

сбоям символов; не требуется разделения на приемной стороне импульсной последовательности на кодовые слова; простые схемные решения и т.д.

В данной работе произведено моделирование системы связи с оптическим спектральным МДКР и адаптивной дельта-модуляцией. В качестве кодов применены циклические сдвиги m -последовательности длиной 127.

1. *Модель стационарного речевого сигнала и кодека дельта-модуляции* Для стационарных нормальных случайных процессов существуют весьма экономичные моделирующие алгоритмы. В основу этих алгоритмов положено линейное преобразование стационарной последовательности $x[n]$ независимых нормальных случайных чисел (дискретный белый шум) в последовательность $s[n]$, коррелированную по заданному закону. При этом оператор линейного преобразования записывается либо в виде скользящего суммирования с некоторым весом C_k [3,4]

$$s[n] = \sum_{k=1}^N C_k x[n-k], \quad (1)$$

либо в виде рекуррентного уравнения

$$s[n] = \sum_{k=1}^L a_k x[n-k] - \sum_{k=1}^M b_k s[n-k].$$

Начальные условия в (2) можно выбрать нулевыми. При этом имеет место некоторый переходный процесс, в результате которого начальный участок моделируемого процесса будет искаженным. Однако после его окончания последовательность $s[n]$ становится стационарной.

Как известно [4], модель речевого сигнала представляет собой стационарный случайный процесс с нормированной корреляционной функцией, определяемой выражением

$$R(\tau) = \sigma^2 \exp(-\alpha |\tau|) \cos \omega_0 \tau \quad (3)$$

Из этих двух моделей наиболее экономичной является модель, основанная на рекуррентно-разностных уравнениях, т.к. при этом используются данные об уже рассчитанных значениях процесса $s[n]$ в нескольких предыдущих тактах.

В модель предсказателя для случая адаптивной ДМ входят преобразователь шага и одиарный или двойной интегратор. Цифровая модель идеального одиарного интегратора может быть записана в виде простого разностного уравнения

$$y(n) = y(n-1) + \varepsilon \text{sign}\{u(n) - y(n-1)\}, \quad (4)$$

где ε - постоянный шаг квантования; $\text{sign}\{ \}$ - знак разности между входным аналоговым $u(n)$ и аппроксимирующим $y(n)$ напряжением в гочках опробования.

При использовании адаптации в (4) вместо постоянного шага квантования запишется преобразователь шага $H = (\varepsilon + \varepsilon)$, где ε - параметр преобразователя шага.

2. *Модель кодера и декодера системы оптического МДКР* Предположим, в оптической сети в общем случае имеем N пар пользователей. Для простоты допустим, что имеем непрерывный трафик, параметры передачи зависят главным образом от наличия

сигналов от других пользователей, т.е. тепловые и другие шумы пренебрежимо малы. Сигнал на выходе n -го оптического кодера определяется в виде [5]

$$s_n(t) = s_n b_n(t) F[DP_n], \quad (5)$$

где s_n - оптическая интенсивность; $b_n(t) = \sum_{i=1}^m b_{ni} P_i(t - \tau_i)$ - бинарная информационная последовательность, $F[DP_n]$ - преобразование Фурье от n -го ортогонального кода; b_{ni} - n -я информационная последовательность, принимающая значения 0 или 1 с равными вероятностями; $P_i(t)$ - прямоугольный импульс длительностью T .

Сигнал на входе каждого приемника является суммой сигналов всех пользователей:

$$r(t) = \sum_{i=1}^N s_i(t - \tau_i) = \sum_{i=1}^N b_{ni}(t - \tau_i) F[DP_n], \quad (6)$$

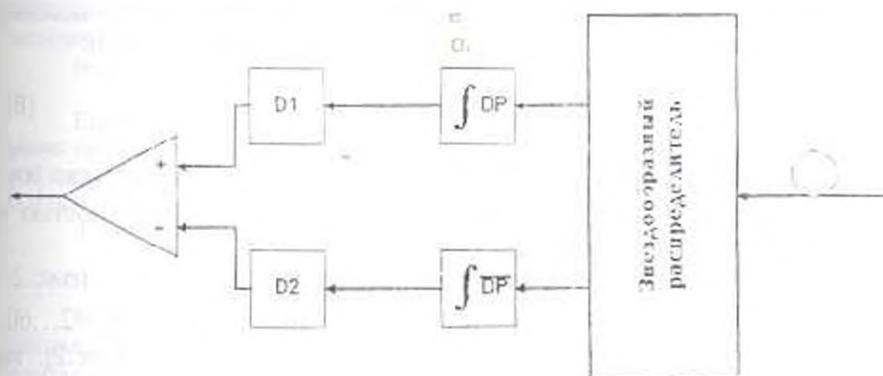


Рис. 1 Структурная схема приемника n -го пользователя полуконной оптической системы МДКР. D_1 , D_2 - первый и второй фотодетекторы

На приемном конце сигнал разделяется на две составляющие (рис.1). Производится расчет двух корреляционных интегралов для кодовой последовательности нужного абонента и последовательности, инверсной к первоначальной, с последующим их прямым фотодетектированием и вычитанием. Разделение абонентов основано на следующем свойстве m -последовательности [1]: $Z_{X\bar{X}} - Z_{\bar{X}X} = 0$, где $Z_{X\bar{X}}$ - функции кросс-корреляции, а \bar{X} - последовательность, инверсная к X . Учитывая сказанное, выход коррелятора первого пользователя за время T может быть записан в виде

$$Z_{r_1} = \int_0^T r(t) F[DP_1] - \int_0^T r(t) F[\overline{DP_1}] \quad (7)$$

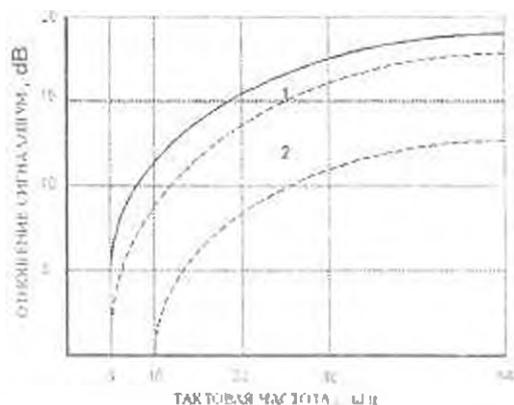


Рис. 2. Зависимость оси от тактовой частоты дельта-кодека при различных значениях числа активных абонентов системы МДКР

3 *Результаты и их обсуждение.* Основным показателем во время исследований принималось отношение сигнал/шум, вычисление которого производилось согласно следующему выражению [3]:

$$P_s / P_n = 10 \log \left(\frac{\sigma_s}{\sigma_n} \right) \quad (8)$$

где σ_s - дисперсия исходной модели речевого сигнала; σ_n - дисперсия ошибки между демодулированной последовательностью и исходной моделью речевого сигнала.

Для случая $N=1$ рассчитана зависимость P_s / P_n (рис.2). Предварительные расчеты показывают, что для случаев $N=2 \dots 60$, $61 \dots 100$ кривые лежат в областях 1 и 2 соответственно (рис.2). Из сказанного можно сделать вывод, что подобная система может обслужить большое количество пользователей (~ 60) без значительного ухудшения качества передачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kavehrad M., Zaccarin D. Optical Code Division Multiplexed Systems Based on Spectral Encoding of Noncoherent Sources // Journ. of Lightwave Technology. - 1995 - V.13, №3. - P. 534-545.
2. Nguyen L., Dennis T., Aazhang B., Young J. Experimental Demonstration of Bipolar Codes for Optical Spectral Amplitude CDMA Communication // Journ. of Lightwave Technology. - 1997. - V.15, № 9. - P.1647-1659.
3. Венедиктов М.Д., Гомцял О.А. Дельта-модуляция, Разработка устройств и моделирование // Всесоюз. заочный электротехнический ин-т связи - М., 1984 - 86 с.
4. Быков В.В. Цифровое моделирование в статической радиотехнике - М: Советское радио, 1971. - 326 с.
5. Salehi J.A., Brackett C.A. Code Division Multiple-Access Techniques in Optical Fiber Networks. Part 2: Systems Performance Analysis // IEEE Transaction on Communication - 1989. - V.37, N.8 - P. 834-842.