

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ НАПРАВЛЕННОГО ПРИЕМА РАДИОСИГНАЛОВ КВ ДИАПАЗОНА СИСТЕМАМИ ПАССИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Дубровин А. В., ЗАО «РАДИЙ ТН», info@radiytn.ru

Рассмотрена разработанная в ЗАО «РАДИЙ ТН» фазированная антенная решетка для системы пеленгования (местоопределения) излучателей КВ диапазона. Проведён анализ ее использования в области обнаружения и радиоприёма слабых сигналов. Представлены результаты наблюдений различных излучателей. Приведены сравнительные характеристики разработанной в ЗАО «РАДИЙ ТН» системы приёма/пеленгования КВ сигналов с аналогичной системой, построенной на базе антенны ЗБС-2.

1. Введение

В средствах пеленгования и местоопределения (МО), использующих фазовую информацию о сигнале, принимаемом в разнесенных точках пространства, одним из основополагающих компонентов является многоканальная антенно-фидерная система (АФС) с высокими параметрами по чувствительности, линейности и динамическому диапазону.

Применение АФС совместно с диаграммообразующим устройством (ДОУ) позволяет создать фазированную антенную решетку (ФАР) и обеспечить направленный радиоприем от источника радиоизлучения (ИРИ).

Подобное свойство оказываются чрезвычайно полезными при создании радиоприёмных центров. Используя практически одинаковый набор аппаратуры, можно создать как средство пеленгования, так и устройство направленного радиоприёма слабых сигналов. В предлагаемой к рассмотрению работе рассматривается изделие, совмещающее в себе пеленгатор и радиоприёмный центр КВ диапазона.

В представленной работе проводится анализ результатов эксперимента, в котором сравниваются качество приёма сигнала на антенну ЗБС-2 [1] и фазированную 16-ти элементную АФС КВ диапазона (РДС-16К) [2].

2. Краткое описание двух антенных систем.

На рис. 1 представлены структурные схемы двух комплексов, основу которых составляют АФС РДС-16К и антенна ЗБС-2.

АФС РДС-16К предназначена для создания антенных полей пеленгаторных пунктов и радиоприёмных центров. Она применяется совместно с многоканальным радиоприёмным устройством (РПУ), обеспечивающим синфазный прием и усиление сигналов в диапазоне 1,5-30,0 МГц, для расчета углов прихода радиоволны в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Совместно с диаграммообразующим устройством (ДОУ) АФС обеспечивает направленный радиоприем сигналов источников радиоизлучений (ИРИ).

Особенности АФС:

- для развертывания АФС не требуется специально выделенной и оборудованной площадки;
- топология АФС не имеет жесткой конфигурации и может адаптироваться под различные условия развертывания;
- антенные элементы АФС имеют малые габариты и вес, складная конструкция мачты облегчает условия транспортировки;
- установка антенных элементов не требует больших временных затрат;
- повышенная ветроустойчивость, возможность работы в температурных режимах $\pm 50^{\circ}\text{C}$, в любых метеоусловиях (дождь, снег, гололед и пр.).

В состав АФС, участвующей в эксперименте (топология размещения представлена на рис. 2, полярные координаты – в таб. 1), входит 16 активных антенных элементов (АЭ) РДС-2К [1], имеющих следующие характеристики:

- | | |
|--|--------------------|
| - рабочий диапазон частот | 1,5 ... 30,0 МГц, |
| - диаграмма направленности АЭ | круговая, |
| - поляризация | вертикальная, |
| - чувствительность по полю в полосе 1 кГц | не хуже 1 мкВ/м, |
| - граничные частоты полосы пропускания по уровню 3 дБ | 0,9 МГц – 140 МГц, |
| - динамический диапазон антенного усилителя относительно входного сигнала 0 дБ/мкВ по интермодуляционной составляющей: | |
| - 2-го порядка | 92 дБ, |
| - 3-го порядка | 94 дБ, |
| - габаритные размеры АЭ: | |



Рис. 1а. Комплекс приёма/пеленгования с АФС РДС-16К (АРМ-автоматизированное рабочее место, ЦОС – цифровая обработка сигналов, АФТ - антенно-фидерный тракт, РПУ – радиоприёмное устройство).

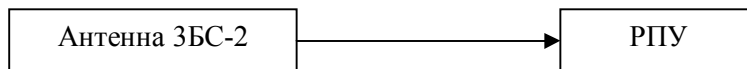


Рис.1б. Приёмный комплекс с антенной ЗБС-2.

Для синфазного сложения сигналов с выбранного направления используется ДОУ со следующими параметрами

- волновое сопротивление 50 Ом,
- рабочий диапазон частот 1,5...30,0 МГц,
- количество каналов 16,
- диапазон сдвига фазы в канале 0 - 360°,
- потребляемый ток 10 мА
- вес 2.5 кг,
- габариты 483мм × 23 мм × 270 мм.

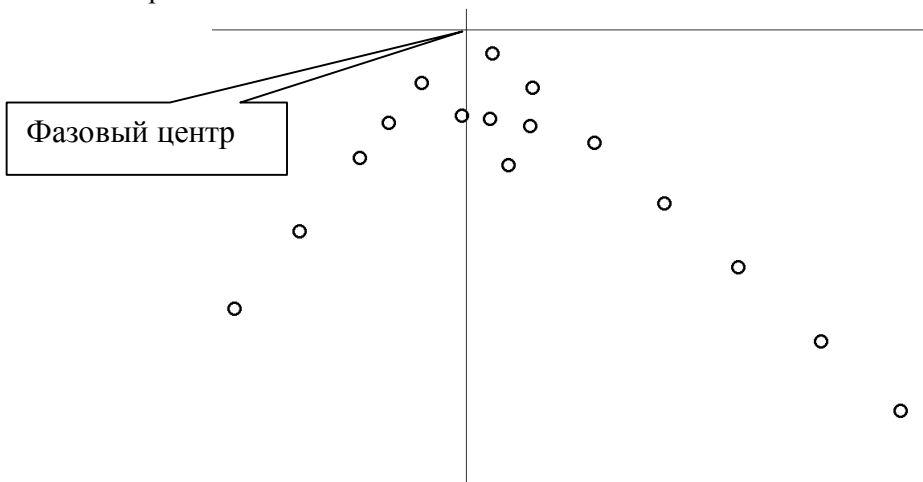


Рис.2. Расположение АЭ относительно фазового центра АФС РДС-16К.

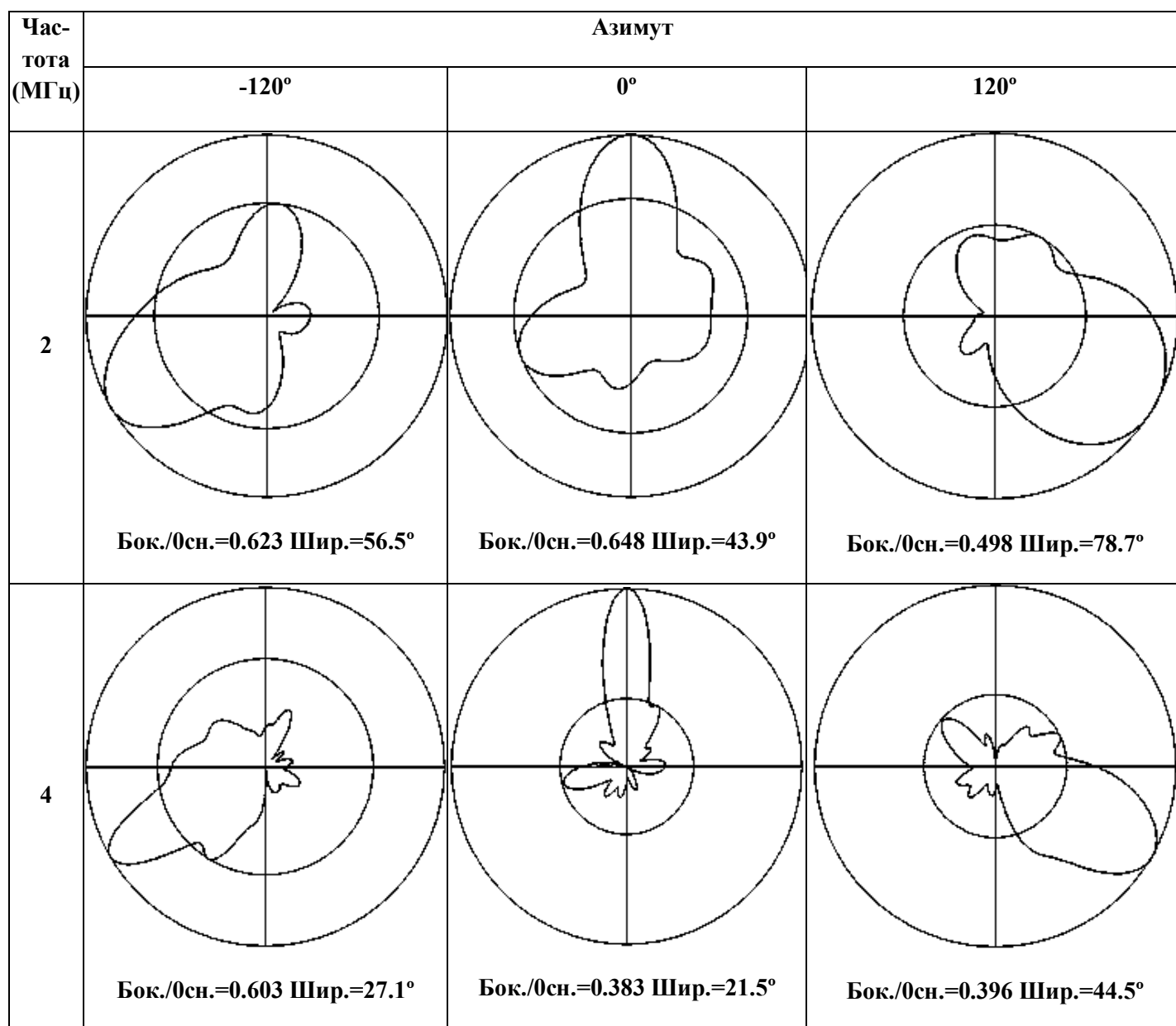
ДОУ обеспечивает управляемый сдвиг фазы сигнала от каждого антенного элемента на 0...360° в диапазоне частот 1,5...30,0 МГц, что обеспечивает ориентацию главного лепестка диаграммы направленности АФС

для обеспечения направленного приема в заданном направлении в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Кроме того ДОУ позволяет устанавливать подавление в диапазоне 0...63 дБ в каждом канале отдельно и отключать любые каналы. Параметры диаграммы направленности АФС зависят от количества АЭ, их взаимного расположения на местности, частоты принимаемого сигнала и направления его прихода.

Таблица 1. Полярные координаты АЭ относительно фазового центра АФС.

№ элемента	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Азимут (°)	131.5	131.5	131.3	131.5	131.6	219.4	219.4	219.4	219.3	219.3	132.0	131.4	164.9	182.4	162.7	146.4
Удаление (м)	176.5	144.2	110.2	80.5	52.4	110.8	79.9	50.9	37.1	21.1	11.0	27.0	28.4	26.5	43.5	35.5

На рис.3 приведены диаграммы направленностей для трёх направлений.



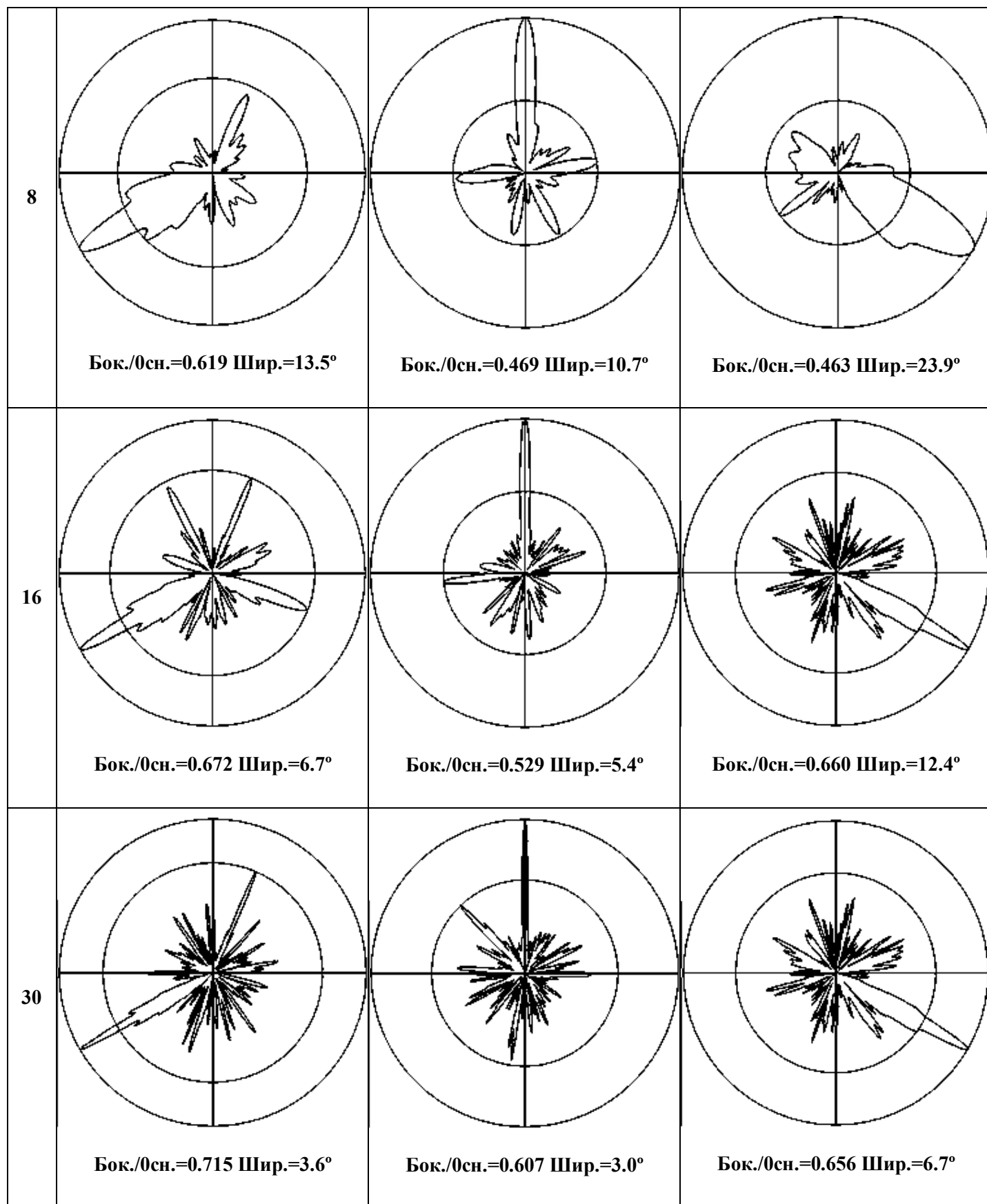


Рис. 3. Диаграммы направленностей для различных частот и направлений.
 Бок./Осн. – отношение уровня максимального бокового лепестка к максимальному (основному), Шир. - ширина основного лепестка по уровню -3дБ.

3. Экспериментальные исследования

Для анализа чувствительности разработанного 16-ти канального АФТ КВ диапазона и оценки возможности по обнаружению и приему слабых сигналов был проведен следующий эксперимент. На полигоне ЗАО «РАДИЙ ТН» (г. Москва, р-н Солнцево) развернут комплекс, структурная схема которого представлена на рис. 1, а взаимное расположение АЭ – на рис.2.

В качестве реперных излучателей использовались радиопередатчики мощностью от 40 до 250 Вт на дальностях около 6000 км.

По выданной частоте связи, времени начала сеанса и направления на ИРИ должен был устанавливаться факт принятия сигнала, уровень сигнала в точке приема, а также произведен слуховой контроль качества приема сигнала путём экспертной оценки пятью независимыми специалистами.

Числовые характеристики результатов работы 16-ти канального АФТ КВ диапазона представлены в таблице 2.

Таблица 2.

№	Частота связи	Уровень сигнала	Время обнаружения	Азимут на ИРИ	Угол места	Тип сигнала
1	102710 9090	1-2 1	12.00	105	20	АТ
2	10710 12125	1-2 3-4	12.30	105	22	АТ
3	15980 14340	2-3 3	12.45	50	22	АТ
4	15630 13910	Помеха 4-3	13.00	62	20	АТ
5	13380 14830	1-2 1-2	13.15	62	22	АТ

Оценка результатов проводилась на стационарном пункте радиоприёма на базе антенны ЗБС-2, расположенном на удалении ~ 50 км от ЗАО «РАДИЙ ТН».

По результатам экспертной оценки качество приема на стационарном пункте на 1-2 балла превосходило результаты, полученные 16-ти канальным АФТ КВ диапазона.

Проведённый эксперимент показал:

1. 16-ти канальный АФТ, состоящий из 16-ти элементной АФС КВ диапазона (РДС-16К) и диаграммообразующего устройства (ДОУ-50К-16/1), разработанных в ЗАО «РАДИЙ ТН», позволил обеспечить радиоприем слабых сигналов мощности от 40 до 250 Вт на дальности, равной примерно 6000 км.

2. Улучшить чувствительность приёма слабых радиосигналов по отношению к ЗБС-2 можно за счёт увеличения количества антенных элементов в составе АФС (например, до 32).

3. АФС на базе антенного элемента (РДС-16К) по отношению к АФТ на базе ЗБС-2 имеет целый ряд преимуществ, а именно:

- большую мобильность и удобство в развёртывании (как следствие в обслуживании);
- произвольный выбор направления приёма сигнала;
- меньшую критичность к площадке развёртывания.

Литература

1. Гавеля Н.П., Истрашкин А.Д., Муравьев Ю.К., Серков В.П. Антенны. Ч.1 / Под ред. Ю.К. Муравьева. – Л.: ВКАС, 1963.
2. Дубровин Н.А. Применение высокочувствительных активных антенн в комплексах пеленгования КВ диапазона. – Антенны, 2008, вып. 3(130), с. 21-25.