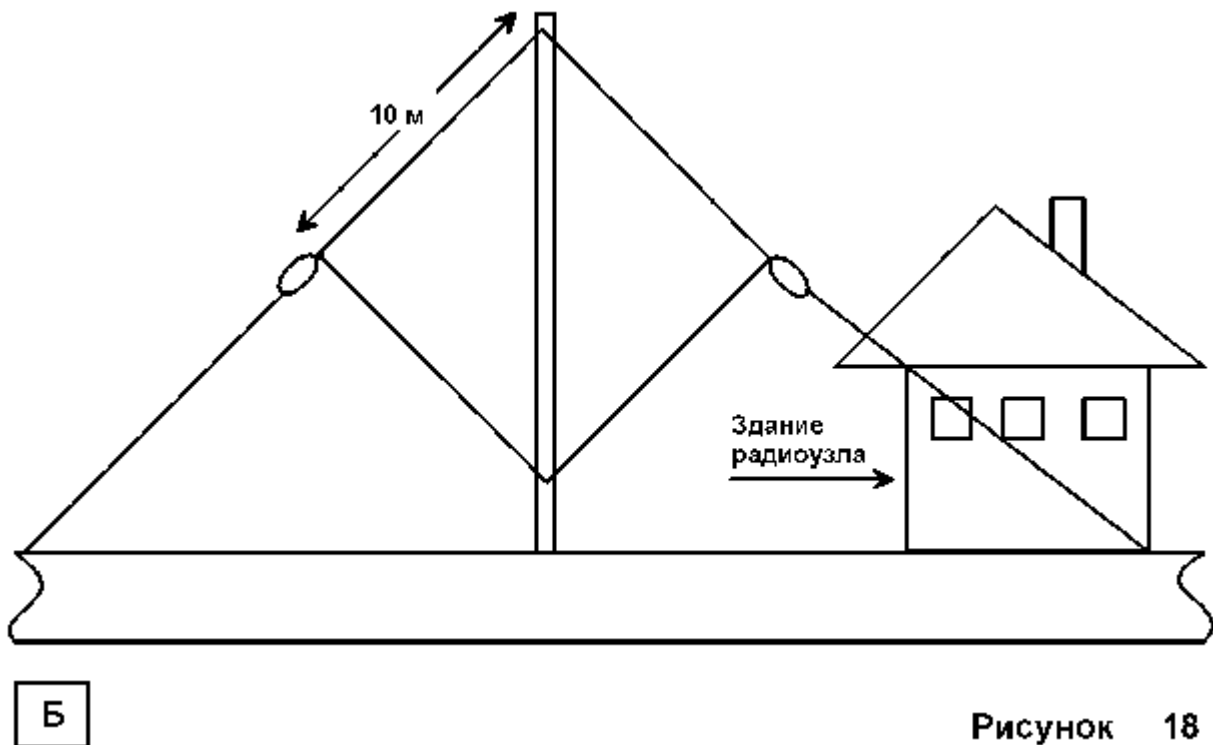


Рисунок 18 Приемные рамочные магнитные антенны

**Рис. 19** показывает пример типичного подключения профессиональной приемной магнитной рамочной антенны, рассчитанной для работы на одной частоте, к входу приемника. Как видно из этого рисунка, в резонанс магнитная рамочная антенна А1 настраивается комбинированно, сначала при помощи высокодобротной удлиняющей катушки L1 (иногда использовались две удлиняющие катушки, симметрично включенные в полотно антенны), затем окончательная подстройка производилась при помощи высококачественного конденсатора переменной емкости с воздушным диэлектриком С1.

Связь с приемником осуществлялась при помощи двухпроводной линии через высокочастотный трансформатор Т1, который включен в полотно магнитной рамки. Удлиняющая катушка, конденсатор и высокочастотный трансформатор, как правило, устанавливаются непосредственно около антенны. Используются и другие схемы включения, несущественно отличающиеся по принципу работы от схемы, показанной на **рис. 19**.



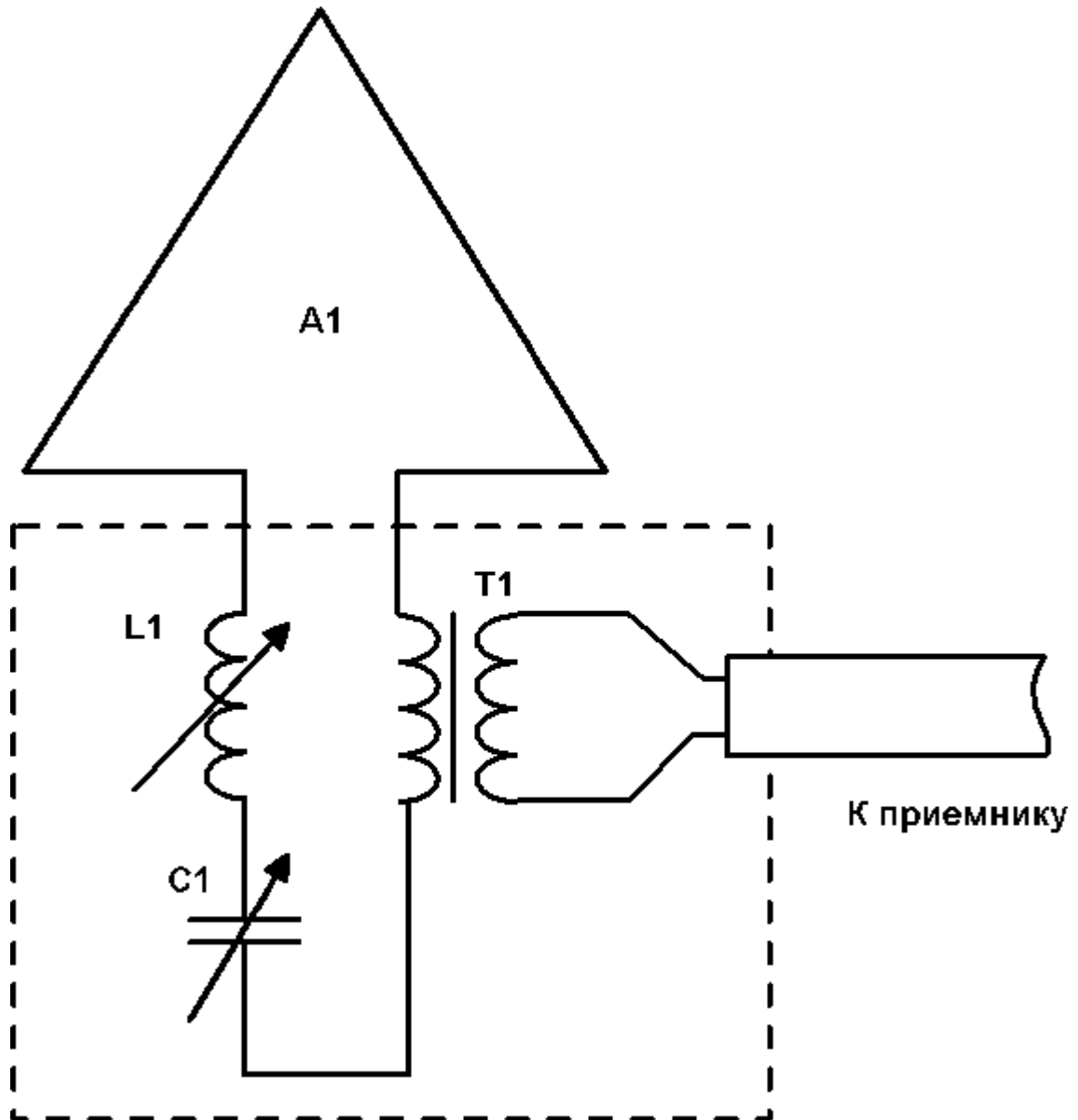


Рисунок 19

Рисунок 19 Подключение приемной магнитной антенны к радиоприемнику

### Малогабаритная магнитная рамочная антенна радиоузла

В качестве приемных рамочных антенн радиоузлов раньше использовали не только гигантские рамочные антенны, показанные на рис. 18. Для небольших местных радиоузлов использовались малогабаритные приемные магнитные рамки.

Такую приемную магнитную рамку мне довелось лично видеть.

В середине 80 годов прошлого века, мне пришлось побывать в командировке в аэропорту одного из райцентров центральной России. Там мне показали старый радиоузел аэропорта, который был оборудован в начале 50 годов прошлого века и до сих пор находился в работе практически в неизменном виде.

Приемные магнитные рамочные антенны

Григоров И. Н. (RK3ZK)

## Малогабаритная магнитная рамочная антенна радиоузла

Радиоузел располагался в небольшой комнате на первом этаже. На этом радиоузле использовался приемник ПТС совместно с малогабаритной рамочной антенной длинных - средних волн. Тип усилителя низкой частоты я уже не помню, но он тоже был выпущен в 50 годах.

Как мне сказали, радиоприемник и усилитель низкой частоты ни разу не выключали из сети, после ввода радиоузла в эксплуатацию, то есть, к тому времени они находились в непрерывной работе уже более тридцати лет. Раз в несколько лет в приемнике и усилителе меняли радиолампы, на этом обслуживание и ремонт радиоузла заканчивались. Качество работы радиоузла было отменным.

Наиболее интересной частью этого радиоузла была малогабаритная (конечно, малогабаритная в сравнении с антенной, показанной на [рис. 18](#)) приемная магнитная рамочная антенна. Судя по шильдику, установленному на этой антенне, она была изготовлена в 1949 году на одном из предприятий города Горького. [Рис. 20а](#) показывает конструкцию этой малогабаритной приемной магнитной антенны, а [Рис. 20б](#) показывает электрическую схему этой антенны, составленную мной с монтажной схемы этой антенны

Эта антенна представляла собой многовитковую рамку 1, выполненную в форме чуть вытянутого ромба со стороной имеющей длину равную 105 сантиметров (была замерена рулеткой), на деревянной, покрытой светлым лаком крестовине 2. Общая высота магнитной рамочной антенны была немного больше 2 метров. Полотно антенны были выполнено толстым проводом внешним диаметром более одного миллиметра в черной хлопчатобумажной изоляции, которая была сверху покрыта прочным тонким слоем лака, рамка содержала около 20 витков этого провода. На крестовине витки рамки жестко располагались в желобах пластин 3 (были залиты лаком в желобах этой пластины) выполненных предположительно из эбонита, эти пластины были закреплены на краях каркаса антенны. Расстояние между витками было немного больше диаметра провода, из которого была выполнена антенна.

С приемником магнитная рамка соединялась при помощи катушки связи 4 состоящей из 4 витков провода, которая была намотана внутри этой рамки. В качестве соединительной линии 5 между катушкой связи и приемником на этом радиоцентре использовался провод длиной примерно 3 метра, по внешнему виду очень похожий на сетевой провод.

Внизу рамки находился небольшой деревянный ящик 6, в котором располагался большой трехсекционный переменный конденсатор с верньером, предназначенный для настройки рамки на принимаемые станции. Емкость конденсатора была равна 12- 500-пФ. В этом же ящике находился переключатель витков рамки S1, но от каких витков были сделаны отводы, к сожалению, установлено не было. Там же были две большие катушки L1 и L2 с подключенными им параллельно несколькими конденсаторами (на условно показаны как C2 и C3), которые, как мне объяснили, использовались в качестве режекторных контуров, и могли быть настроены на сигналы наиболее мешающих радиовещательному приему станций диапазона средних или длинных волн. Режекторные контура могли быть включены в линию передачи, вместо перемычек между прижимными контактами K1K2 и K4K5. Эти контакты были установлены внутри ящика. К контактам K3K6, которые были установлены снаружи ящика на его боку, присоединялась линия передачи.

***Однако малогабаритные рамочные магнитные антенны применяли не только для радиоузлов. Раньше, в 40-50 года прошлого века такие антенны часто устанавливали внутри радиовещательных приемников. Ниже будут рассмотрены несколько конструкций таких антенн, а рассмотрение начнем с наиболее интересного типа магнитных антенн, с рамочных антенн корзиночного типа.***

**Приемные магнитные рамочные антенны**

<http://www.antentop.org/>

**Григоров И. Н. (RK3ZK)**

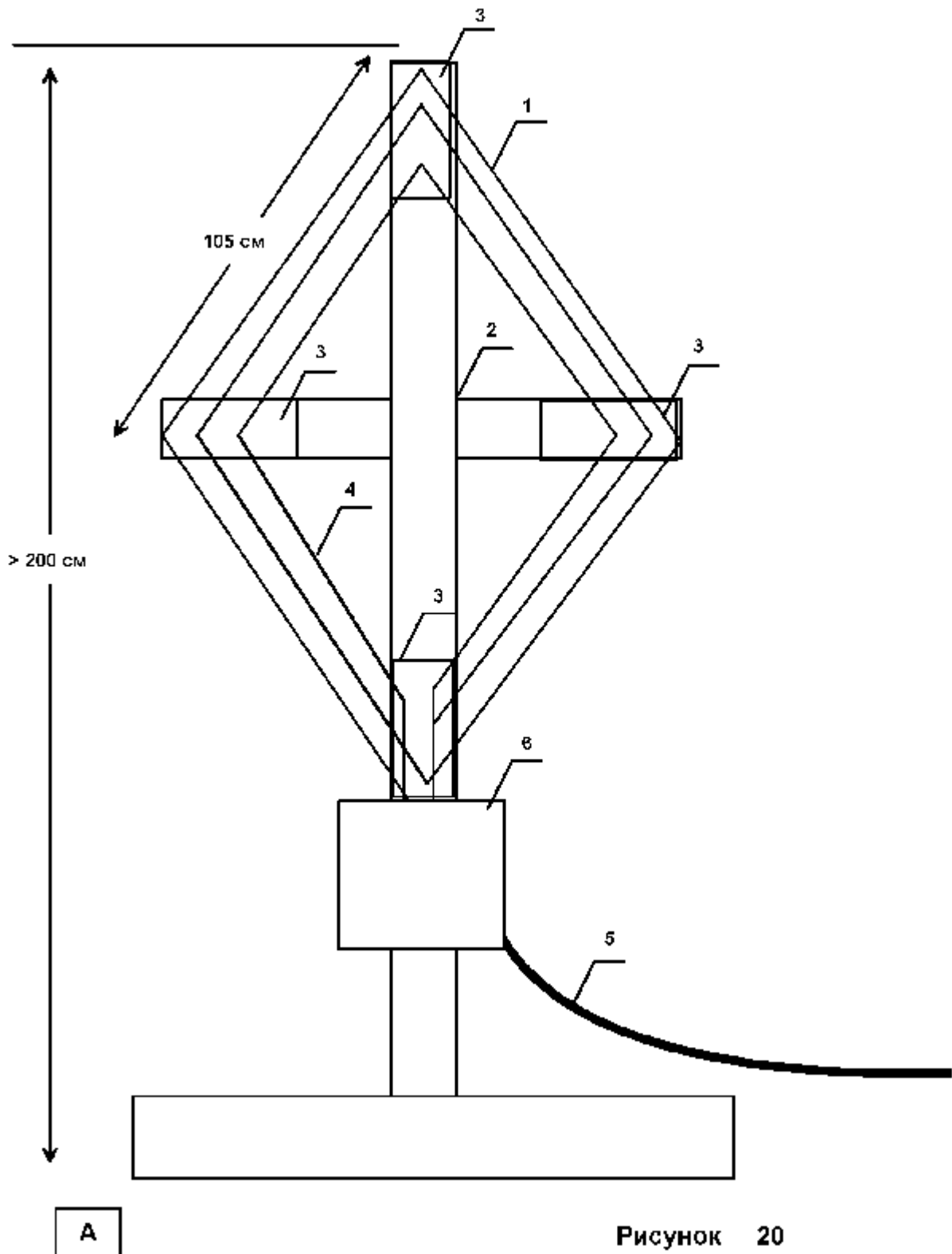
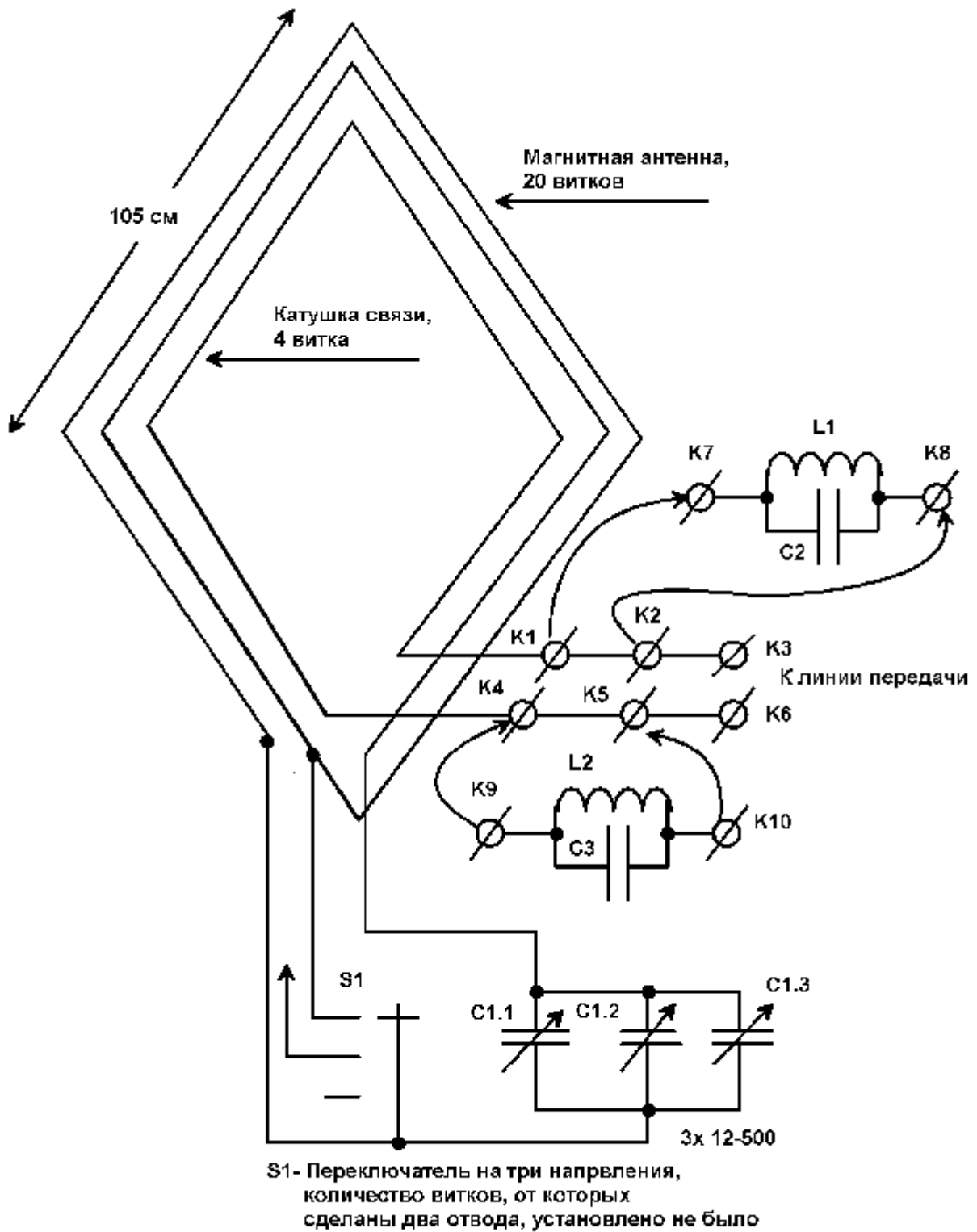


Рисунок 20

Рисунок 20 Малогабаритная приемная антенна радиовещательных станций длинных – средних волн

Малогабаритная магнитная рамочная антенна радиоузла



Б

Рисунок 20

Рисунок 20 Малогабаритная приемная антенна радиовещательных станций длинных – средних волн

### Магнитные рамочные антенны корзиночного типа

Приемные рамочные антенны корзиночного типа широко использовались для работы с приемниками прямого усиления ДВ-СВ с конца 20 годов прошлого века, по сути дела, они являются одним из первых типов магнитных рамочных антенн, используемых радиолюбителями. Причем эти антенны применялись как для стационарных приемников, так и для работы в так называемых «радиопередвижках», или попросту говоря, в переносных ламповых батарейных приемниках. Как правило, эти магнитные антенны являлись входными контурами приемников. В старых журналах Радио за конец 40 и 50 годы прошлого века можно найти множество разнообразных конструкций корзиночных антенн.

Корзиночные антенны ранее были столь популярны потому, что, во первых, корзиночную антенну может легко изготовить радиолюбитель, имеющий минимальный опыт конструирования, во вторых корзиночная антенна может быть изготовлена из подручного материала, а в третьих корзиночная антенна, даже изготовленная в домашних условиях, все работает очень эффективно. Суть конструкции катушки корзиночного типа такова, что при ее намотке автоматически получается шаг между витками равный диаметру провода, используемого для изготовления катушки (практически этот шаг получается даже немного больше по размеру). Катушка, намотанная с шагом, имеет относительно небольшую собственную паразитную емкость витков друг на друга. Можно показать, что чем больше паразитная собственная емкость катушки (см. например, литературу [16]), тем меньше ее добротность. А как уже было показано выше, чем больше добротность магнитной рамочной антенны, тем выше ее расчетная действующая высота, следовательно, тем более эффективно эта антенна работает.

Основные моменты, на которые следует обратить внимание при изготовлении корзиночной антенны. Корзиночная магнитная антенна наматывается на пластине из любого диэлектрика, имеющего небольшие потери на частотах работы антенны.

Для магнитной антенны диапазона ДВ-СВ вполне подойдет плотный картон, чисто деревянная фанера без примесей, гетинакс, эбонит, стеклотекстолит, пластмассы.

Обратите внимание, что некоторый серый картон, изготовленный из так называемой «неотмытой» макулатуры (то есть, из бумаги с не смытой типографской краской) может иметь большие потери на диапазоне ДВ-СВ, по крайней мере, в микроволновой печке этот картон сильно нагревается. Такой материал для изготовления каркаса магнитной рамочной антенны, конечно, применять не следует.

В этой пластине делается нечетное число пропилов, чем больше пропилов, тем намотка получается более плотной, и между этими пропилами, попеременно то с одной то с другой стороны, укладывается провод антенны. Количество витков в антенне зависят от размеров катушки и от диапазона волн ее работы. Ниже рассмотрим две типичные конструкции корзиночных антенн.

### Корзиночная антенна простого лампового приемника прямого усиления

**Рис. 21** показывает схему и конструкцию корзиночной антенны, предназначенной для использования в простом трехламповом регенеративном приемнике диапазона длинных и средних волн. Этот приемник описан в литературе [17]. Для изготовления корзиночной антенны используется диск из картона или фанеры, толщина диска составляет 3 миллиметра, диаметр диска составляет 120 миллиметров. В диске на равных расстояниях делают пять прорезей длиной 45 миллиметров и шириной 2-3 миллиметра. На диске оставляют специальный выступ для крепления антенны.

### Приемные магнитные рамочные антенны

## Корзиночная антенна простого лампового приемника прямого усиления

Катушка магнитной антенны содержит 250 витков провода диаметром 0,15- 0,25 миллиметров. Наматывать начинают от центра диска.

Для выбора длины волны работы магнитной антенны используют переключение отводов от катушки магнитной антенны.

Отводы сделаны от 50, 100, 150 и 200 витка. Для выполнения отвода провод не обрывают, а свертывают в петлю длиной примерно 200 миллиметров, после чего далее продолжают намотку.

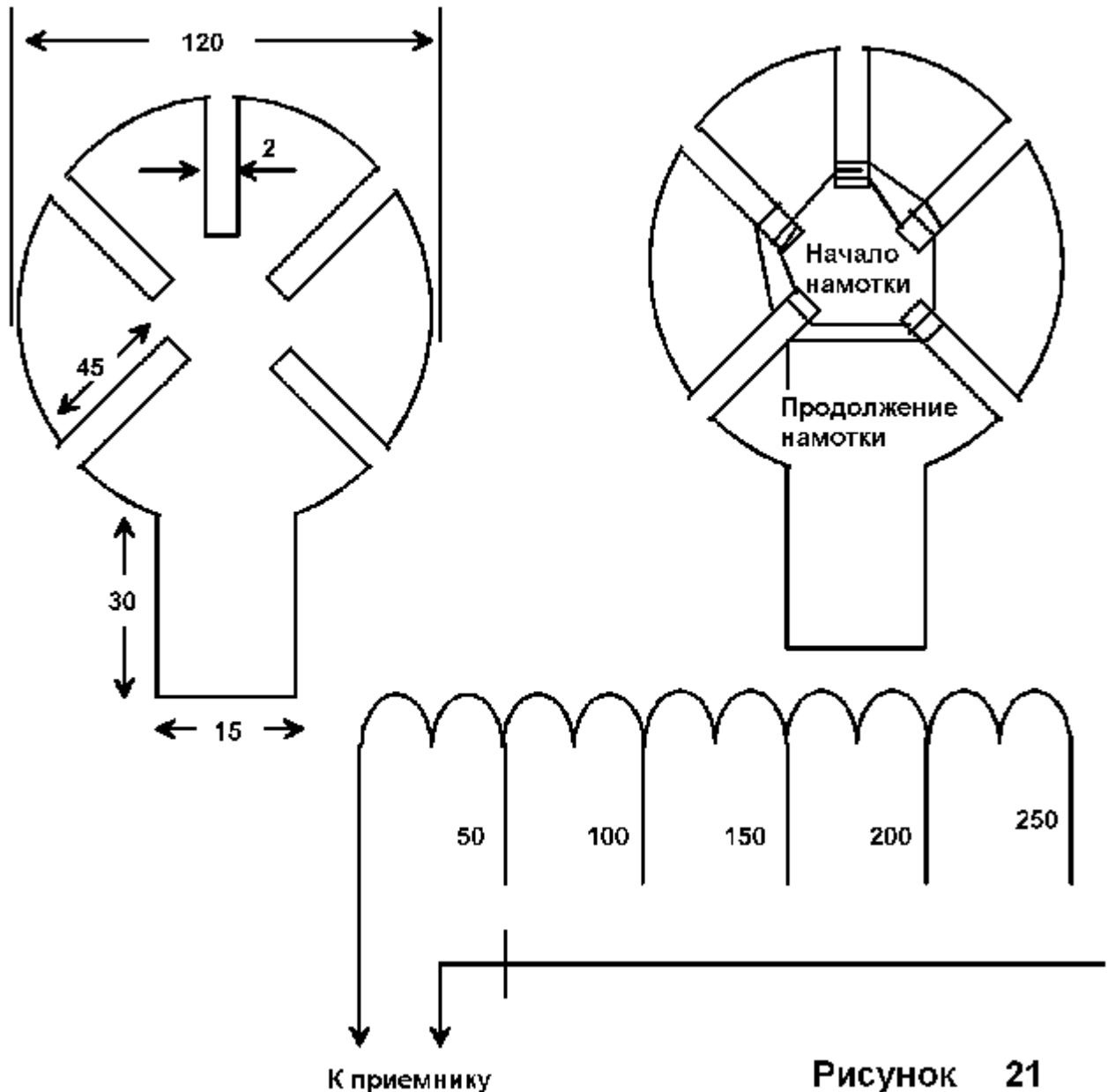


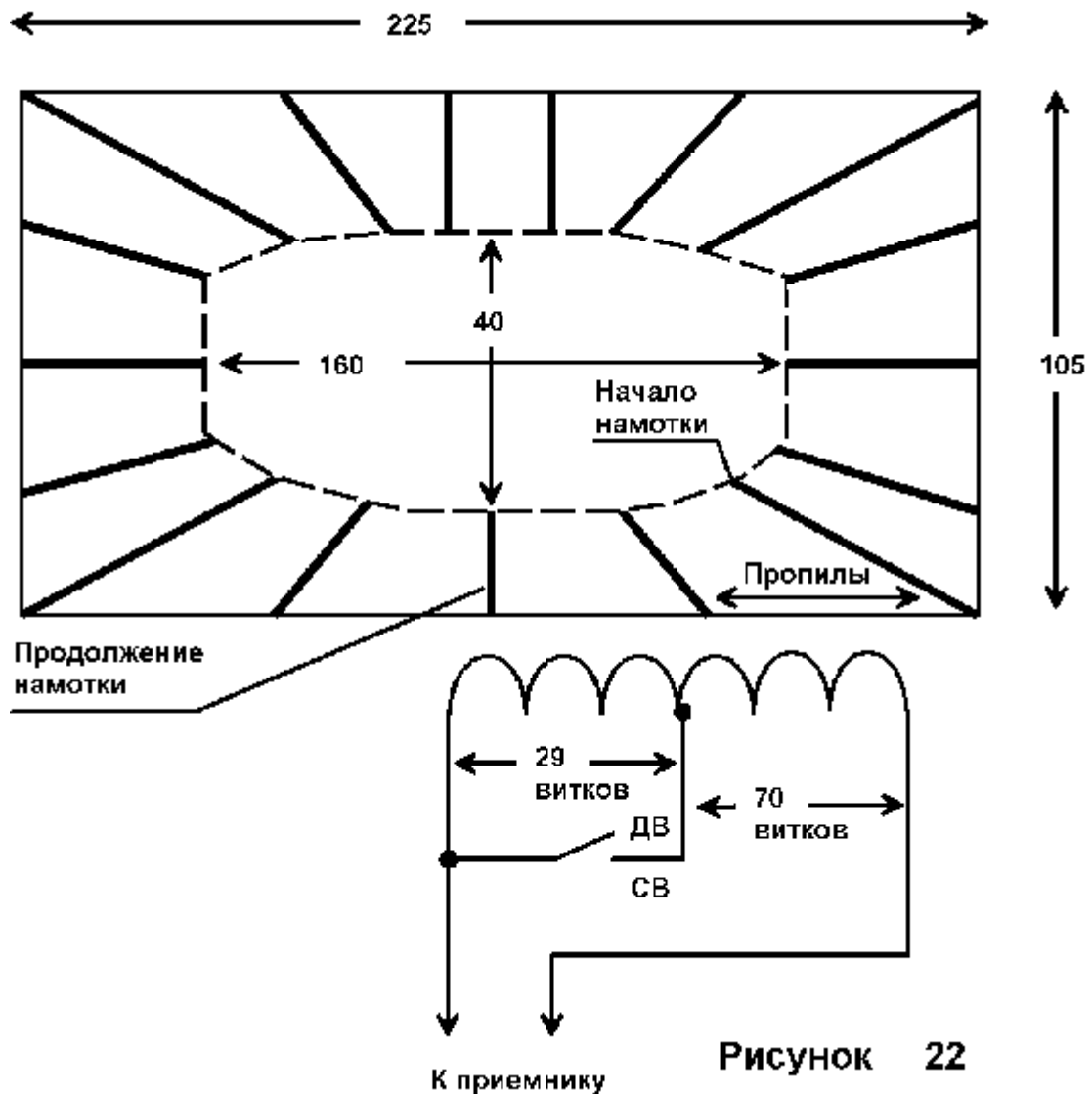
Рисунок 21 Магнитная антенна регенеративного приемника длинных- средних волн

## Корзиночная антенна лампового супергетеродина – передвижки

### Корзиночная антенна лампового супергетеродина – передвижки

**Рис. 22** показывает корзиночную антенну, предназначенную для использования в супергетеродине – передвижке диапазона длинных и средних волн. Этот приемник описан в литературе [18]. Магнитная антенна корзиночного типа размещена на крышке чемодана, в котором собран приемник. Для каркаса магнитной антенны используется гетинаксовая или эбонитовая пластина толщиной 1- 2 миллиметра. На этой пластине выполняют нечетное число пропилов шириной 2-3 миллиметра, их количество зависит от прочности пластины. Чем больше пропилов, тем плотнее намотка магнитной рамочной антенны.

Первая секция антенны, содержит 29 витков, она выполняется литцендратом 10х0,07 (10 проводников диаметром 0,07 миллиметров), в крайнем случае, эта обмотка может быть выполнена проводом ПЭШО диаметром 0,4-0,5 миллиметров. Первую секцию начинают наматывать от внутренней части пластины. Вторая секция антенны продолжает намотку первой секции, она выполняется проводом ПЭШО диаметром 0,2 миллиметра и содержит 70 витков. При работе на диапазоне средних волн первая секция закорачивается, при работе антенны на диапазоне длинных волн используются обе секции антенны включенные последовательно.



**Рисунок 22** Магнитная антенна супергетеродина – передвижки

## Магнитная рамочная антенна лампового супергетеродина – передвижки

### Магнитная рамочная антенна лампового супергетеродина – передвижки

Конечно, в старых приемниках использовались не только антенны корзиночного типа. Широко использовались и простые рамочные антенны. В литературе [18] описан приемник длинных – средних волн, в котором используется простая рамочная антенна, являющаяся одновременно и входным контуром приемника. Рис. 23 показывает схему входной цепи этого приемника, в которой использовались две магнитных рамочных антенны M1 и M2. Последовательно с каждой из антенн включена своя удлиняющая катушка (L1 последовательно с M1 и L2 последовательно с M2), необходимая для точной подстройки диапазона волн работы антенны.

На диапазоне длинных волн используются обе магнитные рамки M1 и M2, на диапазоне средних волн использовалась только антенна M1, магнитная антенна M2 совместно с ее удлиняющей катушкой L2 закорачиваются.

Магнитная антенна M1 и M2 имеют размеры 315x245 миллиметров, антенна M1 содержит 14 витков провода ЛЭШО 30x0,06, а антенна M2 содержит 50 витков провода ЛЭШО 15x0,05. В крайнем случае, вместо литцендрата можно использовать одножильный провод диаметром 0,15 миллиметров. Катушки магнитной антенны наматываются на оправку размерами 315x245 миллиметров, сначала наматывается катушка средних волн, затем наматывается катушка длинных волн, так, чтобы продолжить намотку катушки средних волн. Удлиняющая катушка L1 содержит 50, а удлиняющая катушка L2 содержит 125 витков.

Эти катушки намотаны внавал на каркасе диаметром 8 миллиметров, ширина намотки обеих катушек составляет 7 миллиметров. Для намотки этих катушек можно использовать провод ЛЭШО 15x0,05.

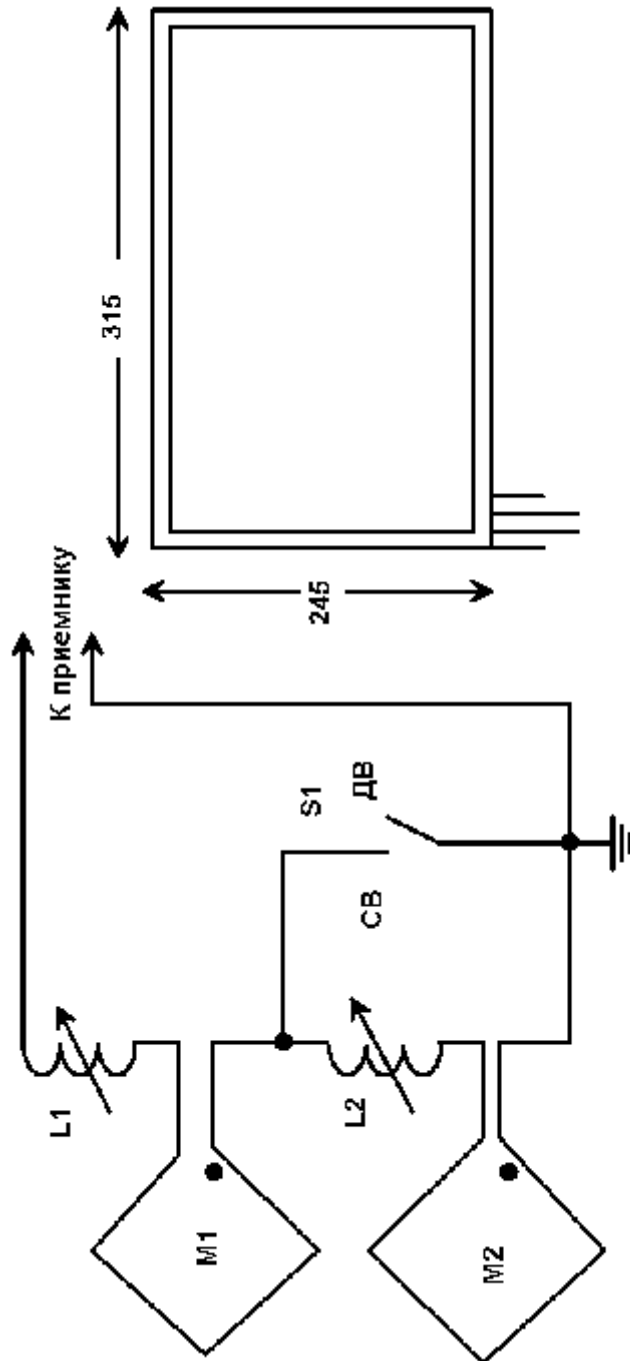


Рисунок 23

Рисунок 23 Магнитная антенна диапазона длинных-средних волн

### Приемные магнитные рамочные антенны

Григорьев И. Н. (RK3ZK)

## Магнитная рамочная антенна диапазона коротких волн вещательного приемника

### Магнитная рамочная антенна диапазона коротких волн вещательного приемника

Приемные магнитные антенны использовались не только для работы на диапазоне длинных и средних волн, но и на диапазоне коротких волн. Например, в литературе [18] описана магнитная антенна, которая использовалась в коротковолновом приемнике диапазона 19-75 метров.

Эта антенна являлась одновременно и входным контуром приемника. Рис. 24 показывает схему этой антенны. Антенна выполнена из медной ленты толщиной 3 миллиметра и шириной 6 миллиметров. Такая лента используется для намотки сварочных трансформаторов. Содержит антенна 2 витка провода, расстояние между витками равно 10 миллиметров, индуктивность магнитной рамки равна 3,1-мкГн.

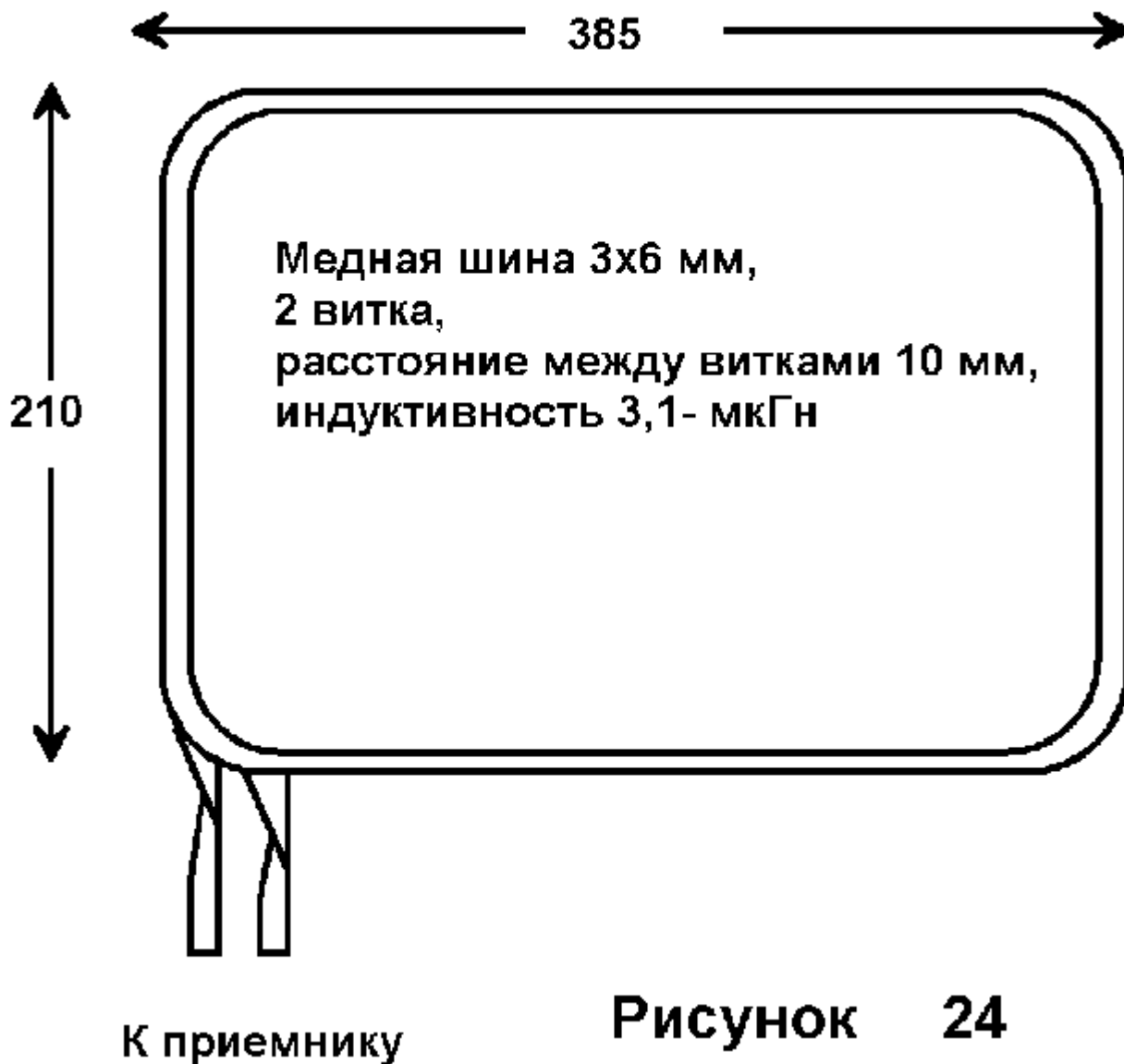


Рисунок 24 Магнитная антенна диапазона коротких волн

## Магнитная рамочная антенна диапазона 160 метров

### Магнитная рамочная антенна диапазона 160 метров

Используются магнитные рамочные антенны диапазона коротких волн и для работы совместно с коротковолновыми приемниками, предназначенными для приема любительских радиостанций. Наибольшую пользу принесет использование магнитной рамочной антенны на низкочастотных коротковолновых.

диапазонах 160 метров, где наблюдается большой уровень атмосферных помех

Схема такой магнитной антенны, достаточно популярной среди зарубежных радиолюбителей, показана на **рис. 25**. Впервые описание этой антенны было приведено в литературе [19]. В радиолюбительской литературе можно найти описание магнитных антенн рассчитанных для работы на других коротковолновых диапазонах, конструкция которых аналогична этой антенне.

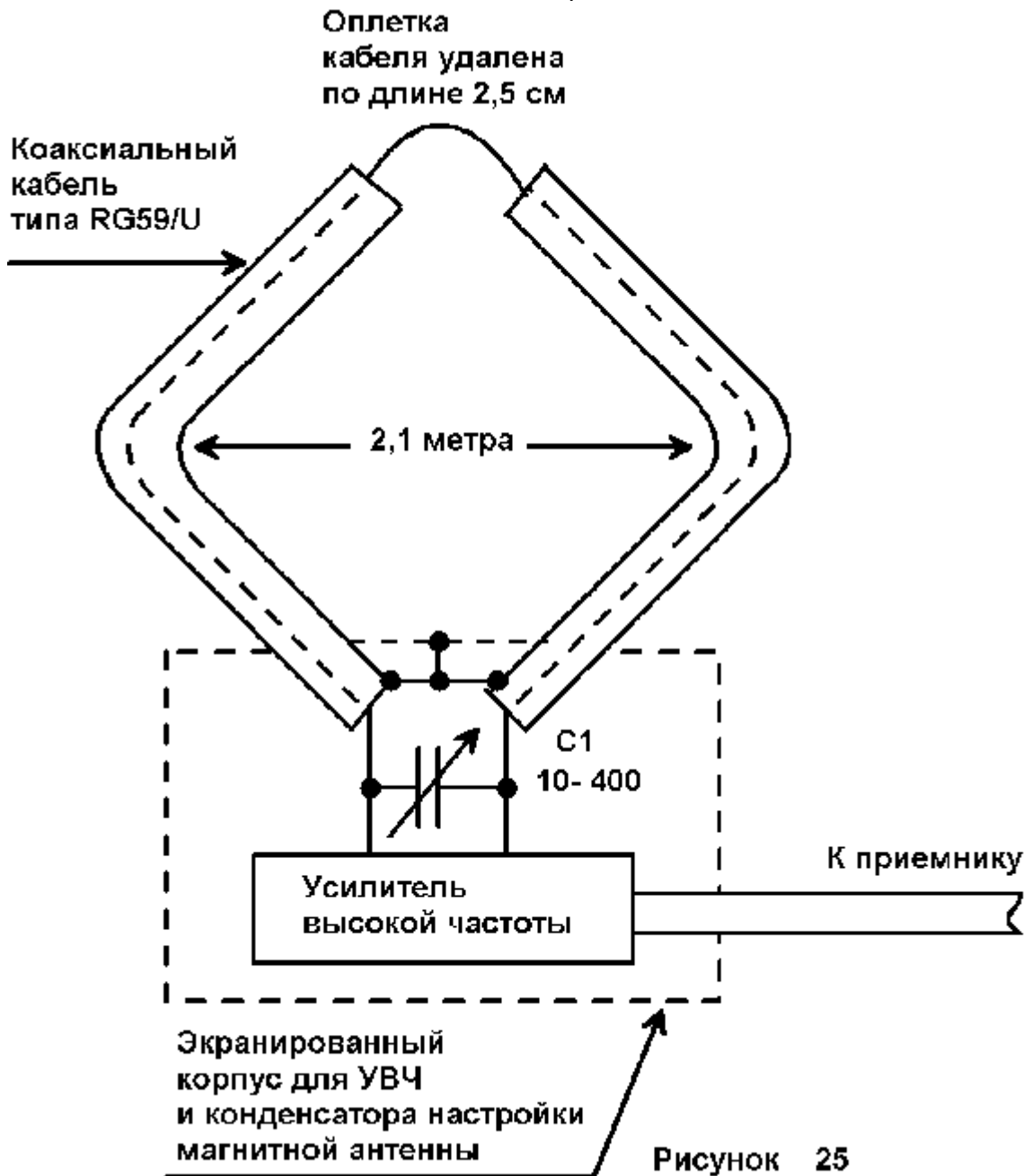


Рисунок 25 Магнитная антенна диапазона 160 метров

## Магнитная рамочная антенна диапазона 160 метров

Как видно из магнитная антенна выполнена в виде экранированной магнитной рамки. Выше уже говорилось о преимуществах экранированной магнитной рамочной антенны перед неэкранированной. Полотно антенны выполнено из коаксиального кабеля типа RG-59/U. Этот коаксиальный кабель имеет волновое сопротивление равное 75 Ом, его внешний диаметр равен 6 миллиметров. Можно использовать коаксиальный кабель отечественного производства, имеющий аналогичные параметры. Для работы антенны на более высокочастотных любительских диапазонах периметр магнитной рамки должен быть уменьшен.

Установка высокочастотного дросселя на два конца коаксиального кабеля идущего от усилителя высокой частоты к приемнику, около усилителя

высокой частоты магнитной рамки и около приемника позволят уменьшить или даже вообще исключить антенный эффект оплетки коаксиального кабеля. Высокочастотный дроссель может быть выполнен в виде 10- 20 ферритовых колец туго надетых на оплетку коаксиального кабеля.

## Магнитная рамочная антенна диапазона 160 – 40 метров

В литературе [20] была опубликована схема магнитной рамочной антенны с усилителем высокой частоты для работы в диапазоне коротких волн 160-40 метров. Рис. 26 показывает схему этой магнитной рамки. Конструкция этой рамки во многом аналогична показанной на рис. 24. Рамка содержит 2 витка медного провода диаметром 1 миллиметр, расстояние между витками 6 миллиметров. Для работы рамки на других, более высокочастотных диапазонах, периметр рамки должен быть уменьшен.

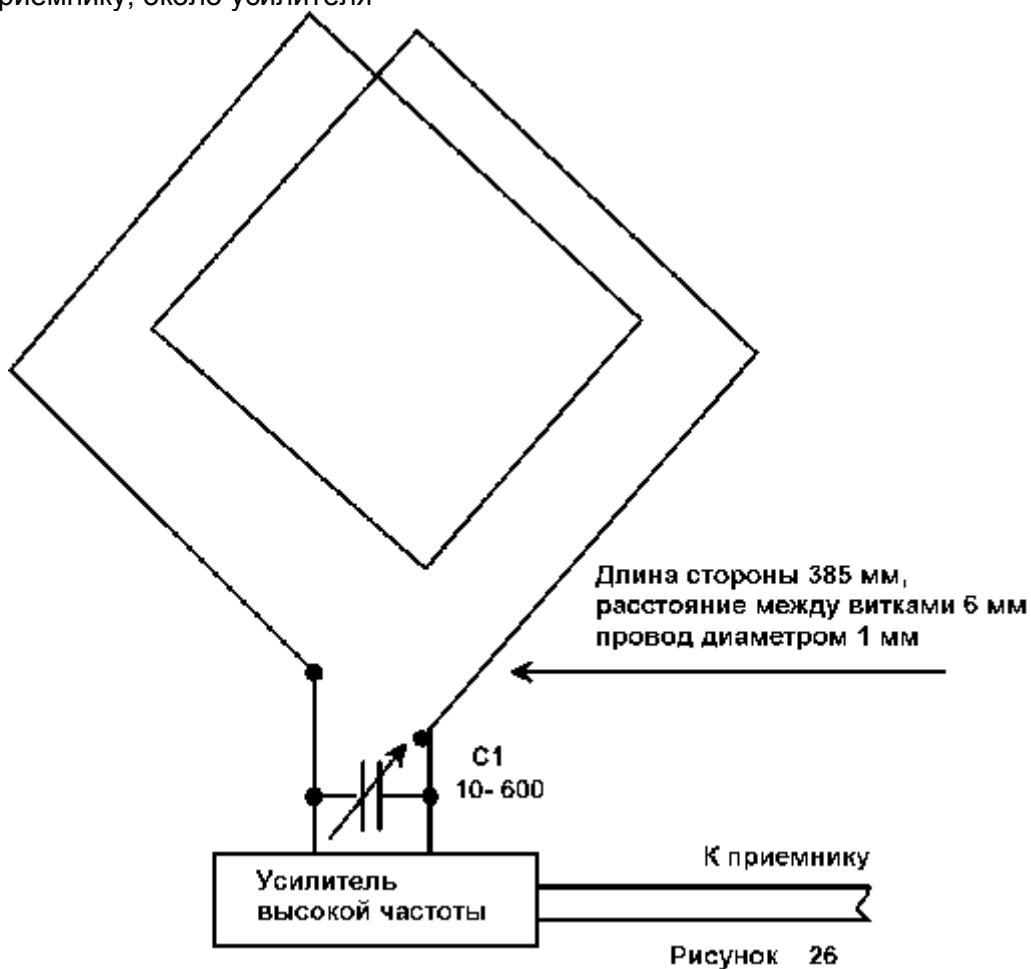


Рисунок 26 Магнитная антенна диапазонов 160 – 40 метров

Приемные магнитные рамочные антенны

Григорьев И. Н. (RK3ZK)

Установка высокочастотного дросселя на два конца коаксиального кабеля, около усилителя высокой частоты магнитной рамки и около приемника позволят уменьшить или даже вообще исключить антенный эффект оплетки коаксиального кабеля. Высокочастотный дроссель может быть выполнен в виде 10- 20 ферритовых колец туго надетых на оплетку коаксиального кабеля.

### Приемные телевизионные магнитные антенны

Как уже обсуждалось выше, магнитные рамочные антенны обычно используют для приема радиостанций работающих в диапазоне длинных- средних и коротких волн. Однако, эти антенны можно использовать и для приема телевидения. В книге **Передающие Магнитные Рамочные Антенны** описывались передающие магнитные антенны диапазона УКВ. В **этой книге** рассмотрим, как можно осуществить

прием в диапазоне УКВ, в частности в телевизионных диапазонах, используя простые приемные магнитные антенны. Заметим, что описания некоторых из этих антенн ранее были приведены в литературе [21].

### Упрощенная магнитная антенна УКВ

Для приема телевидения мной была использована упрощенная конструкция магнитной антенны, показанная на **рис. 27**. Можно показать, что эта упрощенная магнитная рамка практически аналогична по работе классической магнитной рамочной экранированной ненастроенной антенне, которая показана на этом же рисунке справа. Упрощенную магнитную антенну можно выполнить из коаксиального кабеля любой марки. Антенна может обеспечить работу в нескольких телевизионных каналах.

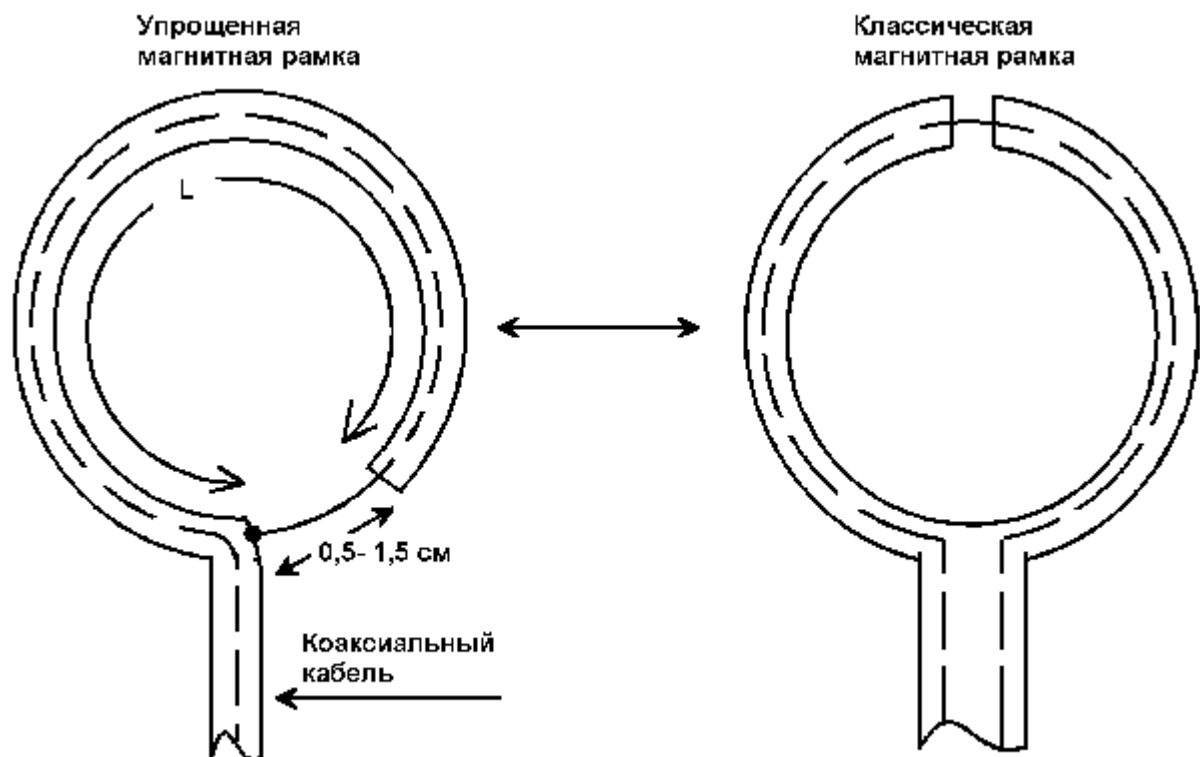


Рисунок 27

Рисунок 27 Упрощенная приемная магнитная рамочная антенна УКВ

## Упрощенная магнитная антенна УКВ

При периметре рамки  $L$  равном примерно  $0,1\lambda$ , где  $\lambda$  - длина волны нижнего телевизионного канала метровых волн, эта антенна будет удовлетворительно работать как на остальных высших метровых каналах, так и на дециметровых каналах. Длина коаксиального кабеля от антенны до телевизора не критична.

За счет того, что она реагирует только на магнитную составляющую электромагнитного поля, обеспечивает гораздо лучшее качество приема в городских условиях, особенно в тех случаях, когда имеется сильный уровень отраженного сигнала. При очень сильном отраженном сигнале периметр магнитной рамочной антенны может быть меньше чем  $0,1$  длины волны нижнего телевизионного канала работы антенны.

Эта магнитная рамочная антенна значительно проигрывает по усилению традиционным вибраторным телевизионным антеннам. Кроме бесспорного преимущества этой антенны, простоты, магнитная рамочная антенна УКВ имеет еще одно очень важное достоинство. На длинах волн ниже  $0,1$  длины ее периметра, коэффициент усиления антенны имеет очень низкое значение. Это позволяет при использовании приемной магнитной антенны избежать перегрузки телевизора от расположенной рядом ведомственной, или любительской радиостанции коротких волн.

При использовании магнитной антенны для приема УКВ радиовещания оказалось, что она обеспечивала гораздо лучшее качество приема, чем любая суррогатная и даже в некоторых случаях специальная наружная дипольная или рамочная антенна. Периметр рамки для приема УКВ радиовещания в «старом» диапазоне ЧМ 70 МГц может быть в пределах 20–40 сантиметров, для работы в новом диапазоне FM 88-108 МГц периметр рамки может быть равен 15- 30 сантиметров.

### Приемные магнитные рамочные антенны

<http://www.antentop.org/>

Как показывает опыт, установка высокочастотного дросселя на конце магнитной рамки во многих случаях практически не сказывается на качестве приема телевидения и радиовещания на УКВ.

## Магнитная рамочная антенна для приема в условиях сильного отраженного сигнала

Для приема телевидения в городских условиях сильного отраженного сигнала была использована магнитная рамочная антенна, конструкция которой показана на **рис. 28**. Как видно из этого рисунка, эта антенна представляет собой металлическую консервную банку, в которую помещена малогабаритная петля. Размеры петли и размеры банки могут быть подобраны опытным путем руководствуясь по наиболее качественному приему телевидения. Как показывает опыт, такая антенна практически не принимает с глухой стороны консервной банки. Раскрыв консервной банки направляют или на сам телецентр, или на объект, от которого отражаются сигналы телецентра, это может быть соседний дом, гора, металлическая труба котельной или какие либо другие объекты. Местоположение антенны - банки во время поиска наиболее качественного сигнала тоже может быть изменено в окружающем пространстве.

Эта антенна имеет очень низкий коэффициент усиления, поэтому она применима только в городе, в условиях сильного сигнала, в особенности в непосредственной близости от телевышки, где часто из-за сильных отражений от местных предметов невозможен качественный прием телевидения. Конструкция этой антенны была опубликована в литературе [22].



Григоров И. Н. (RK3ZK)

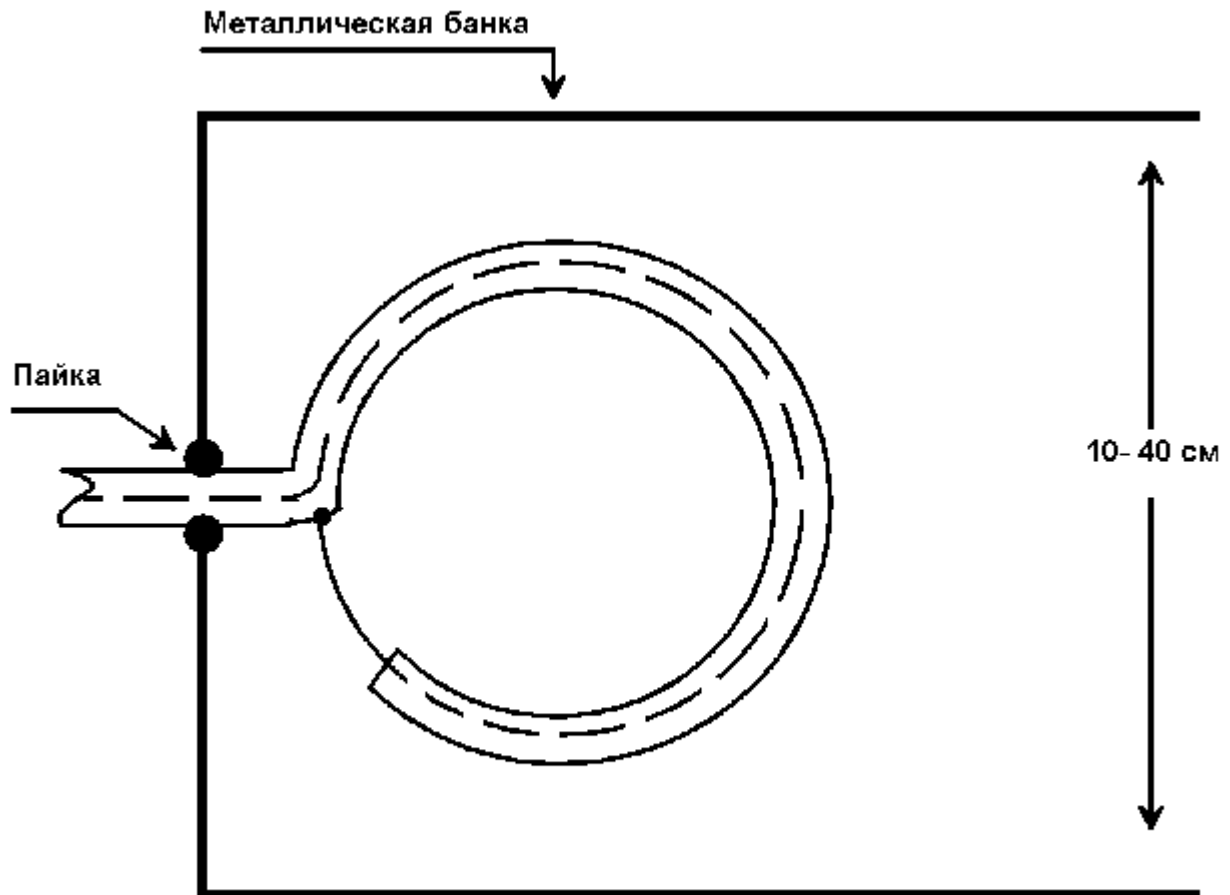


Рисунок . 28

Рисунок 28 Антенна для тяжелых условий приема

### Магнитная антенна- фильтр нижних частот

Магнитные рамочные антенны можно использовать в фильтре верхних частот, конструкция которого показана на [рис. 29](#). Такой фильтр полезно использовать в случае наличия в месте приема телевидения значительного уровня посторонних радиосигналов, лежащих значительно ниже частот телевизионных каналов, и причиняющих большие помехи приему телевидения. Это могут быть сигналы мощных служебных и радиовещательных станций диапазона средних и коротких волн.

Как видно из рисунка, фильтр представляет собой две магнитные антенны (или петли),

расположенные непосредственно рядом друг с другом. Диаметр этих магнитных петель может быть от 3 до 8 сантиметров. Для механического крепления между собой эти петли могут быть замотаны нитками, изоляцией или скотчем (на рисунке не показаны).

Этот фильтр верхних частот вносит дополнительное ослабление в принимаемый телевизионный сигнал (хотя, и не очень значительные), поэтому он применим в местностях с сильным уровнем телевизионного сигнала, однако, фильтр не дает искажения спектра телевизионного сигнала по сравнению с традиционными фильтрами верхних частот выполненными на дискретных элементах, катушках и конденсаторах.

Приемные магнитные рамочные антенны

Григорьев И. Н. (RK3ZK)

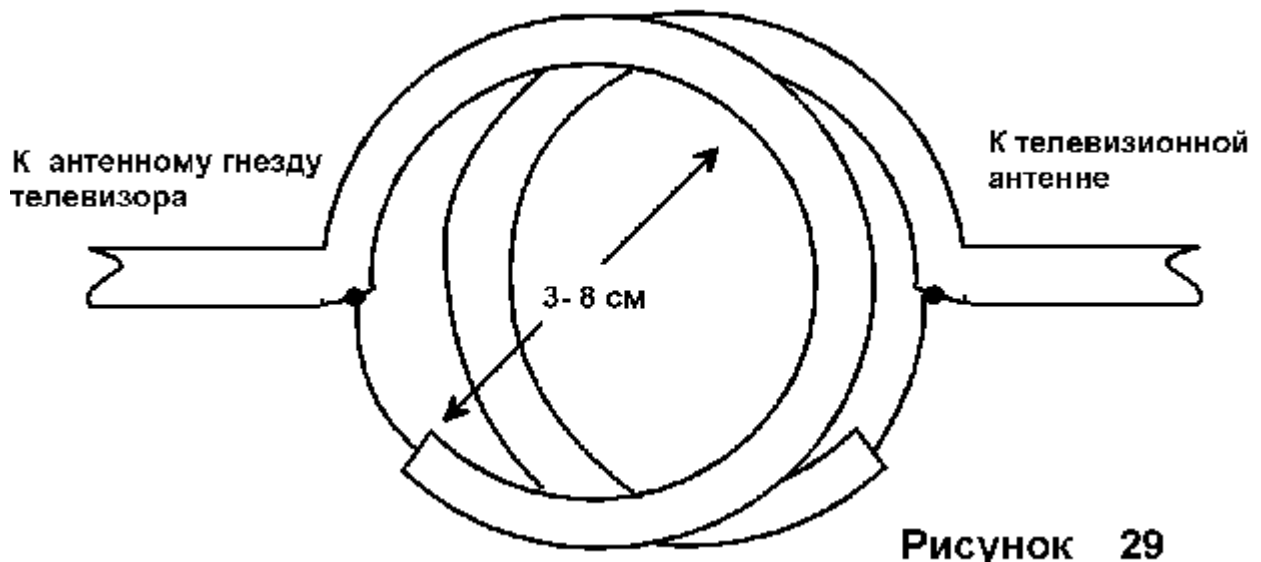


Рисунок 29

Рисунок 29 Фильтр верхних частот

Кроме того, этот фильтр обеспечивает полную электрическую развязку наружной антенны от телевизора, что может быть весьма полезно при приеме телевидения во время грозы. К тому же, фильтр на основе двух магнитных рамок гораздо проще, чем традиционный LC-фильтр, и не нуждается ни в какой настройке.

Установить его можно как внутри телевизора, между антенным гнездом телевизора и коаксиальным кабелем, идущим от нормальной телевизионной антенны так и в тяжелых условиях приема, дополнительно еще и на приемной телевизионной антенне.

#### Работа магнитной рамочной антенны в паре с направленной дипольной телевизионной антенной

При дальнейших опытах по приему телевидения при помощи магнитной рамочной антенны, был обнаружен очень интересный эффект, названный мной «дележ» телевизионного сигнала. Рассмотрим более подробно суть этого эффекта.

Было обнаружено, что часто оказывалось возможным найти такую точку около сложной приемной телевизионной антенны типа «волновой канал», в которой простая магнитная рамочная антенна обеспечивала удовлетворительный прием даже на значительном расстоянии от телецентра.

Без вспомогательной антенны качество приема было плохим. Рис. 30 иллюстрирует эту ситуацию. Этот эффект можно объяснить тем, что любая приемная антенна, которая идеально не согласована с нагрузкой, роль которой обычно играет коаксиальный кабель, часть принимаемого ей сигнала излучает обратно в эфир, и магнитная рамка питается этим пере- излученным сигналом.

В особо тяжелых условиях приема, на значительном удалении от телецентра, хороший результат получался при надевании магнитной антенны на активный вибратор многоэлементной приемной антенны. Телевизор, работающий от многоэлементной приемной антенны, работал при таком «дележе» телевизионного сигнала практически без ухудшения качества изображения.



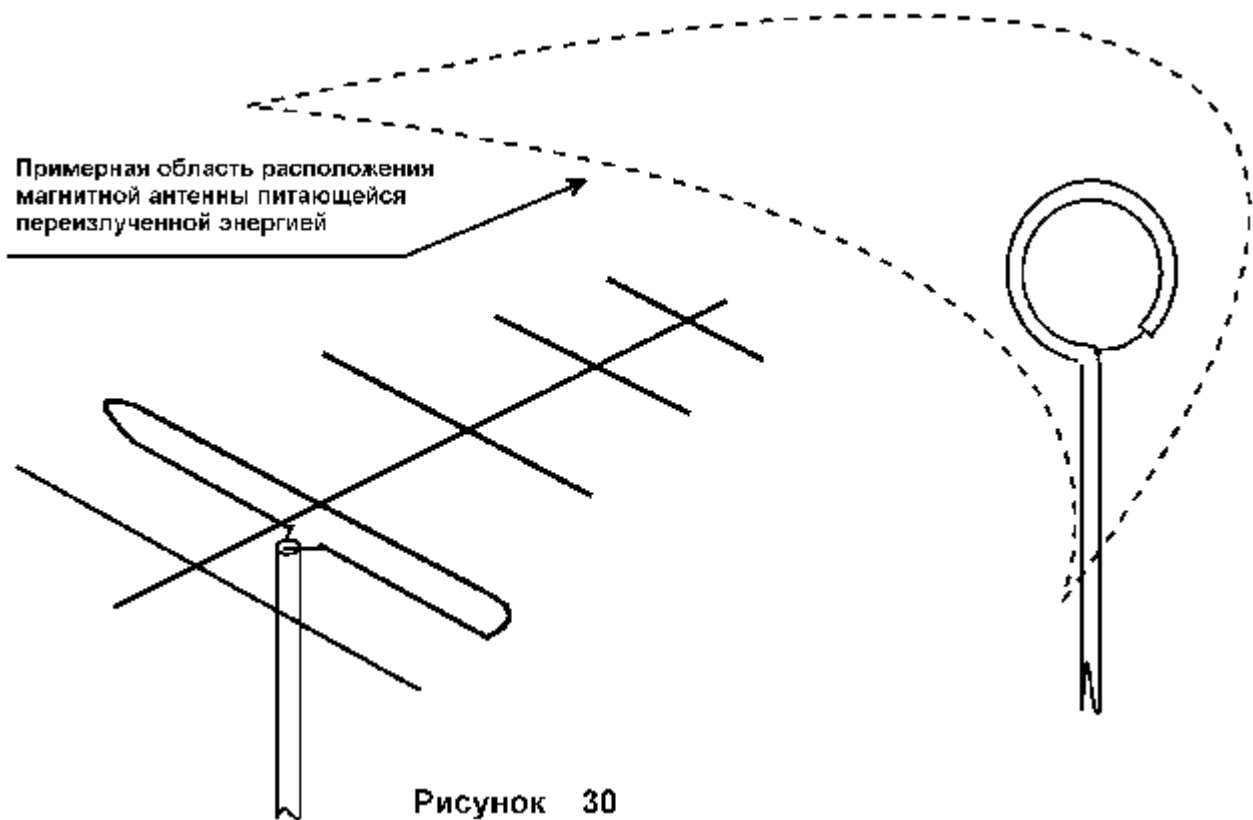


Рисунок 30 Расположение магнитной антенны относительно «волнового канала».

### Многоканальная телевизионная антенна

На основании этого опыта была сконструирована многоканальная телевизионная антенна, конструкция которой показана на **рис. 31**. На пластиковой полулитровой бутылке (в целях упрощения рисунка не показана) было укреплено при помощи скотча несколько полуволновых вибраторов рассчитанных для работы в телевизионных каналах. На эти вибраторы была надета магнитная рамочная антенна. Качество приема телевизионных передач в зоне уверенного приема было хорошим. Не обязательно использовать отдельные вибраторы для каждого принимаемого канала. Вполне достаточно использовать 2-3 вибратора для метрового диапазона волн и 2-3 вибратора для дециметрового диапазона волн. Диаметр вибраторов антенны может быть от 1 до 6 миллиметров.

Были проведены эксперименты с вибраторами дециметровых каналов имеющих длину  $\lambda$ . Оказалось, что в этом случае антенна работала лучше чем с вибраторами длиной  $\lambda/2$ . Полезно предусмотреть возможность перемещения «длинных» вибраторов вдоль бутылки, это может понадобиться для настройки антенны по наиболее качественному приему отдельных телевизионных каналов.



### Приемные магнитные рамочные антенны

Григоров И. Н. (RK3ZK)

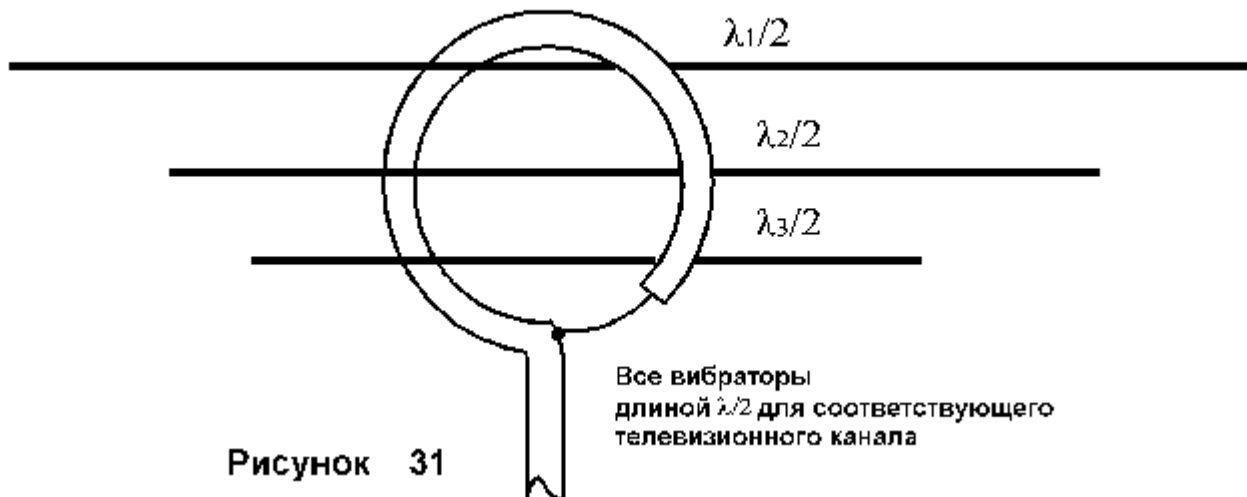


Рисунок 31

Рисунок 31 Многоканальная телевизионная антенна

**Телевизионная антенна с витым вибратором**

Были проведены эксперименты с телевизионной антенной, в которой для уменьшения размеров линейные вибраторы были заменены витыми вибраторами.

Конструкция антенны с витыми вибраторами показана на рис. 32. В целях упрощения рисунка показан только один витой вибратор.

Витые вибраторы антенны были отделены друг от друга на расстояние 40 миллиметров при помощи пластиковых пробок. Оказалось, что оптимальное число витков магнитной антенны используемой совместно с витыми вибраторами составило от двух до трех. Эксперименты, проведенные с многоканальной телевизионной антенной, в которой использовались витые вибраторы, показали, что их количество может быть меньше, чем количество линейных вибраторов, при сохранении того же качества приема.

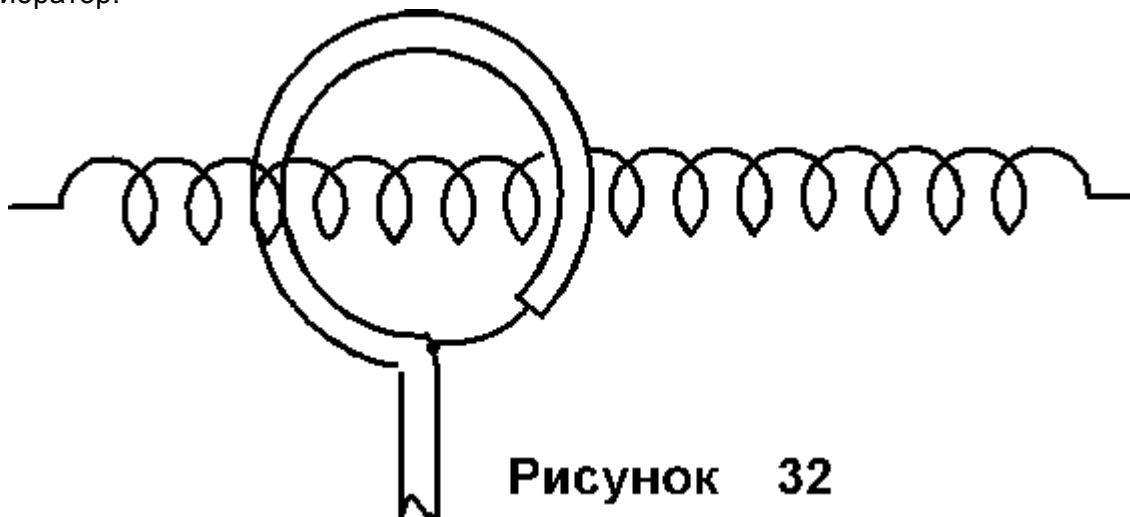


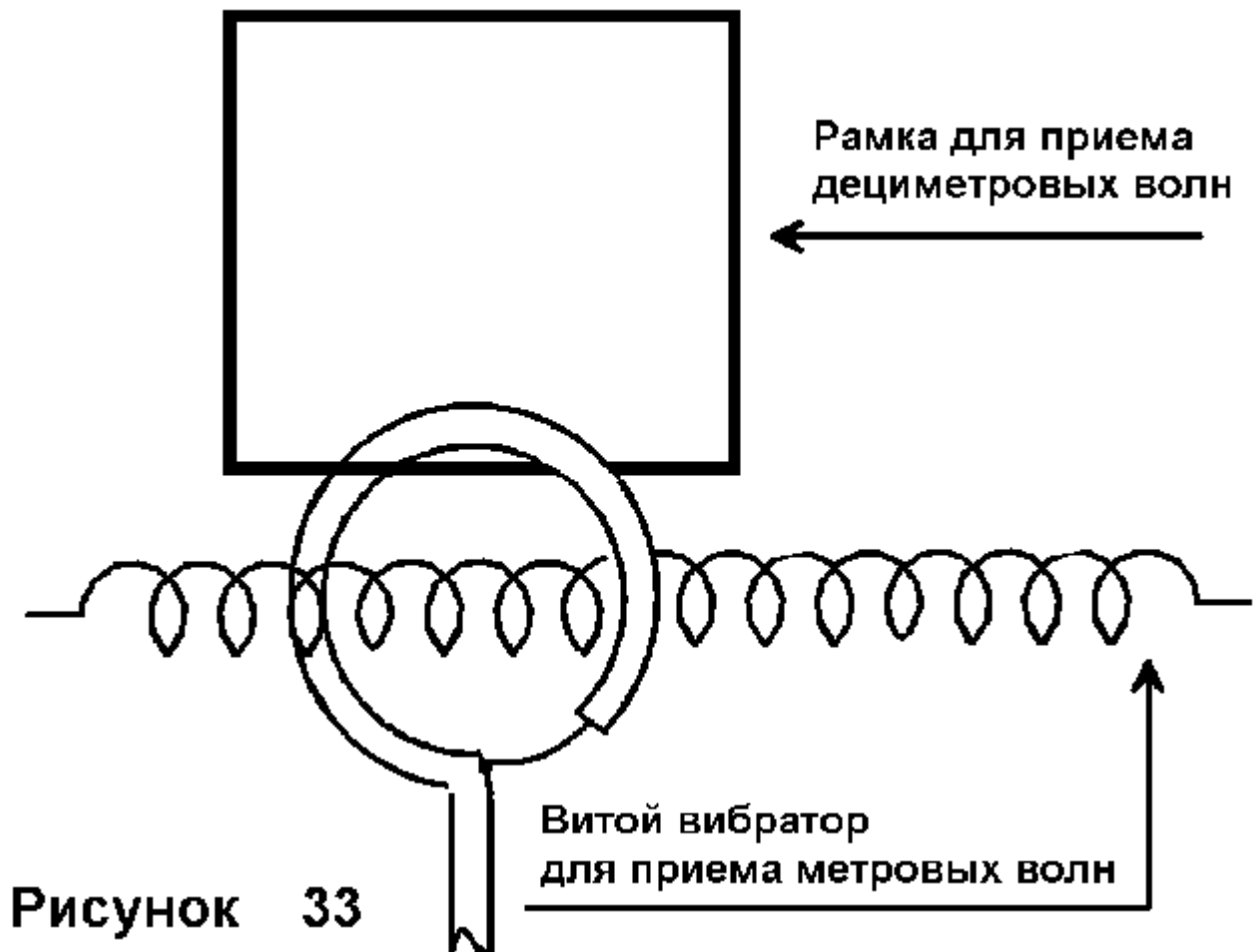
Рисунок 32

Рисунок 32 Многоканальная телевизионная антенна с витыми вибраторами

В антенне с витыми вибраторами для приема дециметровых телевизионных каналов целесообразно использовать квадрат с периметром равным длине волны наиболее слабо принимаемого дециметрового канала. Этот квадрат устанавливают в верхнюю часть антенны, как это показано на **рис. 33**.

Для намотки витого вибратора была использована пластиковая лыжная палка диаметром 14 мм, на которой был намотан медный провод диаметром 2 мм и начальной длиной, равной средней длине волны работы телевизионного канала.

Витой вибратор можно выполнить как с близким расположением витков, 2–4 миллиметра между витками, так и расположить витки на расстоянии 5-20 миллиметров друг от друга. Настройка вибратора заключалась в отрезании провода по одному витку, растяжке-сжатию витого вибратора, перемещении вибратора вдоль магнитной антенны для наиболее качественного приема соответствующего телевизионного канала.



**Рисунок 33**

**Рисунок 33** Многоканальная телевизионная антенна диапазонов МВ и ДМВ



### Литература

1. <http://www.rohde-schwarz.com>
2. Captain Linwood S. History of Communications-Electronics in the United States Navy, Howeth, USN (Retired), 1963: <http://earlyradiohistory.us>
3. <http://www.airwaymuseum.com/>
4. <http://www.ieeeexplore.ieee.org/>
5. Popular Science Monthly, April, 1918, pages 632-634: <http://earlyradiohistory.us/1918zep.htm>
6. Марио де Арканжелис.- Радиозлектронная война. Blandford Press Ltd, 1985.
7. <http://ecm.by.ru/ewbook/index.shtml>
8. Щеголев Е. Я. Радионавигация. М.- Л., ГИТТЛ, 1946.
9. Старик М. Е., Кукес И. С. Радиопеленгаторы. М., «Сов. Радио», 1970.
10. Бова Н. Т., Резников Г. Б. Антенны и устройства СВЧ. Киев, Вища Школа, 1977.
11. Белоцерковский Г. Б. Основы радиотехники и антенны. М.: Радио и связь, 1983.
12. Айзенберг Г.З. Коротковолновые антенны. М.: Радио и связь, 1985.
13. Каганович Н. А. Радиооборудование самолетов. М.: Оборонгиз, 1962
14. A Comparison of Loop and Adcock Antennas for Single-Frequency Fixed-Site DF Application. RF PRODUCTS, 6476 Bounty Court, San Diego, CA, USA Web Site: [www.access1.net/rfprodsdc](http://www.access1.net/rfprodsdc)
15. Шейнман И. З. Колхозный радиоузел. М., Жургазобъединение, 1938.
16. Атабеков Г. И. Линейные электрические цепи. М., Энергия, 1978.
17. Любительские батарейные приемники. М., Массовая радиобиблиотека, Госэнергоиздат, 1950.
18. Троицкий Л. В. Схемы любительских приемников. М.- Л., Массовая радиобиблиотека, выпуск 237, Государственное энергетическое издательство, 1956.
19. Boothe B. Weak – Signal Reception on 160- Some Antennas Notes. –QST, June 1977, pp. 35- 39.
20. Cornell K., Loop Antenna Receiving Aid, Ham Radio, May 1975, pp. 66- 70.
21. 13. Григоров И. Н. Практические конструкции антенн. – М.: ДМК, 2000.
22. 14. Григоров И. Н. Прием телепередач при сильном переотраженном сигнале // Радиолучитель. – № 8. – 1994. – С. 4.

***Prepared for publishing: Canada, Toronto, 7- May- 2009***

# ANTENTOP

**ANTENTOP** is **FREE e- magazine**, made in **PDF**, devoted to antennas and amateur radio. Everyone may share his experience with others hams on the pages. Your opinions and articles are published without any changes, as I know, every your word has the mean.

**A little note**, I am not a native English, so, of course, there are some sentence and grammatical mistakes there... Please, be indulgent!

**Publishing**: If you have something to share with your friends, and if you want to do it **FREE**, just send me an email. Also, if you want to offer for publishing any stuff from your website, you are welcome!

**Copyright**: Here, at ANTENTOP, we just follow traditions of **FREE** flow of information in our great radio hobby around the world. A whole issue of ANTENTOP may be photocopied, printed, pasted onto websites. We don't want to control this process. It comes from all of us, and thus it belongs to all of us. **This doesn't mean that there are no copyrights. There is! Any work is copyrighted by the author. All rights to a particular work are reserved by the author.**

**Copyright Note**: Dear friends, please, note, I respect Copyright. Always, when I want to use some stuff for ANTENTOP, I ask owners about it. But... sometimes my efforts are failed. I have some very interesting stuff from closed websites, but I can not go to touch with their owners... as well as I have no response on some my emails from some owners.

**I do not know, why the owners do not response me. Are they still alive? Do their companys are a bankrupt? Or do they move anywhere? Where they are in the end?**

I have a big collection of pictures, I have got the pictures in different ways, from **FREE websites**, from commercial CDs, intended for **FREE using**, and so on... I use to the pictures (and seldom, some stuff from closed websites) in ANTENTOP. If the owners still are alive and have the right, please, contact with me, I immediately remove any Copyright stuff, or, necessary references will be made there.

**Business Advertising: ANTENTOP is not a commercial magazine.** Authors and I (Igor Grigorov, the editor of the magazine) do not receive any profit from the issue. But off course, I do not mention from commercial ads in ANTENTOP. It allows me to do the magazine in most great way, allows to pay some money for authors to compensate their hard work. I have lots interesting stuff in Russian, and owners of the stuff agree to publish the stuff in ANTENTOP... but I have no enough time to translate the interesting stuff in English, however I may pay money to translators, and they will do this work, and we will see lots interesting articles there.

So, if you want to put a commercial advertisement in ANTENTOP, please contact with me. A commercial advertisement will do ANTENTOP even greater interesting and various! I hope, readers do not mention against such commercial ads.

---

And, of course, tradition approach to **ANY** stuff of the magazine:

**BEWARE:**

All the information you find at **AntenTop website** and any hard (printed) copy are only for educational and/or private use! I and/or authors of the **AntenTop e- magazine** are not responsible for everything including disasters/deaths coming from the usage of the data/info given at **AntenTop website/hard (printed) copy of the magazine.**

**You use all these information of your own risk.**

