

НАУКА ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

**Материалы
IV международной научно-технической конференции
21-22 апреля 2015 г.**

Книга 1

**Омск
Издательство ОмГТУ
20015**

В.И. Никонов

Омский государственный технический университет, г. Омск

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ 321

И.В. Никонов

Омский государственный технический университет, г. Омск

ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТИ ГЕНЕРАТОРОВ
С УСТРОЙСТВАМИ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ
ВОЛНАХ 325

В.Е. Осипов

Омский государственный технический университет, г. Омск

О МАГНИТНОЙ ГИПОТЕЗЕ ТЕЛЕКИНЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НИНЕЛЬ КУЛАГИНОЙ 329

Н.В. Петров

Омский государственный технический университет, г. Омск

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ
НА ЛАВИННЫХ ДИОДАХ 334

Д.В. Риттер, В.П. Кисмерешкин

Омский государственный технический университет, г. Омск

ОСОБЕННОСТИ СИММЕТРИРОВАНИЯ ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКОЙ
ВИБРАТОРНОЙ АНТЕННЫ 336

Д.В. Риттер, В.П. Кисмерешкин

Омский государственный технический университет, г. Омск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВОГО СПОСОБА
ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ
МНОГОЛУЧЕВОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ
РЕШЕТКИ 340

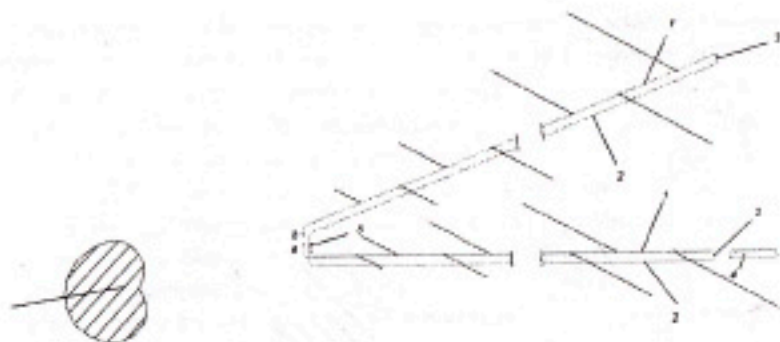


Рис. 4. Схема симметрирования с помощью дополнительных проводников

Таким образом, данный способ симметрирования позволяет решить задачу снижения веса и увеличения надежности ДЛПВА за счет меньшего количества вибраторов.

Библиографический список

1. Кэррел Р. Расчет логопериодических вибраторных антенн / Сб. Сверхширокополосные антенны, под ред. Л. С. Бененсона. – М.: Мир. – 1964. – С. 296–319.
2. Петров Б.М., Костромитин Г. И., Горемыкин Е. В. Логопериодические вибраторные антенны. – М.: Горячая линия-Телеком. – 2005. – 239 с.

УДК 621.397.67

Д.В. Риттер, В.П. Кисмерешкин

Омский государственный технический университет, г. Омск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВОГО СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ МНОГОЛУЧЕВОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

В условиях быстрого развития информационных технологий, военной промышленности и элементной базы радиоприемных систем очень важным становится вопрос об усовершенствовании приемных систем радиосигналов. В век цифровой техники использование аналоговых приемных систем становится неактуальным в таких областях как оборонная и военная промышленность.

Одной из актуальных задач является распознавание и фильтрация по направлению сигналов в различных диапазонах, в частности в КВ диапазоне, с использованием цифровой техники и методов цифровой обработки сигналов

[1]. Приемные аналоговые системы занимают огромные площади и не удовлетворяют по быстродействию нынешним реалиям. Применение цифровой техники и методов обработки позволяет оптимизировать приемные комплексы, ускорить их работу и обеспечить возможность адаптивного приема сигналов [2].

В данной работе предлагается алгоритм цифрового формирования диаграммы направленности кольцевой фазированной антенной решетки для СВ диапазона.

Рассмотрим механизм цифрового формирования диаграммы направленности многолучевой кольцевой фазированной антенной решетки, представленный на рисунке 1.

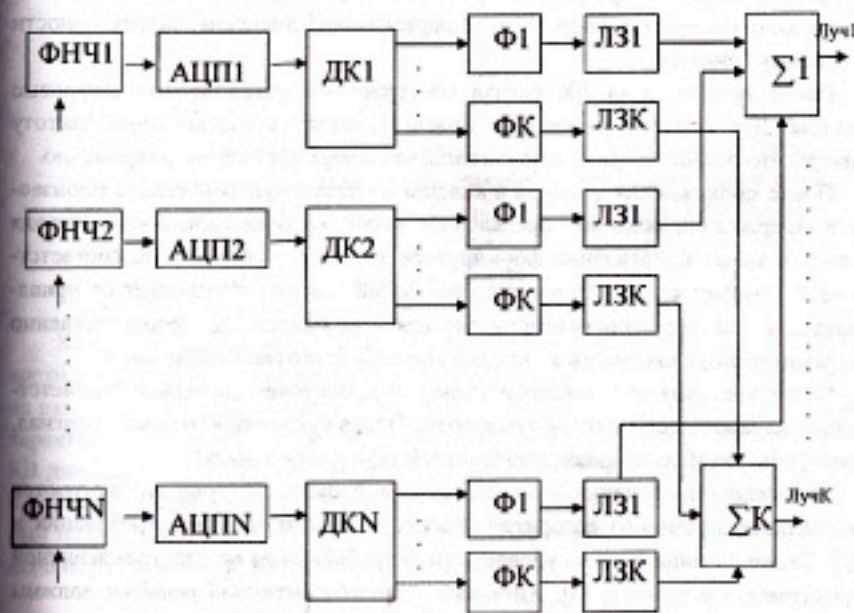


Рис. 1. Блок-схема цифрового формирования диаграммы направленности антенной решетки

Сигналы с антенных элементов антенной решетки поступают на соответствующие им ФНЧ, которые ограничивают диапазон частот, попадающих непосредственно в устройство образования ДН. Далее сигнал оцифровывается с помощью АЦП. Частота дискретизации сигнала в АЦП выбирается с учетом теоремы Котельникова независимо от того, на каких частотах СВ диапазона проводится работа. Динамический диапазон АЦП по нелинейным искажениям должен составлять 90–100 дБ. Разрядность АЦП выбирается равной 16. После

оцифровки сигнал поступает на делитель каналов ДК. Данное устройство позволяет разбить сигнал, принимаемый каждым антенным элементом на K идентичных сигналов, отличающихся амплитудой. Амплитуда сигнала прошедшего ДК будет меньше исходной в K раз. Соответственно, для каждого антенного элемента теперь имеется не один сигнал, а K сигналов. Данное деление сигналов позволяет сформировать K диаграмм направленности одновременно для одной кольцевой решетки. Это значит, что, используя такой подход к формированию диаграммы направленности, появляется возможность принимать сигналы с нескольких направлений одновременно абсолютно независимо. Учитывая, что данный способ подразумевает работу с цифровым сигналом, появляется возможность быстрого и оперативного перестроения диаграмм направленности по каждому каналу.

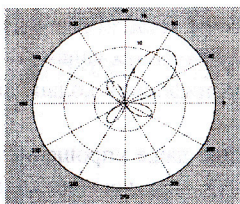
После прохождения ДК сигнал поступает на узкополосные цифровые фильтры. Для каждого из каналов можно установить соответствующую частоту фильтра, что позволит принимать сигналы на разных частотах одновременно.

После прохождения фильтра в каждом соответствующем канале производится задержка сигналов на определенное время, которое вычисляется исходя из того, в каком направлении формируется луч антенной решетки, соответствующий данному каналу. Использование линий задержки позволяет не привязываться к частоте принимаемого сигнала, следовательно, непосредственно диаграммообразующая часть алгоритма является частотно независимой.

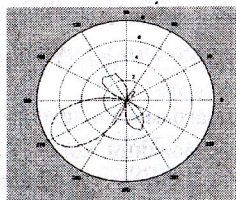
После внесения определенных временных задержек сигналы с соответствующих каналов поступают на сумматоры. После сумматора мы имеем сигнал, отфильтрованный по направлению (соответствующему каналу).

Определим требования к используемым блокам, которые используются для реализации данного алгоритма. Выше уже были описаны требования к АЦП. Также антенна должна удовлетворять требованиям по электромагнитной совместимости с трактом [3]. Антенные элементы антенной решетки должны быть по возможности всенаправленными в обеих плоскостях и иметь минимальный угол отжатия. Это достигается путем внесения в конструкцию антенной решетки противовеса, который располагается под антенными элементами. Ввиду того, что сигнал является оцифрованным, соответственно он определен только в определенные моменты времени. По этой причине время задержек сигналов на антенных элементах будет дискретно. Ввиду округления, которое применяется для достижения дискретных значений времени, возникает некоторая ошибка задержек по времени.

В соответствии с перечисленными выше требованиями была построена модель в среде разработки MatLab Simulink. С использованием данной модели были получены диаграммы направленности, изображенные на рисунке 2.



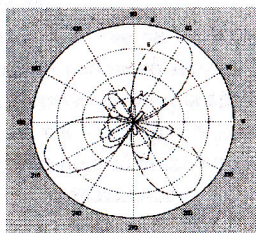
$F = 3 \text{ МГц}$
 $F_d = 100 \text{ МГц}$
 $R = 50 \text{ м}$
 $D = 45^\circ$



$F = 20 \text{ МГц}$
 $F_d = 100 \text{ МГц}$
 $R = 7 \text{ м}$
 $D = 210^\circ$

Рис. 2. Диаграммы направленности кольцевой антенной решетки, полученные с помощью цифрового способа формирования диаграммы направленности, где F – частота принимаемого сигнала, F_d – частота дискретизации, R – радиус кольцевой решетки, D – угол, на который настроен канал

Как видно из рисунка 2 модель позволяет получать диаграммы направленности различного направления. Причем, прием с разных направлений ведется на различных частотах. Но следует обратить внимание на параметр R , который характеризует физические размеры антенной решетки. Для различных частот КВ диапазона этот параметр может быть различным. Это приводит к тому, что с помощью однокольцевой антенной решетки можно перекрыть лишь некоторый поддиапазон КВ. Для перекрытия всего КВ диапазона необходимо видимо использовать многокольцевую антенную решетку.



$F = 30 \text{ МГц}$
 $F_d = 100 \text{ МГц}$
 $R = 5 \text{ м}$
 $D_1 = 60^\circ$
 $D_2 = 210^\circ$
 $D_3 = 315^\circ$

Рис. 2. Диаграмма направленности многолучевой кольцевой антенной решетки, полученные с помощью цифрового способа формирования диаграммы направленности

Кроме того, с помощью разработанной модели были получены диаграммы направленности для случая приема по нескольким каналам. На рисунке 3 представлены диаграммы для трехканальной цифровой кольцевой антенной решетки.

Таким образом, рассмотренный выше даже упрощенный алгоритм формирования диаграммы направленности позволяет достичь качественно более высоких показателей:

- осуществлять прием сигналов с нескольких направлений одновременно;
- уйти от громоздких аналоговых устройств к компактным и мобильным цифровым устройствам;
- увеличить скорость перестройки диаграммы направленности антенны;
- при соответствующем усовершенствовании конструкции антенной решетки реализовать прием сигналов на всех частотах КВ диапазона;
- в полной мере использовать возможности ФАР для адаптивного приема сигналов.

Библиографический список

1. А.Б. Сергиенко «Цифровая обработка сигналов». – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
2. Д.И. Воскресенский, А.И. Канашенков, Активные фазированные антенные решетки. – М.: Радиотехника, 2004. – 488 с.
3. Д.М. Сазонов «Антенны и устройства СВЧ» М.: Высшая школа, 1988. – 432 с.