

6. Sleight A. W., Foris C. M., Licis M. S. «Inorg. Chem.», 1972, 11, 1157.  
 7. Лебедев Р. А., Ламыкин Е. В., Лебедев В. А., Бабешкин А. М., Несмеянов А. Н. «Вестн. Моск. ун-та. Химия», 1970, № 4, 475.

Поступила в редакцию  
 8.7 1977 г.  
 НИИЯФ

УДК 534.874

**Н. С. Виноградов**  
**Ф. В. Рожин**  
**О. С. Тонаканов**

**КОРРЕЛЯЦИЯ ДОННОЙ  
 РЕВЕРБЕРАЦИИ НА ДИПОЛЬНЫХ  
 ПРИЕМНИКАХ ПРИ ОДНОМ СЛУЧАЕ  
 ИЗЛУЧЕНИЯ ТОНАЛЬНОГО ИМПУЛЬСА**

Теоретические данные о пространственных корреляционных свойствах донной реверберации при использовании дипольных приемников и тональном импульсном излучении для случая равномерного излучения в секторе содержатся в работе [1], а для излучения дискретной эквидистантной линейной антенной, содержащей шесть излучателей, в работе [2]. В работе [1] предполагается, что вне заданного сектора излучение отсутствует. Однако можно допустить, что вне сектора излучения, ограниченного углами  $\pm\psi$ , имеется некоторый постоянный уровень бокового излучения, не зависящий от углов в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Теоретически такая диаграмма излучения может быть задана следующим образом:

$$R(\varphi) = \begin{cases} 1 & \text{при } \psi \geq \varphi \geq -\psi \\ 0 \leq \alpha \leq 1 & \text{при } \psi < \varphi < -\psi, \end{cases}$$

т. е. диаграмма направленности излучения изменяется в пределах от заданной в работе [1] до ненаправленного излучения при  $\alpha=1$ . Фазовые соотношения между излучением в основном секторе и вне его считаются случайными. Все предположения относительно свойств рассеивателей аналогичны принятым в работах [1 и 2].

Ориентация приемных диполей принята, как в работах [1] и [2], и кратко может быть описана следующим образом.

1. Максимум диаграммы направленности одного из диполей совпадает с осью основного (полезного) излучения, а другой поворачивается относительно первого на угол  $\varphi_0$  в горизонтальной плоскости ( $\rho_1$ ).

2. Приемники ориентированы максимумами в горизонтальной плоскости и поворачиваются в этой плоскости в разные стороны относительно оси излучения на одинаковый угол  $\varphi_0$  ( $\rho_2$ ).

3. Два ортогональных диполя синхронно поворачиваются в одну сторону относительно оси излучения в горизонтальной плоскости ( $\rho_3$ ).

Для вычисления на ЭВМ была модернизирована программа, использовавшаяся в работе [1], с учетом бокового излучения. Для всех перечисленных случаев был задан сектор основного излучения  $\pm 30^\circ$  и теоретически изучены корреляционные функции при приеме на два диполя как в зависимости от удаления их друг от друга, так и в функции углов разворота  $\varphi_0$  при угле облучения дна  $\theta=60^\circ$ . Очевидно, что для предельных случаев  $\alpha=0$  и  $\alpha=1$  получены зависимости, приведенные в работах [1] и [2] соответственно для чисто секторного излучения и для ненаправленного излучения. В функции волнового параметра  $kd$

появляется зависимость от уровня бокового излучения, который влияет как на амплитуду осцилляций при измерении  $kd$ , так и на положение первых нулей функции корреляции.

В качестве примера для двух первых случаев ориентации диполей относительно друг друга и оси излучения на рис. 1 и 2 показана зависимость коэффициента корреляции при  $kd=0$  от уровня бокового излучения для различных углов разворота  $\varphi_0$ . (На рис. 1: 1—0, 2—20, 3—40, 4—45, 5—60 и 6—80°; на рис. 2 те же обозначения, кривая 7=90°.) Для  $\rho_1$  ясно, что при  $\varphi_0=0$   $\rho_1=1$  при любом уровне помех, так как имеем совмещенные диполи с одинаковой ориентацией, а при

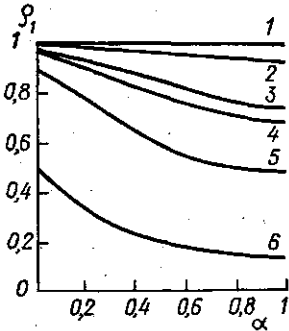


Рис. 1

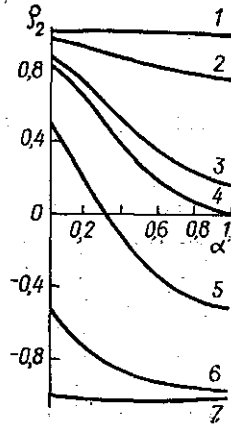


Рис. 2

$\varphi_0=90^\circ$  (ортогональные диполи)  $\rho_1=0$ , так как ортогональная пара диполей оказывается помехозащищенной при корреляционном приеме при любом уровне бокового излучения и ориентации одного из диполей по оси излучения [1]. Для  $\rho_2$  и  $\varphi_0=0$  имеем аналогичную картину, как и для  $\rho_1$ , а при  $\varphi_0=90^\circ$ , диполи развернуты в разные стороны и пространственно совмещены, поэтому при приеме сигнала из какой-либо точки пространства знаки фаз сигналов на выходах диполей будут различными, а следовательно, и  $\rho_2=-1$ . При  $\varphi_0=45^\circ$  значения  $\rho_2$  соответствуют ортогональной паре диполей, расположенной симметрично относительно оси излучения, и при  $\alpha=1$  (ненаправленное излучение)  $\rho_2=0$  [1, 2].

Поведение функций корреляции при совмещенных диполях, когда  $kd=0$ , наиболее интересно для практики, поскольку известны многоканальные дипольные приемники с ортогональными парами. Существуют также и методы разворота диаграмм направленности диполей электрическим путем [3].

Теоретические зависимости коэффициентов корреляции при  $kd=0$  для трех указанных вариантов вращения диполей показаны в функции угла  $\varphi_0$  на рис. 3—5 для различных соотношений между основным излучением в заданном секторе и боковым излучением. На рисунках указаны отношения амплитуд бокового излучения к основному в пределах сектора  $\pm\psi$ , принятому за 1.

На рис. 3 (1—0; 2—0,2; 3—0,4; 4—0,6 и 5—1) приведены зависимости коэффициентов корреляции реверберационной помехи при различном уровне бокового излучения, когда один диполь ориентирован по оси излучения, а другой поворачивается относительно первого на угол  $\varphi_0$ .

На рис. 4 (1—0; 2—0,2; 3—0,4; 4—0,6; 5—0,8 и 6—1) дана аналогичная зависимость для случая, когда оба диполя разворачиваются на одинаковый угол  $\varphi_0$  в разные стороны относительно оси излучения.

На рис. 5 (1—0; 2—0,2; 3—0,4; 4—0,6 и 5—0,8) эта зависимость дана для ортогональной пары диполей в горизонтальной плоскости при вращении ее от начального положения, когда один из диполей направлен по оси излучения, до того момента, пока максимум диаграммы направленности другого совпадает с осью излучения. Очевидно, что картина получается симметричной относительно угла  $\varphi_0=45^\circ$ .

При сравнении полученных зависимостей с данными для шестиэлементной дискретной антенны [2] оказывается, что при близких значениях ширины основного лепестка

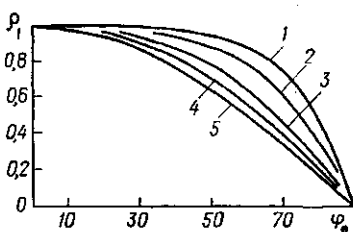


Рис. 3

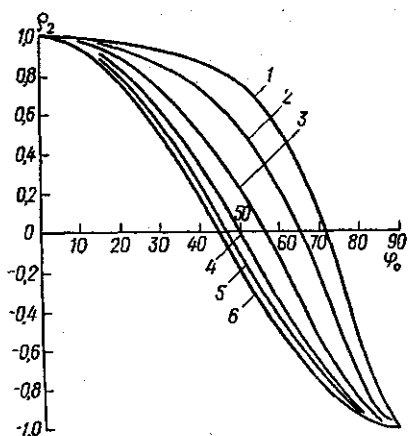


Рис. 4

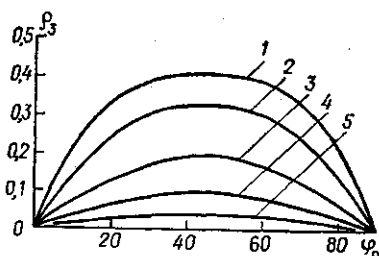


Рис. 5

пестка диаграммы направленности кривые для дискретной антенны (ширина основного лепестка  $\pm 34^\circ$  по уровню 0,7) практически совпадают с приведенными в данном сообщении (ширина сектора  $\pm 30^\circ$ ) на рис. 3—5 при  $\alpha=0,2$ . Энергетическое усреднение бокового излучения для дискретной антенны дает значение  $\alpha \approx 0,18$ .

Таким образом, для удаленных участков облучения дна ( $\theta \geq 60^\circ$ ) при оценках корреляционных функций представляется возможным замена реальной диаграммы направленности линейных антенн секторным излучением с постоянным уровнем бокового (мешающего) излучения, величина которого одинакова со средним значением бокового излучения исходной антенны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов Н. С., Рожин Ф. В., Тонаканов О. С. «Вестн. Моск. ун-та. Физ., астрон.», 1976, 17, № 5, 573—579.
2. Виноградов Н. С., Рожин Ф. В., Тонаканов О. С. «Вестн. Моск. ун-та. Физ., астрон.», 1977, 18, № 6, 57—63.
3. Патент США, класс 340. 2. № 3. 711. 820, 1973.

Поступила в редакцию  
5.7 1977 г.  
Кафедра акустики