

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ПРИЕМЕ РЕШЕТКОЙ ФОТОДЕТЕКТОРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ, ПРОШЕДШЕГО ТУРБУЛЕНТНУЮ АТМОСФЕРУ, КОТОРАЯ СОДЕРЖИТ РАССЕИВАЮЩУЮ ОБЛАСТЬ

Р. А. КАЗАРЯН, А. В. ОГАНЕСЯН

В [1, 2] приводятся распределение числа фотоэлектронов при приеме излучения, прошедшего турбулентную атмосферу, которая содержит рассеивающую область, и соответствующее оптимальное правило принятия решения о наличии оптического сигнала на входе фотодетектора, работающего в режиме счета фотоэлектронов. Оптимальное правило принятия решения о наличии сигнала в случае приема бинарномодулированной оптической интенсивности с априорными вероятностями передачи оптического импульса и пассивной паузы, соответственно равными p_1 и $(1-p_1)$, записывается в виде

$$n! \sum_{k=0}^n \left[\frac{N_s y_0}{N_B(1+N_s y_0)} \right]^{n-k} \frac{\exp \left[- \left(\frac{n-k-N_s y_0}{1+N_s y_0} \right)^2 \frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{2} \right]}{k! \sqrt{(n-k+1)(\sigma_1^2 + \sigma_2^2) N_s y_0 + (1+N_s y_0)^2}} \geq \frac{1-p_1}{p_1}, \quad (1)$$

где N_s и N_B — средние значения числа сигнальных и шумовых фотоэлектронов, σ_1^2 и σ_2^2 — параметры, характеризующие флуктуации интенсивности, обусловленные турбулентностью атмосферы, n — число фотоэлектронов на очередном интервале счета τ , а y_0 для каждого n и k определяется из уравнения

$$\frac{n-k-N_s y_0}{1+N_s y_0} - \frac{\ln y_0 + (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)/2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} = 0. \quad (2)$$

Рассмотрим прием излучения решеткой фотодетекторов, расстояние между которыми больше пространственного радиуса корреляции флуктуаций интенсивности принимаемого излучения. В этом случае флуктуации на отдельных фотодетекторах можно считать статистически независимыми. Учитывая (1) и выражение совместной плотности вероятности случайных независимых величин, представляемое как произведение плотностей вероятности этих величин [3], можно получить следующее оптимальное правило принятия решения о наличии излучения на входе решетки фотодетекторов:

$$\prod_{i=1}^D n_i! \sum_{k_i=0}^{n_i} \left[\frac{N_s y_0}{N_B(1+N_s y_0)} \right]^{n_i-k_i} \frac{\exp \left[- \left(\frac{n_i-k_i-N_s y_0}{1+N_s y_0} \right)^2 \frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{2} \right]}{k_i! \sqrt{(n_i-k_i+1)(\sigma_1^2 + \sigma_2^2) N_s y_0 + (1+N_s y_0)^2}} \geq \frac{1-p_1}{p_1}, \quad (3)$$

где D — число независимых фотодетекторов, n_i — число фотоэлектронов на выходе i -го фотодетектора на очередном интервале счета ($t, t+\tau$) (t — текущее время), а y_0 для каждого n_i и k_i определяется из (2).

В пренебрежении турбулентностью атмосферы и при учете плотности вероятности числа фотоэлектронов в этом случае [2] правило, аналогичное (3), можно записать в виде

$$\prod_{i=1}^D n_i! \left(\frac{N_s}{N_B}\right)^{n_i} \sum_{k_i=0}^{n_i} \frac{1}{k_i!} \left[\frac{N_s}{N_B(1+N_s)}\right]^{n_i-k_i+1} \geq \frac{1-p_1}{p_1}. \quad (4)$$

Естественно, что приемник, основанный на (4), будет оптимальным лишь при отсутствии флуктуаций интенсивности, обусловленных турбулентностью атмосферы.

Сравнение приемников, основанных на соотношениях (3) и (4), было осуществлено при помощи вероятностного цифрового моделирования оптической системы связи*. При передаче бинарных сигналов с $p_1 = 0,5$ на модели считались вероятности ошибочного приема для обоих приемников. В таблице приведены посчитанные на модели значения вероятностей ошибок для оптимального ($\hat{P}_0$) и неоптимального ($\hat{P}_n$) приемников для $N_B = 1$, $\sigma_1 = 1,5$, $\sigma_2 = 0,5$ и различных N_s и D . Точные границы, в которых с вероятностью 0,95 заключены истинные значения оцененных на модели вероятностей как P_0 и P_n , заключены в области $\pm 0,2 \hat{P}_0$, где $\hat{P}_0$ — значение оцененной вероятности при заданных N_s и D (в случае $N_s = 4$ и $D = 20$ точные границы есть $\pm 0,3 \hat{P}_0$). Как видно из приведенной таблицы, при заданном отношении N_s/N_B с увеличением

Таблица

N_s	D	$\hat{P}_0$	$\hat{P}_n$
1	5	0,2949	0,2979
	10	0,1999	0,1979
	20	0,1054	0,1054
4	5	0,1135	0,1341
	10	0,0495	0,0777
	20	0,0048	0,0144

D вероятность ошибки для обоих приемников уменьшается. При этом даже при незначительном увеличении отношения N_s/N_B по сравнению с единицей с увеличением числа фотодетекторов оптимальный прием-

* Вопрос моделирования флуктуаций интенсивности в данном случае сводится к моделированию независимых флуктуаций на входах отдельных фотодетекторов, что рассматривалось в [2]. Там же рассмотрено решение трансцендентного уравнения (2). Модель отдельных фотодетекторов решетки рассмотрена в [4].

ник, основанный на (3), обеспечивает в несколько раз меньшую вероятность ошибки, чем неоптимальный.

Институт физических исследований
АН АрмССР

Поступила 26.IV.1978

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. А. Казарян, А. В. Оганесян. Тезисы докладов XII Всесоюзной конференции по распространению радиоволн, Томск, 1978, т. 2.
2. А. В. Оганесян. Препринт ИФИ-78—68, Ереван, 1978.
3. Б. Р. Левин. Теоретические основы статистической радиотехники, Изд. Советское радио, М., 1974, т. 1, 39.
4. А. В. Оганесян. Радиотехника, № 4, 1978.

ՅՐՈՂ ԾԱՎԱԼ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ՏՈՒՐՈՒԼԵՆՏ ՄՔՆՈՒՈՐՏՈՎ ԱՆՑԱԾ
ՀԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՕՊՏԻՄԱԼ ԸՆԴՈՒՆՈՒՄԸ ՖՈՏՈԸԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ
ՑԱՆՑԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Ռ. Ա. ԴԱՋԱՐՅԱՆ, Ա. Վ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

Ստացված է ֆոտոընդունիչների ցանցի մոտքում օպտիկական ազդանշանի առկայությունը որոշող օպտիմալ կանոնը: Էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենայի վրա հավանական մոդելման միջոցով օպտիմալ ընդունիչը համեմատվում է ոչ օպտիմալի հետ: Մոդելման արդյունքներից հետևում է, որ ֆոտոընդունիչների թվի ավելացման դեպքում օպտիմալ ընդունիչն ապահովում է զգալիորեն ավելի փոքր սխալի հավանականություն, քան ոչ օպտիմալը:

OPTIMAL RECEIVING BY MEANS OF ARRAY PHOTODETECTORS OF THE RADIATION TRAVERSING THE TURBULENT ATMOSPHERE WITH SCATTERING REGION

R. A. KAZARYAN, A. V. OGANESYAN

The optimal rule for the conclusion on the presence of an optical signal at the array of photodetectors is obtained. By means of computer simulation the optimal receiver is compared with non-optimal one. The simulation results indicate that as the number of detectors is increased, the optimal receiver provides essentially smaller error probability than the non-optimal one.