

ПЕРЕДАЮЩИЕ АНТЕННЫ ДЛЯ ЗАГОРИЗОНТНЫХ РАДИОЛОКАТОРОВ

К. К. Нарбут

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. П. Кудин

Целью работы было численное исследование возможности применения синфазной вибраторной антенны (СВА) в качестве излучателя для загоризонтной радиолокационной станции. Как известно, скрытые за горизонтом цели удается наблюдать с помощью радиолокаторов декаметрового диапазона волн (10–100 м, 3–30 МГц) и не удается, как правило, наблюдать на более коротких волнах. В связи с этим СВА моделировалась и исследовалась в диапазоне частот 5–9 МГц.

Геометрия СВА полностью определяется следующими параметрами: коэффициентом подобия τ , углом при вершине α , числом вибраторов N , радиусом вибраторов a_n .

Моделирование и анализ характеристик синфазной вибраторной антенны проводились при помощи пакета программы *SAPRA*, в основе которой лежит обобщенный метод наведенных ЭДС с кусочно-синусоидальным базисом.

Модель исследуемой антенны представлена на рис. 1. Первоначальные параметры СВА $\alpha = 15^\circ$, $\tau = 0,89$, $N = 10$. Исследование СВА заключается в отыскании оптимальной по КСВ геометрии антенны. Анализ проводился по входному импедансу, КСВ и диаграммам направленности (ДН).

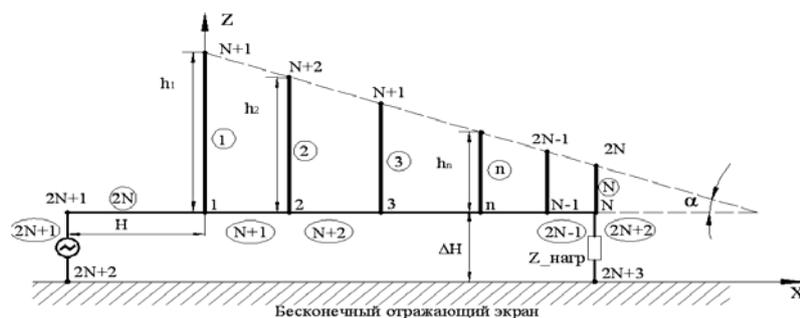


Рис. 1. Модель исследуемой СВА

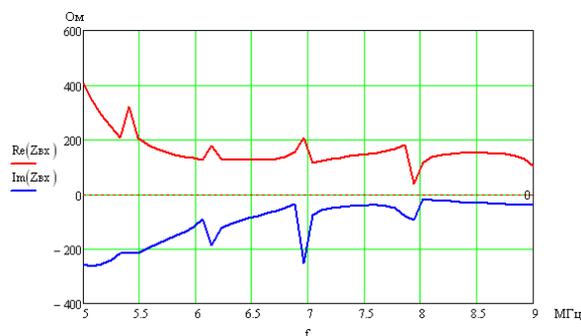


Рис. 2. График входного импеданса СВА

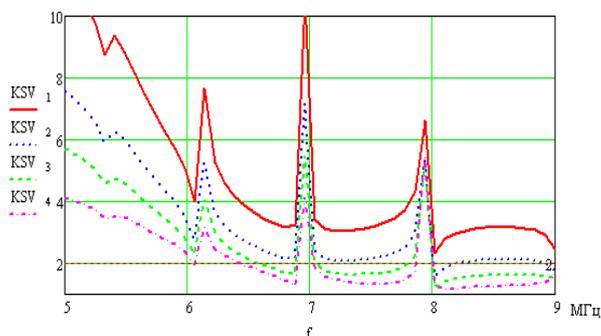


Рис. 3. Графики КСВ для различных значений входного сопротивления питающего фидера ($KSV_1 \sim 50$ Ом, $KSV_2 \sim 75$ Ом, $KSV_3 \sim 100$ Ом, $KSV_4 \sim 140$ Ом)

В результате численного анализа у СВА обнаружилось паразитные резонансные явления (рис. 2, 3). Чтобы избавиться от них, была введена поглощающая нагрузка $Z_{\text{нагр}} = 200 \text{ Ом}$.

Далее было исследовано влияние количества вибраторов на параметры антенны. Малое число вибраторов (7 и меньше) сужает полосу частот из-за больших электрических длин конечных вибраторов у вершины антенны. Большое число вибраторов (12 и более) не дает такого расширения полосы частот, как у логопериодических антенн. Оптимальное количество вибраторов – 8.

Большое влияние на входное сопротивление антенны оказывает волновое сопротивление двухпроводной линии WL . Расчеты показали, что оптимальным для выбранного числа вибраторов $N = 8$ является значение $WL = 350 \text{ Ом}$.

При увеличении угла при вершине антенны $\alpha = 20^\circ$ уменьшается общая длина антенны на 10 м и КСВ в высокочастотной области диапазона немного превышает значение $\text{КСВ} = 2$. Если одновременно с увеличением α увеличить и значение коэффициента подобия $\tau = 0,91$, то КСВ вернется в область ниже $\text{КСВ} = 2$. Но увеличение τ приводит к увеличению длины вибраторов (кроме первого) и неустойчивости ДН. При уменьшении коэффициента подобия $\tau = 0,87$ и прежнем $\alpha = 20^\circ$ характер КСВ и диаграммы направленности имеют вид, подобный предыдущему случаю. При уменьшении α до 10° общая длина антенны увеличивается до 51 м (при $\alpha = 15^\circ$ она составляла 31 м) и при τ , принимающем значения 0,87, 0,89 и 0,91, получаем небольшие изменения характеристики КСВ, а ДН также неустойчивы. Исходя из результатов исследования влияния параметров α и τ на характеристики антенны, можно сделать вывод о нестабильности ДН в полосе частот при отклонении угла при вершине СВА и коэффициента подобия от принятых первоначально.

Таким образом, в результате исследования влияния параметров антенны на ее характеристики были найдены их оптимальные величины: $N = 8$, $WL = 350 \text{ Ом}$, $\alpha = 15^\circ$, $\tau = 0,89$. Графики КСВ и ДН приведены на рис. 4–6.

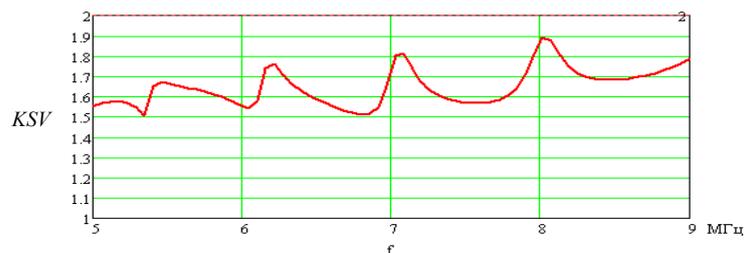


Рис. 4. КСВ СВА при $N = 8$, $WL = 350 \text{ Ом}$, $\alpha = 15^\circ$, $\tau = 0,89$

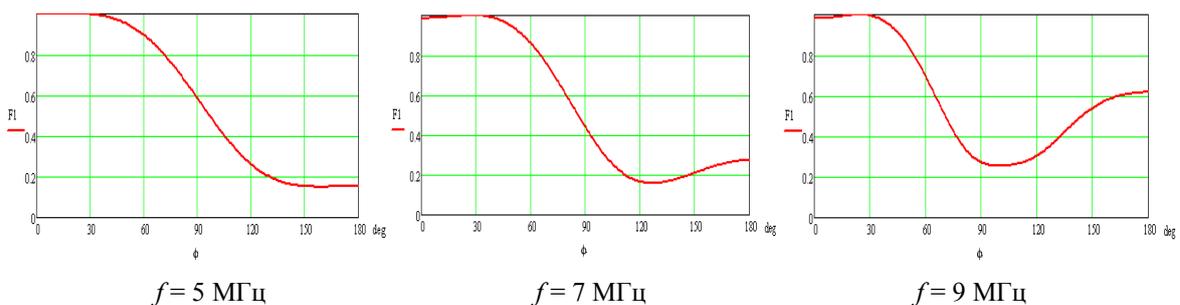


Рис. 5. Нормированные ДН в горизонтальной плоскости при $N = 8$, $WL = 350 \text{ Ом}$, $\alpha = 10^\circ$, $\tau = 0,89$

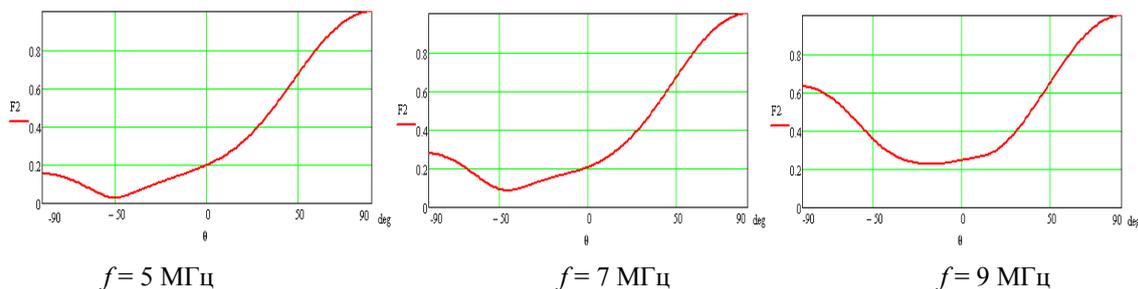


Рис. 6. Нормированные ДН в вертикальной плоскости при $N = 8$, $WL = 350 \text{ Ом}$, $\alpha = 10^\circ$, $\tau = 0,89$

Таким образом, в процессе анализа результатов вычислений было выявлено, что в отличие от обычной логопериодической антенны широкополосность СВА слабо зависит от увеличения количества вибраторов. По результатам исследования зависимости характеристик синфазной вибраторной антенны от изменения коэффициента подобия и угла у вершины была выбрана оптимальная по КСВ и виду ДН геометрия.

Антенна является широкополосной с коэффициентом перекрытия по частоте более 1,9. КСВ антенны не превышает двух.

Синфазная вибраторная антенна оптимальной геометрии является однонаправленной с низким уровнем излучения в сторону большего вибратора.

СВА может применяться в загоризонтных РЛС.

Литература

1. Марков, Г. Т. Антенны : учеб. для студентов радиотехн. специальностей вузов / Г. Т. Марков, Д. М. Сазонов. – 2-е изд., перераб. и дополн. – М. : Энергия, 1975.
2. Кэррел, Р. Расчет логопериодических вибраторных антенн / Р. Кэррел // Сверхширокополосные антенны / под ред. Л. С. Бененсона. – М. : Мир, 1964. – С. 296–319.
3. Коротковолновые антенны / Г. З. Айзенберг [и др.] ; под ред. Г. З. Айзенберг. – 2-е изд., перераб. и дополн. – М. : Радио и связь, 1985. – 536 с. : ил.
4. Верига, Б. А. Широкодиапазонные фазированные решетки из логопериодических вибраторных антенн / Б. А. Верига [и др.] // Сб. науч.-метод. работ по прикладной электродинамике. – М. : Высш. шк. – 1980. – Вып. 4. – С. 132–163.
5. Петров, Б. М. Логопериодические вибраторные антенны : учеб. пособие для вузов / Б. М. Петров, Г. И. Костромитин, Е. В. Горемыкин. – М. : Горячая линия-Телеком, 2005. – 239 с. : ил.
6. Кудин, В. П. Алгоритмизация задач возбуждения проволочных структур / В. П. Кудин, А. П. Рубан // Изв. вузов. Радиоэлектроника. – 1986. – Т. 29, № 8. – С. 10–15.
7. Антенны УКВ : в 2 ч. Ч. 1, 2 / под ред. Г. З. Айзенберга. – М. : Связь, 1977.