

ПАРАМЕТРЫ СИГНАЛА РАДИОДОСТУПА В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ

¹Хилько Ю.И., ²Голик А.Л., ¹Сундучков К.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Сундучков К.С.

¹Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ», Украина

²Государственный университет информационно-коммуникационных технологий, Украина

E-mail: k.sunduchkov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены особенности применения волоконно-оптических линий связи в телекоммуникационных системах. Проанализировано влияние характеристик фотодиода на отношение сигнал/шум принимаемого сигнала.

1. Введение

В телекоммуникационных системах могут использоваться волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), главным преимуществом которых является высокая пропускная способность. При передаче сигналов применяется двухлучевая ВОЛС по которой распространяются два синхронизированных по частоте луча. Один луч модулирован информационным сигналом, второй представляет из себя опорный гетеродинный сигнал для получения в фотоприёмнике базовой станции (БС) несущей частоты в миллиметровом диапазоне [1]. На приемной стороне сигнал принимается с помощью фотодиода (ФД), который преобразовывает сигнал и вносит в него собственный шум [2].

В докладе приводится анализ влияния ФД на отношение сигнал-шум принимаемого сигнала.

2. Основная часть

Принятый полезный сигнал на выходе ВОЛС приходит вместе с полученными во время передачи шумами. Собственные шумы ФД вносят свою лепту в суммарную мощность шумов на выходе ФД. Проанализируем влияние ФД на принятый сигнал и на отношение сигнал/шум в частности.

На выходе ВОЛС ФД принимает два луча: информационный и опорный. Их мощность равнозначна. Если считать, что мощность насыщения ФД равна 130 мВт, то мощность одного луча вдвое меньше и равна $P_c^{1\text{ луча}} = 65$ мВт.

Рассчитаем мощность сигнала на выходе ФД, принимая что коэффициент преобразования $K_{пр}^{ФД} = 0,1$ по формуле

$$P_c^{вых.ФД} = P_c \cdot K_{пр}^{ФД} = 65 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вт.}$$

Найдем мощность шума принятого сигнала без учета влияния ФД. Если считать, что отношение сигнал/шум на выходе ВОЛС равно 20 дБ, то получим

$$10 \lg \frac{P_c}{P_w} = 20 \text{ дБ} \Rightarrow \frac{P_c}{P_w} = 100,$$

где P_c — мощность сигнала;
 P_w — мощность шума.

$$P_w = \frac{P_c}{100} = \frac{65 \cdot 10^{-3}}{100} = 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ Вт.}$$

Найдем мощность собственных шумов ФД. Для этого предположим, что шумовая температура на входе ФД $T_{ш.вх.ФД} \approx 4000 \text{ К}$ и полоса приёма сигнала $\Delta f = 2 \text{ ГГц}$, тогда

$$P_w^{ФД} = kT\Delta f = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^9 = 11,04 \cdot 10^{-11} \text{ Вт.}$$

Суммарная мощность шумов на выходе ФД будет равна

$$P_w^{вых.ФД} = P_w + P_w^{ФД} = 6,5 \cdot 10^{-4} + 11,04 \cdot 10^{-11} \approx 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ Вт.}$$

То есть собственные шумы ФД практически не влияют на принятой сигнал.

В результате отношение сигнал/шум на выходе ФД

$$\frac{P_c^{вых.ФД}}{P_w^{вых.ФД}} = \frac{6,5 \cdot 10^{-3}}{6,5 \cdot 10^{-4}} = 10.$$

Таким образом, отношение сигнал-шум равно 10, а не 100, как было на выходе ВОЛС.

При работе ФД, как преобразователя частоты (смесителя), ожидая, что его эквивалентная температура равна $(4 \dots 10) \cdot 10^3 \text{ К}$, то мощность шума, обусловленная самим ФД при полосе приёма $2 \cdot 10^9 \text{ Гц}$ составляет примерно $P_w^{ФД} = (1 \dots 3) \cdot 10^{-12} \text{ Вт}$. Поскольку $P_w^{вых.ВОЛС} = 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ Вт}$, то очевидно, что при учёте коэффициента передачи в ФД равным $K_{пр}^{ФД} = 0,1$, будем иметь на выходе ФД мощность шума практически равную $P_w^{вых.ФД} = 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ Вт}$.

3. Заключение

Таким образом, не собственный шум ФД определяет отношение сигнал/шум на выходе ФД, а коэффициент преобразования уменьшает его за счет понижения уровня сигнала.

4. Список литературы

- [1] Буртовый С.С. Оценка задержки оптического сигнала в распределительной части интерактивной гетерогенной телекоммуникационной сети / С.С. Буртовый, К.С. Сундучков // Электроника и связь. — 2012. — № 1 (66). — С. 49 — 52.
- [2] Ильченко М.Е. Интерактивная гетерогенная телекоммуникационная система 4G с беспроводным доступом в миллиметровом диапазоне для предоставления мультимедийных услуг мобильным абонентам / М.Е. Ильченко, К.С. Сундучков, С.Э. Волков, И.К. Сундучков, М.А. Кузява, А.К. Сундучков // Зв'язок. — 2008. — № 7 — 8. — С. 28 — 32.

RADIO ACCESS SIGNAL PARAMETERS IN THE MILLIMETER BAND

¹Khilko Y.I., ²Golik A.L., ¹Sunduchkov K.S.

Scientific adviser: Sunduchkov K.S.

¹Institute of Telecommunication Systems

National Technical University of Ukraine "KPI", Ukraine

²State University of Information and Communication Technologies, Ukraine

Abstract — The use of fiber-optic lines in telecommunication systems is considered. The effect of the photodiode signal/noise ratio of the received signal is analyzed.