

УДК 621.396.67

БИКОНИЧЕСКАЯ АНТЕННА УКВ ДИАПАЗОНА И ЕЕ ШИРОКОПОЛОСНОЕ СОГЛАСОВАНИЕ

КОНОПЛИЦКИЙ А. С.

Военная академия Республики Беларусь
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: andrey_konoplizkii@mail.ru

Аннотация. В тезисе показана возможность применения биконической антенны в диапазоне 30–108 МГц вместо антенны ШДАМ-А1 работающей с УКВ радиостанциями Р-168, Р-173М и Р-181. Проведено электродинамическое моделирование и исследование параметров биконической антенны в программной среде CST Studio Suite 2015. Решена задача повышения свойств рассматриваемой антенны в указанном диапазоне частот применением широкополосной согласующей цепи. Выполнен синтез цепи согласования на основе комплексного критерия соответствия идеальному фильтру в полосе пропускания.

Abstract. In the thesis the application urgency the two-conic aeriels in a range of 30-108 MHz instead of aerial SHDAM-A1 working with VHF radio stations R-168, R-173M and R-181 is shown. Electrodynamic modelling and research of parametres the two-conic aeriels in program CST Studio Suite 2015 environment is spent. The problem of increase of properties the two-conic aeriels in the specified range of frequencies by application broadband the coordination chains is solved. Synthesis of a chain of the coordination on the basis of complex criterion of conformity to the ideal filter in a pass-band is executed.

В настоящее время в стационарных элементах радиотехнических системах связи широкое применение находят мачтовые широкодиапазонные антенны с вертикальной поляризацией, как ШДАМ-А1 [1–3]. Данная антенна, предназначена для работы с УКВ радиостанциями Р-168- 25УЕ-2, Р-168-100УЕ2-2 в диапазоне частот от 30 до 108 МГц и обеспечивающая максимальное значение коэффициента стоячей волны (КСВ) по отношению к волновому сопротивлению 50 Ом, не более 3,5 [1–3].

Антенна ШДАМ-А1, представленная на рис. 1, состоит из трех стержневого излучателя (2, 3, 4) с емкостными вставками. Излучатель установлен на согласующее устройство (5), одновременно выполняющее функцию несущей конструкции, обеспечивающей резьбовое закрепление трех противовесов (6) и сочленение всей антенны с телескопической мачтой посредством переходника (1). На боковой поверхности согласующего устройства установлен высокочастотный соединитель, который при транспортировании антенны закрыт заглушкой (7). Противовесы изготовлены из трубок, материалом которых является высокопрочная сталь [1–3]. На рис. 1.б представлена характеристика КСВ антенны ШДАМ-А1 измеренная с применением измерителя комплексных коэффициентов передачи «Обзор-103» [4].

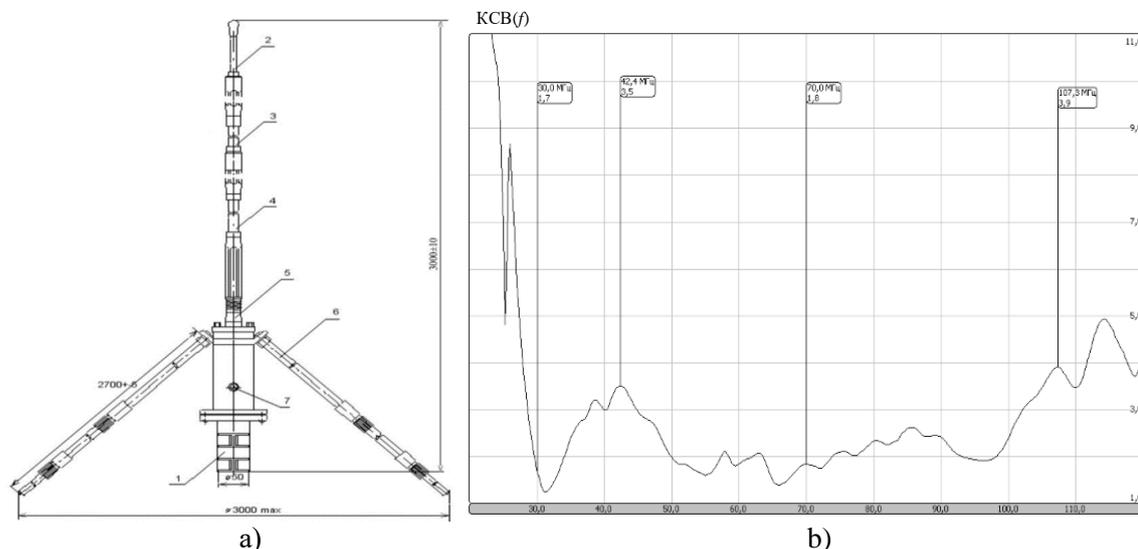


Рис. 1. Антенна ШДАМ-А1 (а) и ее характеристика КСВ (б)

Заметим, что характеристика КСВ антенны ШДАМ-А1 вблизи верхней (100–108 МГц) граничной частоты имеет повышенное значение, достигающее 3,9, что не соответствует требованиям, предъявляемым к данной антенне, в соответствии с которыми значение КСВ не должно превышать 3,5 [1]. По этой причине вместо антенны ШДАМ-А1 предлагается использовать биконическую антенну, состоящую из двух изолированных друг от друга конусов, каждый из которых образован восьмью лучами. Данный тип антенны нашел широкое применение в средствах связи командно-диспетчерского пункта аэродрома, для работы с радиостанциями железнодорожного транспорта. Также такие антенны используются в системах, выполняющих оценку электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств [5]. Дополнительно стоит отметить, что в [6] показано возможное применение биконической антенны в Ultra Wide Band системах, в системах, работающих с хаотическими сверхширокополосными сигналами, в радиолокации высокого разрешения, где необходимо максимально эффективно использовать чрезвычайно широкий диапазон рабочих частот.

Конструктивный вид предлагаемой биконической антенны и ее диаграмма направленности в вертикальной плоскости на частоте 60 МГц представлена на рис. 2. Также на рис. 2. впоказаны функции импеданса биконической антенны в рассматриваемом диапазоне частот. Моделирование такой антенны осуществлялось с использованием автоматической программы CST Studio Suite 2015.

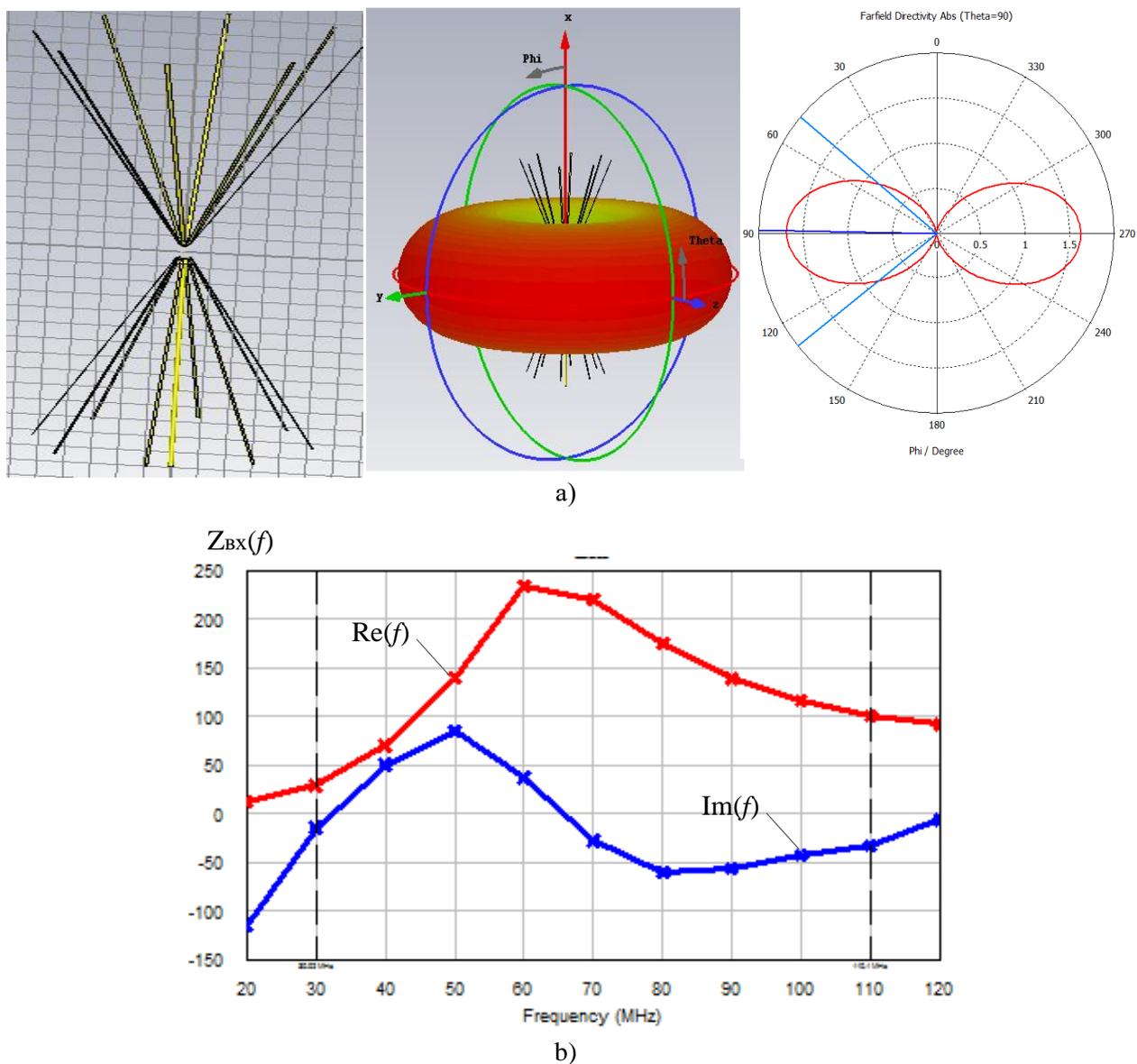


Рис. 2. Конструктивный вид биконической антенны и ее диаграмма направленности в вертикальной плоскости на частоте 60 МГц (а), а также функции реальной и мнимой частей импеданса (б)

В целом действительная часть входного импеданса лежит в пределах от 30 до 230 Ом, а мнимая – в пределах от –60 до 85 Ом, и, следовательно, возникает необходимость в использовании широкополосной согласующей цепи, понижающей действительную часть до 50 Ом – волнового сопротивления питающего фидера. Кроме того, следует отметить широкополосность рассматриваемой антенны – коэффициент перекрытия 3,6.

Для повышения эффективности работы биконической антенны предлагается использовать широкополосную согласующую цепь, синтезированную по методике структурно-параметрического синтеза согласующих цепей на основе комплексного критерия соответствия идеальному фильтру в полосе пропускания [7-9]. Результатом применения указанной методики является синтезированная широкополосная согласующая цепь, представленная на рис. 4. Также на рис. 4.b представлена частотная зависимость КСВ синтезируемой широкополосной согласующей цепи, нагруженной биконической антенной. Дополнительно, в качестве сравнения, на рисунке показана частотная зависимость КСВ антенны ШДАМ-А1.

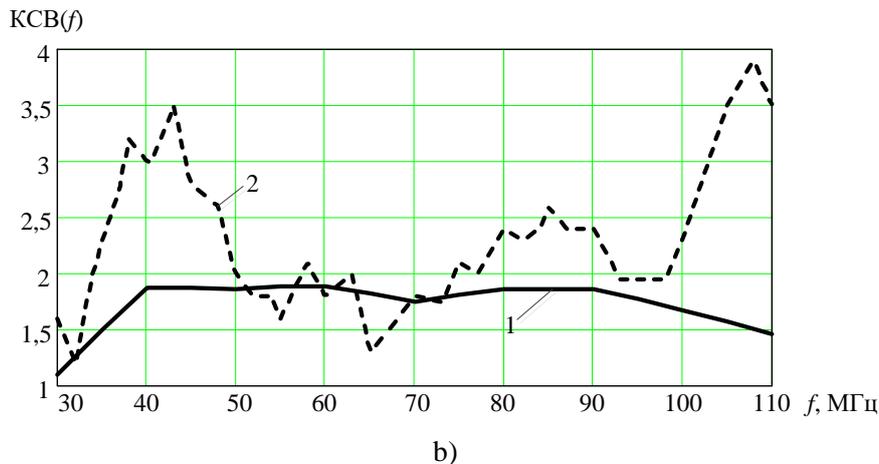
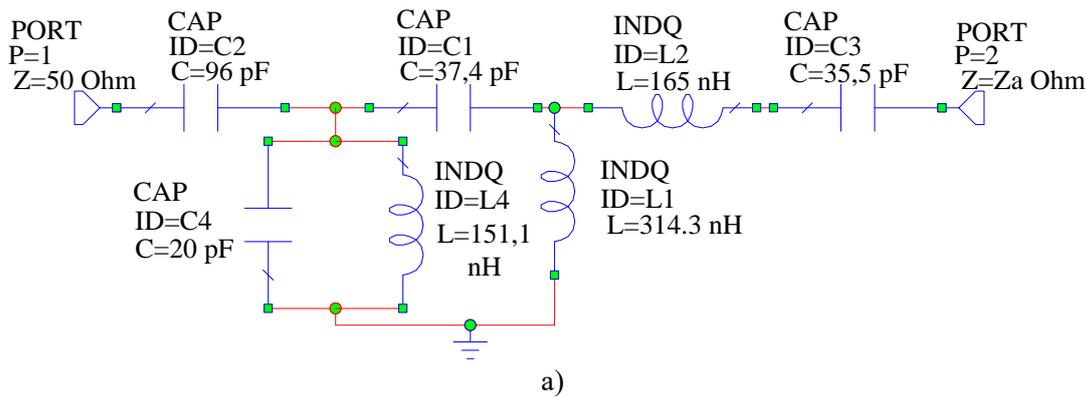


Рис. 3. Схема широкополосной согласующей цепи нагруженной биконической антенной (а) и ее частотная зависимость КСВ (b) (1), а также антенны ШДАМ-А1 (2)

Полученная частотная зависимость КСВ биконической антенны с применением широкополосной согласующей цепи пятого порядка, представленной на рис.4.а, в большей части диапазона частот (от 50 до 100 МГц) по своим свойствам схожа с частотной зависимостью КСВ антенны ШДАМ-А1. Однако, характерным отличием биконической антенны от антенны ШДАМ, является то, что вблизи нижней (30–40 МГц) и верхней граничной частоты (100–108 МГц) характеристика КСВ принимает пониженные значения.

Применение структурно-параметрического синтеза на основе комплексного критерия соответствия идеальному фильтру в полосе пропускания позволило синтезировать широкополосную согласующую цепь, обеспечивающую значение КСВ не превышающие 1,89 в заданной полосе частот. При таком коэффициенте потери мощности передаваемой в антенну, составляют 9,5. Таким образом, использование биконической антенны совместно с широкополосной согласующей цепью, синтезированной по методике, представленной в [3-5], в радиотехнических системах УКВ диапазона позволит повысить эффективность таких систем связи.

Список использованных источников

1. Средства связи и боевая экипировка [Электронный источник] <https://t-c.by/wp-content/uploads/2019/10/Katalog-TVN.pdf>.
2. [Электронный источник] <http://radiozavod.ru/ru/продукция/специального-назначения>.
3. Надточий И. Л. Н178 Базовые средства связи подвижных пунктов управления РВСН : учеб. пособие. – Кн. 1: Узлы связи подвижных пунктов управления РВСН, электроснабжение и радиостанции УКВ диапазона. – Томск : Издательский Дом ТГУ, 2014. – 246 с.
4. Измеритель комплексных коэффициентов передачи «Обзор–103» Руководство по эксплуатации РЭ 6687–028–21477812–2008. –98 с.
5. Широкополосная измерительная биконическая антенна П6-121М1 диапазон частот 30 – 300 МГц.
6. М. Н. Макурин, Н. П. Чубинский, Расчет характеристик биконической антенны методом частичных областей, Радиотехника и электроника, 2007, т. 52, №10, с. 1199–1208.
7. Коноплицкий А. С. Параметрический синтез широкополосных частотно-избирательных цепей на основе комплексного критерия соответствия идеальному фильтру в полосе пропускания. Вестник Воен. акад. Респ. Беларусь. 2019; 3: 43–53.
8. Коноплицкий А. С. Структурно-параметрический синтез многополосных согласующих цепей на основе комплексного критерия соответствия идеальному фильтру. Веснік Сувяз, 2020; 1.