

УДК: 621.396.67

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МАЛОГАБАРИТНОЙ СРЕДНЕВОЛНОВОЙ РЕЗОНАНСНОЙ АНТЕННЫ

Д. А. Корнеев<sup>1</sup>, Д. В. Федосов<sup>2</sup>, В. Н. Хорват<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный технический университет»

<sup>2</sup>Научно-производственное общество с ограниченной ответственностью «КВ-Связь»

Получена 5 октября 2012 г.

**Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос об изменении электрических характеристик малогабаритных резонансных антенн вследствие влияния на них окружающих предметов и температуры воздуха. Проведены эксперименты по определению степени влияния окружения на антенну, рассмотрены способы уменьшения данного влияния.

**Ключевые слова:** средние волны, малогабаритная антенна, влияние среды.

**Abstract.** In the article we discuss electrical parameters of hectometer band compact resonant antenna and the influence of surrounding conductive items and changing air temperature. Experiments which define power of medium influence and proposed methods to reduce medium influence are described.

**Keywords:** medium frequency, compact antenna, medium influence.

### Введение

Известно [1], что большое влияние на антенну с выраженными электрическими свойствами, функционирующую в низкочастотных диапазонах радиоволн (КВ, СВ, ДВ), оказывает ее окружение. Особенно ярко это проявляется при малых размерах антенного устройства.

При внесении в ближнюю зону антенны предметов, обладающих какой-либо проводимостью, происходит изменение ряда параметров антенны. Изменяется диаграмма направленности антенны, к примеру, поверхность земли вносит существенные изменения в диаграмму направленности – в вертикальной

плоскости основные лепестки приподнимаются вверх, что негативно сказывается на дальности связи по поверхностной волне. В стационарных вариантах антенных систем для борьбы с данным явлением применяют противовесы, либо специальные емкости, устанавливаемые на верху антенной мачты. Очевидно, что в подвижной связи такие методы не применимы.

Еще одним негативным фактором, оказывающим действие на антенну при внесении в ближнюю зону проводящих предметов, является изменение рабочей частоты антенны. Очевидно, что если изменение диаграммы направленности вследствие влияния земли приводит к снижению уровня сигнала на приемной антенне, то смещение рабочей частоты антенны может полностью нарушить работу канала связи. Это обстоятельство особенно важно, в случае, когда у антенны узкая рабочая полоса. Стена комнаты или здания, корпус автомобиля (в случае, если антенна используется вблизи автомобиля), любой проводящий предмет или материал может изменить рабочую частоту антенного устройства.

Человеческое тело, поскольку находится ближе всего к антенне, также оказывает влияние на рабочую частоту устройства. Необходимо учитывать это влияние и разрабатывать меры по его уменьшению или устранению.

Немалое влияние на характеристики антенны также может оказать изменение температуры. В одних задачах связи, к примеру, в радиолюбительской связи, негативное воздействие изменения температуры воздуха на параметры антенны может быть преодолено путем перестройки частоты трансивера. В других задачах связи, к примеру, в задачах телеметрии [5] или в профессиональной связи, где приемопередатчик не обслуживается в течение долгих промежутков времени, невозможно перестраивать несущую частоту, соответственно параметры антенны должны быть постоянными в независимости от температуры.

### **Проведение экспериментов**

В процессе использования малогабаритных средств связи (сотовый или спутниковый телефон, рации, терминалы транковой связи и т.п.), антенна

переговорного устройства располагается в непосредственной близости от головы человека, что негативно сказывается на характеристиках антенны. Однако вышеперечисленные средства и системы связи функционируют в УКВ диапазоне, где влиянием близлежащих предметов, и в частности, тела человека на характеристики антенны фактически можно пренебречь. Это связано, во-первых, с относительно малой длиной волны (размер антенны сопоставим с длиной волны), а во-вторых, с большой полосой пропускания антенны.

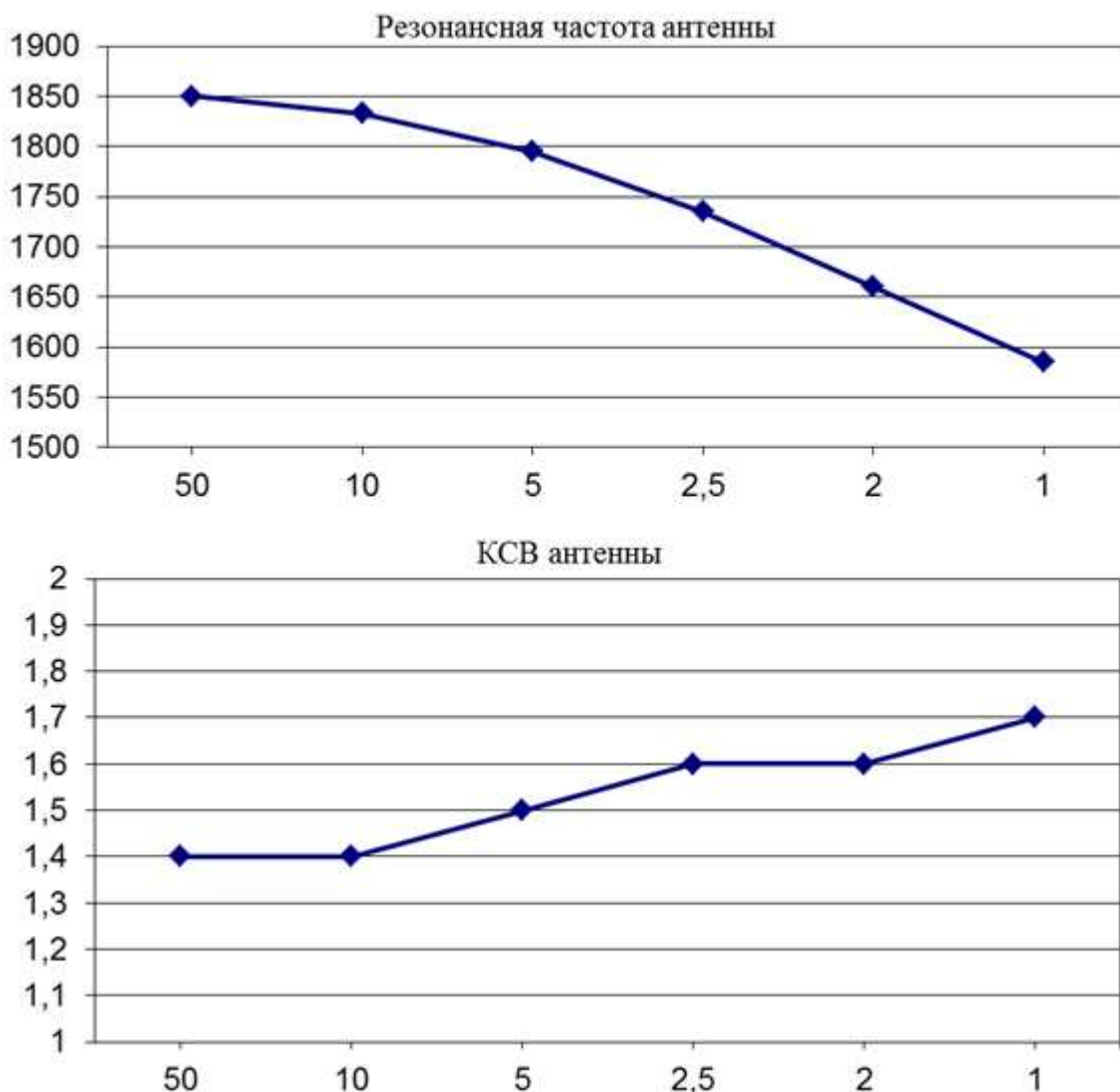
Антенна, собранная в соответствии с [4], функционирует в диапазоне средних волн (1850 кГц), является малогабаритной и резонансной, соответственно, влияние окружающих предметов на нее велико.

Если влияние земли можно учитывать сразу при проектировании антенны и заранее вносить соответствующие поправки, то влияние человеческого тела может быть различным, как и влияние других предметов. В случае подключения антенны к разъему радиостанции без кабеля, или в случае, когда антенна находится в корпусе радиостанции, голова человека при близком расположении 0-40 см от устройства вносит наибольшие отклонения в характеристики антенны, необходимо исследовать данный вид воздействия. Для других предметов результат может быть получен путем аппроксимации.

Для однородности результатов в процессе экспериментов был использован имитатор человека [3]. Опытным путем было установлено, что влияние имитатора сравнимо с влиянием человека на характеристики антенны.

Результаты эксперимента представлены на рис. 1.

На рис. 1 изображено две зависимости, одна показывает изменение резонансной частоты, другая КСВ испытываемой антенны. По оси абсцисс отложено расстояние между антенной и имитатором в сантиметрах, по оси ординат – измеряемая величина. Резонансная частота антенны измерялась по минимуму КСВ. Все измерения проводились в лабораторных условиях при помощи анализатора антенн RigExpert AA-230 Pro.

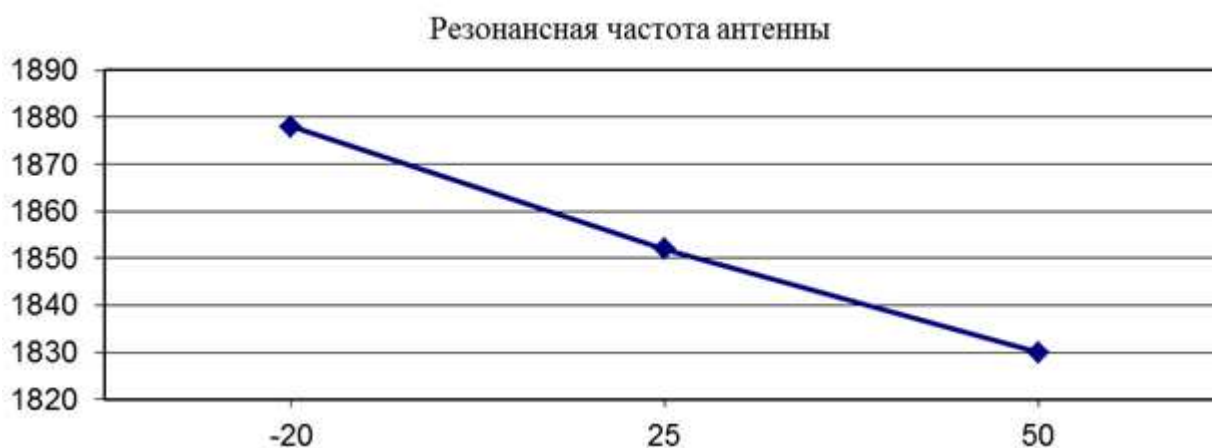


**Рис. 1.** Резонансная частота и КСВ антенны в зависимости от близости к имитатору человека

Из рис. 1 видно, что резонансная частота антенны меняется значительно. Если учесть, что полоса пропускания антенны составляет около 30 кГц по уровню КСВ=2, то имитатор изменяет резонансную частоту антенн на величину до 10 полос пропускания, что полностью бы нарушило работу канала связи при эксплуатации устройства.

КСВ изменяется значительно лишь при минимальном расстоянии (при проведении эксперимента 1 см соответствовал касанию имитатора и антенны), однако остается в допустимых пределах, кроме того КСВ может быть подстроен изменением значения подстроечной емкости вплоть до значения 1.

Для проведения температурных испытаний использовалась схожая методика измерений параметров антенны. Для проведения испытаний в области положительных температур ( $+50^{\circ}\text{C}$ ) использовался сушильный шкаф с программным управлением ШСВ-100. Испытания в области отрицательных температур ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) производились на открытом пространстве зимой. Температура воздуха контролировалась мультиметром Protek-506. Результаты эксперимента приведены на рис. 2.



**Рис. 2.** Зависимость резонансной частоты антенны от температуры

Из рис. 2 видно, что при изменении температуры окружающей среды, резонансная частота антенны изменяется на величину до 1 полосы пропускания. КСВ при проведении эксперимента оставался в допустимых пределах (от 1 до 1,5) и вообще изменялся слабо.

Анализируя результаты, представленные на рис. 1 и 2 становится очевидным, что анализируемая резонансная антенна может эксплуатироваться в ограниченных условиях, для нормальной эксплуатации устройства необходимо автоматическое устройство, которое будет компенсировать негативные факторы, влияющие на резонансные характеристики.

### **Компенсация влияния среды на характеристики антенны**

Анализируя различные источники, определяются способы компенсации влияния негативных факторов среды на резонансную антенну.

1. Антенное согласующее устройство [6] способно изменять параметры первичного контура антенны, что может скомпенсировать рассогласование антенны и приемопередатчика. Недостаток данного способа заключается в том, что АНСУ изменяет параметры только первичного контура антенны.

2. Схема, рассмотренная в [7], и адаптированная для рассматриваемой антенны, представлена на рис. 3.

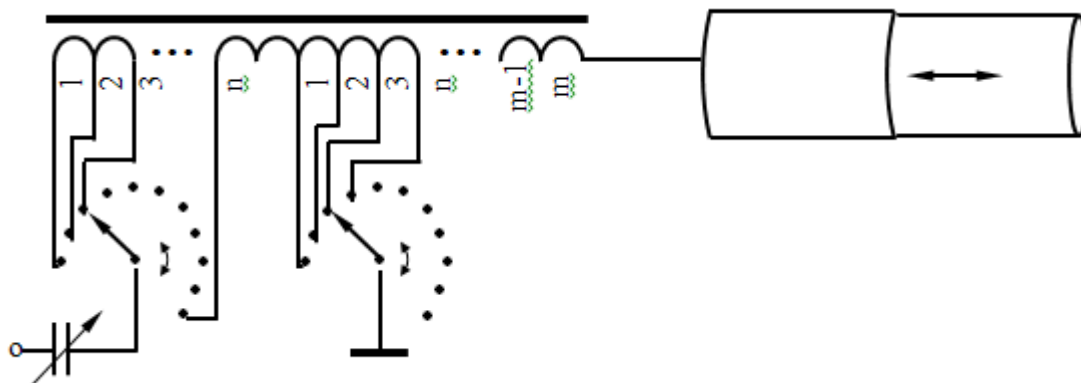


Рис. 3. Схема многодиапазонной антенны

На ферритовом стержне наматывается первичная катушка, имеющая  $n$  отводов, каждый из которых может присоединяться к подстроечному конденсатору, и далее к выходу приемопередатчика посредством коммутирующей схемы. Конец первичной катушки соединен с концом вторичной обмотки. Вторичная катушка, намотанная на том же ферритовом стержне, имеет  $m$  отводов. Часть вторичной обмотки посредством коммутирующей схемы, подсоединяется к общему контакту, таким образом, возможно увеличивать первичную обмотку и уменьшать вторичную. Если точности настройки посредством первичной и вторичной обмоток, а также подстроечной емкости не хватает, то можно изменять геометрические размеры вибратора. Коммутация может осуществляться вручную или автоматически.

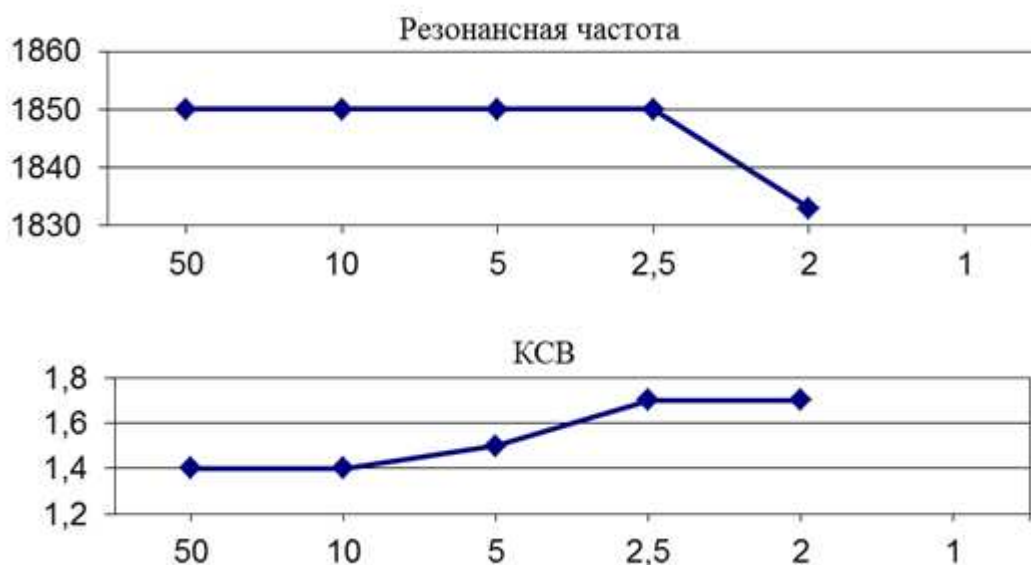
Недостаток способа – необходимость во множестве коммутирующих элементов.

3. Хорошо известен способ подстройки ферритовой антенны [2], заключающийся в перемещении феррита внутри катушки. Существуют

различные модификации данного способа, однако они отличаются лишь степенью воздействия на параметры контура. Данный способ имеет существенный недостаток – конструкция антенного устройства будет значительно усложнена, однако способ находит применение на практике.

Выбор того или иного способа, либо совокупности способов подстройки антенны будет зависеть от конкретных условий эксплуатации антенны.

Для оценки возможности рассматриваемого антенного устройства противостоять негативному влиянию среды, была разработана перестраиваемая антенна. Результаты стендовых испытаний при влиянии на антенну имитатора человека приведены на рис. 4.



**Рис. 4.** Резонансная частота и КСВ подстраиваемой антенны в зависимости от близости к имитатору человека

На рис. 4 изображено две зависимости, одна показывает изменение резонансной частоты, другая КСВ испытываемой антенны. По оси абсцисс отложено расстояние между антенной и имитатором в сантиметрах, по оси ординат – измеряемая величина.

Антенну удалось подстроить на рабочую частоту вплоть до расстояния 2,5 см между имитатором и антенной. Необходимо отметить, что поскольку антенна сравнительно габаритная, то вряд ли без существенных модификаций она будет использоваться на практике ближе, чем в 5-10 см от головы,

следовательно, стоит ориентироваться на результаты, полученные именно для данных расстояний.

### Литература

1. Айзенберг Г.З. Коротковолновые антенны / Г.З. Айзенберг, С.П. Белоусов, Э.М. Журбенко, Г.А. Клигер, А.Г. Курашов ; Под ред. Г.З. Айзенберга – М.: Радио и связь, 1985. – 536 с., ил.
2. Хомич В.И. Ферритовые антенны / В.И. Хомич. – М.: Энергия, 1969. – 96 с.
3. ГОСТ Р 50736-95. Антенно-фидерные устройства систем сухопутной подвижной связи. М.: Госстандарт России, 1995. – 19 с.
4. Пат. 2413344 РФ, МПК Н01Q9/18. Вибраторная антенна / Научно-производственное общество с ограниченной ответственностью "КВ-СВЯЗЬ", Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Омский государственный технический университет. – Опубл. 27.02.2011.
5. Технические характеристики системы мониторинга трубопроводов «ЭХЗ «Защита». // Официальный сайт ФГУП ОНИИП. URL: [http://www.oniip.ru/produkcija/detail.php?SECTION\\_ID=100&ELEMENT\\_ID=384](http://www.oniip.ru/produkcija/detail.php?SECTION_ID=100&ELEMENT_ID=384) (Дата обращения: 05.10.2012)
6. Описание и технические характеристики антенного тюнера lgd Z-817 // Официальный сайт компании LDG Electronics ltd. URL: <http://www.ldgelectronics.com/c/252/products/18/45/1> (Дата обращения: 05.10.2012)
7. Описание штыревой антенны с перестройкой по диапазонам // Сайт радиолюбителя G4FON. URL: <http://www.qsl.net/g4fon/Musings.htm> (Дата обращения: 05.10.2012)