

УДК 621.391.63

ОТНОШЕНИЕ ПЕРЕКРЕСТНЫХ ПОМЕХ К СИГНАЛУ В СЕТЯХ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ NG-PON2

Н.Н. СЕРГЕЕВ, В.Н. УРЯДОВ, Д.Г. МИХНЮК

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь**Поступила в редакцию 07 ноября 2020*

Аннотация. Проведен анализ отношения перекрестных помех к сигналу в сетях следующего поколения NG-PON2. Показано, такой новый тип сети следующего поколения как NG-PON2 может спокойно функционировать с учетом возможных перекрестных помех сигналов.

Ключевые слова: перекрестные помехи, пассивная оптическая сеть, многоволновая архитектура.

Введение

В системах PON характеристика отношения перекрестных помех к сигналу (X/S) применялись только относительно к ONT. Сеть NG-PON2 представляет собой многоволновую архитектуру, и поэтому сигналы с длинами волн NG-PON2, не предназначенные для конкретного приемника ONT либо OLT. Эти сигналы можно рассматривать как мешающие. В этой статье рассмотрены такие помехи и указываются характеристики X/S как для ONT, так и для OLT.

Отношение перекрестных помех к сигналу в NG-PON2

Ожидается, что ONT будет обеспечивать фильтрацию X/S непосредственно в приемнике ONT, тогда как X/S – фильтрация в OLT, вероятно, является внешней по отношению к приемнику OLT или в сочетании с приемником. Поскольку NG-PON2 является многоволновой системой, мешающие сигналы могут поступать из других каналов с длинами волн NG-PON2. В случае с ONT, мешающие сигналы могут также поступать из сосуществующих устаревших систем, таких как GPON, XG-PON1 [1], наложенное видео и длины волн от оптического рефлектометра при измерениях (OTDR). Чтобы свести к минимуму влияние мешающих сигналов, приемники NG-PON2 должны отклонять их, используя соответствующую фильтрацию по длине волны. Поэтому необходимо наличие допуска отношения X/S приемника NG-PON2. Пусть S – это оптическая мощность канала с индивидуальной длиной волны в совокупном сигнале NG-PON2, а X – это мощность совокупных мешающих сигналов, состоящих из устаревших сигналов и других каналов с длиной волны NG-PON2 [2]. Оба измерения измеряются в эталонной точке R приемника. Для измерения отношения допуска X/S , необходимо разобрать псевдослучайный код NRZ с той же линейной скоростью, что и основной сигнал NG-PON2 [3]. Фильтрация по длине волны разделена на две части: широкополосный X/S , основанный на соображениях устаревшей системы, и узкополосный X/S , основанный на каналах длины волны NG-PON2.

Рассмотрим общую маску допуска X/S в PON, которая позволяет приемнику ONT NG-PON2 удовлетворять свои требования к чувствительности (рис. 1).

Длины волн и общая оптическая мощность всех дополнительных услуг должны находиться под маской (рис. 1), чтобы обеспечить совместимость с ONT NG-PON2. Серые области обозначают диапазоны, в которых приемник NG-PON2 соответствует требованиям к чувствительности.

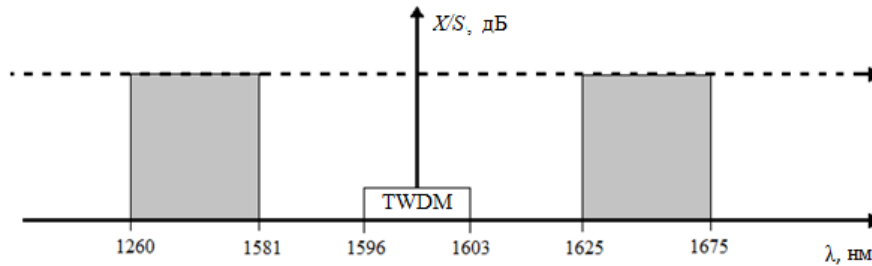


Рис. 1. Общая маска допуска отношения X/S в TWDM-PON ONT

Узкополосная маска допуска X/S в TWDM PON

Рассмотрим узкополосную маску X/S TWDM PON с использованием конкретных таблиц значений, приведенных ниже (рис. 2) [4]. Конфигурация самоинтерференции TWDM-PON является общей как для ONT, так и для OLT. Эта конфигурация с одной желаемой длиной волны и 14 потенциально мешающими длинами волн рассчитана для наихудшей ситуации перекрестных помех. Из 14 видов помех только семь смежных будут работать одновременно. То есть, если центральная частота находится на канале C (C имеет значение от 1 до 8), то источником помех с самой короткой длиной волны будет 1 канал, а источник помех с самой длинной волной будет на 8 канале. Приемник должен иметь указанную чувствительность для полезного сигнала в диапазоне длин волн λ_{S-} и λ_{S+} , несмотря на то, что присутствуют семь источников помех с уровнем мощности X и модулируются форматом сигнала TWDM PON с той же скоростью, что и основной сигнал.

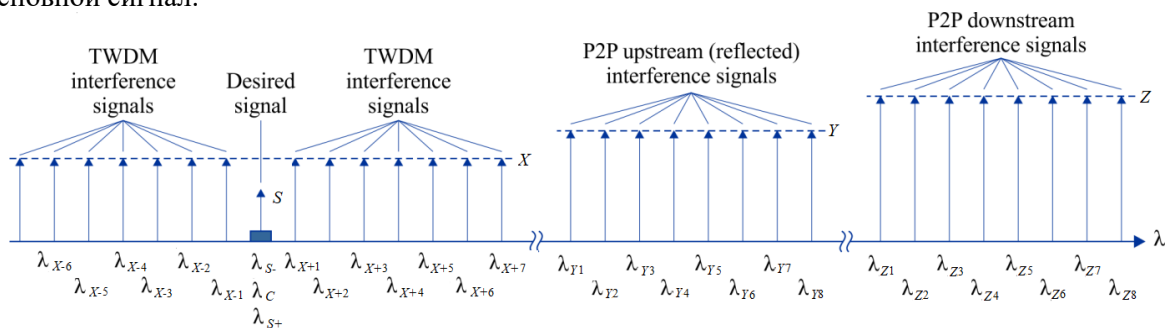


Рис. 2. Узкополосная маска допуска X/S в ONT

Каналы помех в восходящем направлении (которые возникают из-за возможного ORL 32 дБ в ODN) имеют уровень мощности Y и модулируются сигналом NRZ с той же скоростью передачи данных, что и канал сигнала. Нисходящие каналы помех имеют уровень мощности Z и модулируются сигналом NRZ с той же скоростью передачи данных, что и канал сигнала [4]. Ниже рассчитаны и приведены параметры маски нисходящего потока (табл. 1).

Таблица 1. Параметры X/S нисходящего потока PON TWDM (прием ONT)

Параметр	Значение
λ_{X-7}	$\lambda_C + MSE - 7 \times CS$
λ_{X-6}	$\lambda_C + MSE - 6 \times CS$
λ_{X-5}	$\lambda_C + MSE - 5 \times CS$
λ_{X-4}	$\lambda_C + MSE - 4 \times CS$
λ_{X-3}	$\lambda_C + MSE - 3 \times CS$
λ_{X-2}	$\lambda_C + MSE - 2 \times CS$
λ_{X-1}	$\lambda_C + MSE - CS$

Параметр	Значение
λ_{S-}	$\lambda_C - MSE$
λ_S	Центральная частота фильтра ONT
λ_{S+}	$\lambda_C + MSE$
λ_{X+1}	$\lambda_C - MSE + CS$
λ_{X+2}	$\lambda_C - MSE + 2 \times CS$
λ_{X+3}	$\lambda_C - MSE + 3 \times CS$
λ_{X+4}	$\lambda_C - MSE + 4 \times CS$
λ_{X+5}	$\lambda_C - MSE + 5 \times CS$
λ_{X+6}	$\lambda_C - MSE + 6 \times CS$
λ_{X+7}	$\lambda_C - MSE + 7 \times CS$
S	Чувствительность приемника + потеря оптического пути
X	$S + 4$ дБ
λ_{Y1}	
λ_{Y2}	
λ_{Y3}	
λ_{Y4}	
λ_{Y5}	
λ_{Y6}	
λ_{Y7}	
λ_{Y8}	
Y	$S + 7$ дБ
λ_{Z1}	
λ_{Z2}	
λ_{Z3}	
λ_{Z4}	
λ_{Z5}	
λ_{Z6}	
λ_{Z7}	
λ_{Z8}	
Z	2,48832 Гбит/с: $S + 7$ дБ 9,95328 Гбит/с: $S + 8$ дБ

Следовательно, 2,48832 Гбит/с (7 дБ) является максимальной разницей мощности передатчика для нисходящего канала (2,5 Гбит/с), а 9,95328 Гбит/с (8 дБ) – это максимальная разность мощности передатчика в OLT для нисходящего канала.

Ниже приведены параметры маски X/S для OLT (табл. 2). Для восходящего потока PON TWDM каналы расположены с разбросом по длине волны, что облегчает возможность их фильтрации приемниками [5].

Таблица 2. Параметры X/S восходящего потока PON TWDM (прием OLT)

Параметр	Значение
λ_{X-7}	$\lambda_C + MSE - 7 \times CS$
λ_{X-6}	$\lambda_C + MSE - 6 \times CS$
λ_{X-5}	$\lambda_C + MSE - 5 \times CS$
λ_{X-4}	$\lambda_C + MSE - 4 \times CS$
λ_{X-3}	$\lambda_C + MSE - 3 \times CS$
λ_{X-2}	$\lambda_C + MSE - 2 \times CS$
λ_{X-1}	$\lambda_C + MSE - CS$
λ_{S-}	$\lambda_C - MSE$
λ_S	Центральная частота фильтра ONT
λ_{S+}	$\lambda_C + MSE$
λ_{X+1}	$\lambda_C - MSE + CS$
λ_{X+2}	$\lambda_C - MSE + 2 \times CS$
λ_{X+3}	$\lambda_C - MSE + 3 \times CS$
λ_{X+4}	$\lambda_C - MSE + 4 \times CS$
λ_{X+5}	$\lambda_C - MSE + 5 \times CS$
λ_{X+6}	$\lambda_C - MSE + 6 \times CS$
λ_{X+7}	$\lambda_C - MSE + 7 \times CS$
S	Чувствительность приемника + потеря оптического пути
X	$S + 20$ дБ
20 дБ – это худший случай разницы мощности передатчика TWDM ONT (5 дБ) и дифференциальных потерь на оптическом тракте (15 дБ).	

Заключение

Ожидается, что в NG-PON2 ONT будет обеспечивать фильтрацию X/S непосредственно в приемнике ONT, тогда как X/S – фильтрация в OLT, вероятно, является внешней по отношению к приемнику OLT или в сочетании с приемником. Поскольку NG-PON2 является многоволновой системой, мешающие сигналы могут поступать из других каналов с длинами волн NG-PON2. Чтобы свести к минимуму влияние мешающих сигналов, приемники NG-PON2 должны отклонять их, используя соответствующую фильтрацию по длине волны. Поэтому необходимо наличие допуска отношения X/S приемника NG-PON2. Анализ расчетов допуска показывает, что для восходящего потока каналы расположены с разбросом по длине волны, что дает возможность их хорошей фильтрации. Приемник должен иметь указанную чувствительность для полезного сигнала в диапазоне длин волн λ_{S-} и λ_{S+} . Используя приведенные значения NG-PON2, сеть может спокойно функционировать с учетом возможных перекрестных помех сигналов.

CROSSTALK TO SIGNAL RATIO IN NEXT GENERATION NETWORKS NG-PON2

N.N. SERGEEV, V.N. URYADOV, D.G. MIHNUK

Abstract. The ratio of crosstalk to signal in next-generation NG-PON2 networks is analyzed. It is shown that a new type of next-generation network such as NG-PON2 can safely function with possible signal crosstalk.

Keywords: crosstalk, passive optical network, multi-wave architecture

Список литературы

1. ITU-T Recommendation G.983.1. Broadband optical access networks based on passive optical networks. 2005. P. 11–20.
2. Nettet D. // Journal of Lightwave Technology. London. 2015. Vol. 33. P. 1136–1143.
3. Giorgi L. [et al.] // Opt. Fiber Commun. Conf. Expo. 2013. P. 91–93.
4. ITU-T Recommendation G.989.2. NG-PON2: Physical media dependent layer specification. 2019. P. 9–11.
5. ITU-T Recommendation G.989.3. 40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): Transmission convergence layer specification. 2020. P. 21–28.