

5. Гершман А. Б., Ермолаев В. Т., Флакман А. Г. // Изв. вузов. Радиофизика. 1988. Т. 31. № 11. С. 1374.
 6. Кейпон Дж. // ТИИЭР. 1969. Т. 57. № 8. С. 69.
 7. Гершман А. Б., Ермолаев В. Т., Флакман А. Г. // Изв. вузов. Радиофизика. 1988. Т. 31. № 8. С. 941.
 8. Гершман А. Б., Ермолаев В. Т. // Радиотехника. 1988. № 11. С. 39.

Научно-исследовательский радиофизический институт

Поступила в редакцию
19 мая 1988 г.

УДК 551.501:629.195.1

ПОДАВЛЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ЛЕПЕСТКА КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ДИАГРАММЫ АНТЕННЫ ТИПА КРЕСТ МИЛЛСА

Д. В. Шанников

В работе [1] была рассмотрена возможность использования корреляционной антенны типа крест Миллса для исследования распределения радиояркой температуры поверхности Земли. Такая антенна обеспечивает высокую угловую разрешающую способность при малой суммарной площади апертуры антенны. Особенностью корреляционных антенн является наличие протяженного отрицательного бокового лепестка в их диаграмме направленности. Это приводит к ограничению применимости таких антенн из-за невозможности прямого определения абсолютных значений радиояркости. Известными способами преодоления этого ограничения являются либо применение отдельной аддитивной антенны, либо периодическое использование аддитивного режима для одного из плеч креста [2, 3].

В системах дистанционного зондирования желательно использовать более простые способы. К одному из них относится добавление части принятого сигнала одним плечом к сигналу другого плеча непосредственно в высокочастотной части антенны.

1. *Основные соотношения.* Рассмотрим антенную систему, состоящую из двух пересекающихся линейных антенн, одна из которых сплошная, а вторая имеет разрыв (рис. 1). Часть сигнала, принятого сплошной антенной A_1 , в соответствующей фазе добавляется к сигналу антенны A_2 , компенсируя тем самым наличие разрыва в ней. Таким образом, антенна A_1 играет роль как основной антенны креста, так и дополнительной аддитивной антенны.

В исследуемой антенне корреляционная диаграмма образуется следующим образом. Сигналы на выходах антенн A_1 и A_2 соответственно равны

$$u_1 = \sqrt{S_1} F_{1\alpha}(\alpha) F_{1\beta}(\beta), \quad u_2 = \sqrt{S_2} F_{2\alpha}(\alpha) F_{2\beta}(\beta) + a \sqrt{S_1} F_{1\alpha}(\alpha) F_{1\beta}(\beta), \quad (1)$$

где $F_{1\alpha}(\alpha)$, $F_{1\beta}(\beta)$, $F_{2\alpha}(\alpha)$, $F_{2\beta}(\beta)$ — диаграммы первой и второй антенн во взаимно-перпендикулярных плоскостях, a — доля сигнала, ответвляемая от первой антенны в тракт второй, S_1 и S_2 — эффективные площади антенн.

В крестообразной антенне фазовые центры антенн совпадают. Это приводит к простому выражению для произведения сигналов u_1 и u_2 , которое определяет корреляционную диаграмму

$$u = 2\sqrt{S_1 S_2} F_{1\alpha}(\alpha) F_{1\beta}(\beta) [F_{2\alpha}(\alpha) F_{2\beta}(\beta) + \xi F_{1\alpha}(\alpha) F_{1\beta}(\beta)], \quad \xi = a \sqrt{S_1 / S_2}. \quad (2)$$

Диаграмму второй антенны можно представить как разность диаграмм сплошной апертуры и разрыва:

$$F_{2\alpha}(\alpha) F_{2\beta}(\beta) = F_{2\alpha}(\alpha) [F_{2\beta}^I(\beta) - \gamma F_{2\beta}^{II}(\beta)], \quad (3)$$

коэффициент γ определяется величиной разрыва.

Таким образом, корреляционная диаграмма состоит из двух слагаемых:

$$u = 2\sqrt{S_1 S_2} F_{1\alpha}(\alpha) F_{1\beta}(\beta) F_{2\alpha}(\alpha) F_{2\beta}^I(\beta) + \quad (4)$$

$$+ 2\xi \sqrt{S_1 S_2} F_{1\alpha}(\alpha) F_{1\beta}(\beta) \left[F_{1\alpha}(\alpha) F_{1\beta}(\beta) - \frac{\gamma}{\xi} F_{2\alpha}(\alpha) F_{2\beta}^{II}(\beta) \right],$$

где первое соответствует идеальной диаграмме крестообразной антенны, а второе представляет собой добавку, которую подбором γ/ξ можно минимизировать.

Учитывая возможность получения малого уровня боковых лепестков для сплошного полотна (диаграмма $F_{1\alpha}(\alpha)$) и практическое совпадение диаграмм $F_{1\beta}(\beta)$,

и $F_{2\beta}^{II}(\beta)$, можно потребовать, чтобы

$$\int_0^\pi \left(F_{1\alpha}(\alpha) - \frac{\gamma}{\xi} F_{2\alpha}(\alpha) \right) F_{1\alpha}(\alpha) d\alpha = 0, \quad (5)$$

что дает минимизацию вклада второго слагаемого корреляционной диаграммы в антенную температуру. Неточность компенсации связана с возможным различием диаграмм $F_{1\beta}^{II}(\beta)$ и $F_{2\beta}^{II}(\beta)$, которое приводит к разной степени компенсации при разных углах β . Однако, как показал эксперимент, эта неточность невелика.

Если аппроксимировать главный максимум диаграммы $F_{1\alpha}(\alpha)$ косинусом, а $F_{2\alpha}(\alpha)$ считать медленно меняющейся функцией, то γ/ξ окажется равным примерно $\pi/4$. Величина γ , как уже говорилось, определяется величиной разрыва, т. е. фактически отношением ширины к длине плеча антенны. Например, если отношение равно 15, то $\xi \cong 0,1$ или -20 дБ. При использовании схемы построения антенны, изображенной на рис. 1, на каждый ответвитель приходится -10 дБ. Таким образом, рассмотренная схема компенсации имеет эффективность 90%.

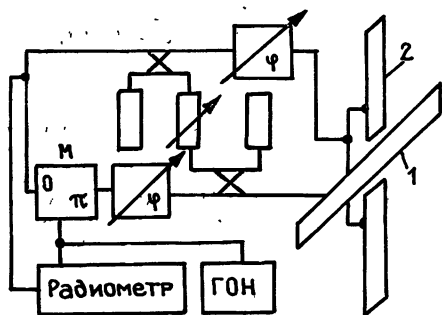


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

тационных диодах. Радиометрический приемник имел чувствительность порядка 0,5 К на секунду. На рис. 2 приведены диаграммы плеч антенны с компенсацией и без нее. Наблюдается формирование знакопеременных боковых лепестков вместо отрицательного протяженного лепестка.

1- без компенсации
2- с компенсацией

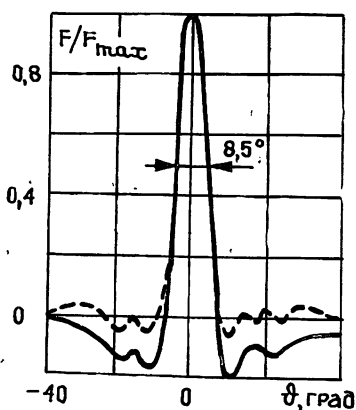


Рис. 2. Корреляционная диаграмма направленности.

Рассматриваемая радиометрическая система была использована для исследования углового распределения радиояркости вблизи горизонта. Для сравнения проводились измерения при помощи маломощнейшей рупорно-линзовой антенны, поперечные размеры которой совпадали с размерами крестообразной антенны. Эти измерения выполнялись с шагом 2° по углу места. Некоторые из результатов приведены на рис. 3. Наблюдаемые перепады радиояркостной температуры связаны с наличием строений и других местных предметов. Для других углов места совпадение результатов, полученных при помощи двух использованных систем, были не хуже, чем для приведенных на рисунке.

Таким образом, эксперимент подтвердил эффективность использования компенсации отрицательного бокового лепестка в высокочастотном тракте корреляционной антенны при наличии любых перепадов радиояркостной температуры на исследуемой поверхности.

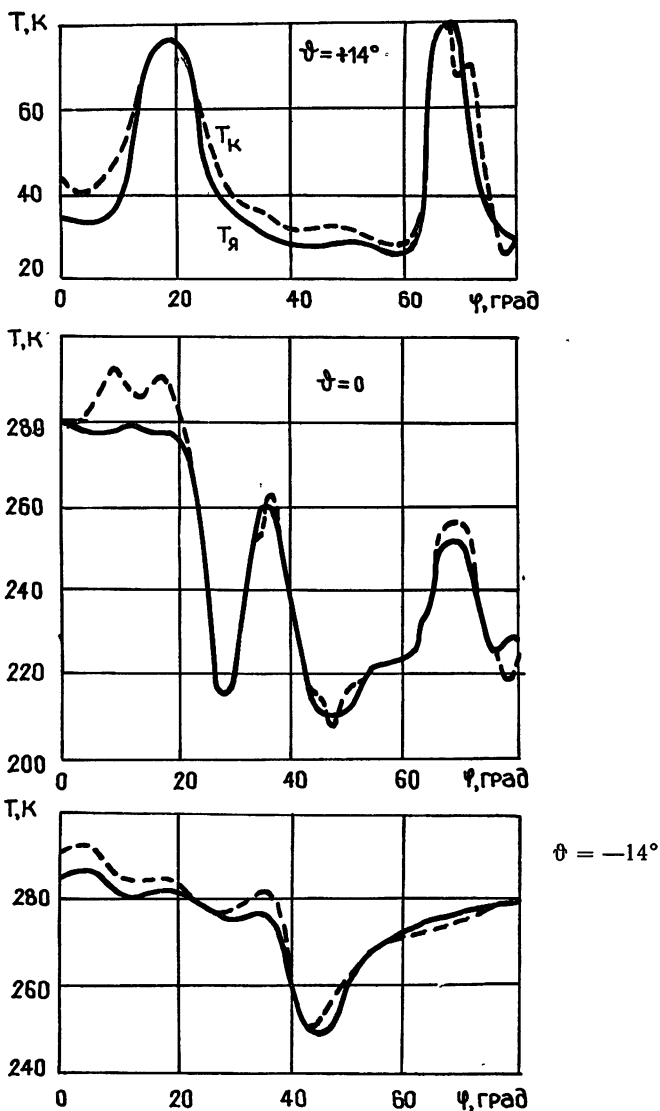


Рис. 3. Зависимость радиояркостной температуры $T_{я}$ и нормированной корреляционной температуры $T_{к}$ от азимутального угла ψ и угла места ϕ .

ЛИТЕРАТУРА

1. Шанников Д. В. // Изв. вузов. Радиофизика. 1986. Т. 29. № 8. С. 966.
2. Mills B. Y., Little A. G. // Australian J. Phys. 1953. V. 6. P. 272.
3. Христиансен У. Н., Хекбом И. А. Радиотелескопы. — М.: Мир, 1972. — 238 с.

Ленинградский политехнический институт

Поступила в редакцию
18 мая 1988 г.

УДК 621.373.12.532

СТОХАСТИЧЕСКАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ В ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ С ДИОДАМИ ГАННА

И. Н. Антонов, Ю. В. Дятлов, В. А. Пурьинзин

В физическом эксперименте на примере принципиально диссипативных динамических систем, автогенераторах с диодами Ганна в качестве активного элемента, исследу-