

пример, если $\Phi_{m \times}^+(j\omega^*) = \frac{\lambda^2}{a + j\omega^*}$, то передаточную функцию фильтра выделения необходимо искать в виде $W(j\omega^*) = \frac{D}{(b + j\omega^*)(c + j\omega^*)}$.

На основе полученных данных было проведено моделирование синтезированной системы в математическом пакете MATLAB. В ходе моделирования сравнивались синтезированная система и система вторичного уплотнения, в которой параметры приемного тракта (фильтра выделения) не синтезировались: было показано, что в синтезированной системе передачи отношение сигнал/шум больше на 7,38 дБ, что свидетельствует о повышении качества передачи; кроме того, исходя из значения дисперсии второго разностного сигнала (это значение меньше как минимум в 10 раз), можно заключить, что при приеме возможно обеспечение более уверенного выделения сигнала вторичного каналов, чем в системе, в которой параметры приемного тракта (фильтра выделения) не учитываются.

SECONDARY MULTIPLEXING NARROW-BAND SIGNALS IN RADIO CHANNELS WITH UNLIMITED MEMORY

Kostjuk D.S., Kuznetsov I.V., Sultanov A.H.

In article the task of secondary multiplexing of telecommunication channels with the account modulation transformations of signals is considered. The model of secondary multiplexing of channels is presented, the general parities for a finding of characteristics of the secondary channel and the allocation filter of signals are obtained.

Keywords: secondary channel, allocation filter, power spectrum density (PSD), narrow-band signal, model of the secondary multiplexing, radio channel.

Костюк Денис Сергеевич, аспирант Кафедры «Телекоммуникационных систем» (ТС) Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ). Тел. (8-347) 284-29-82, 8-937-309-96-52. E-mail: deniska29031@rambler.ru

Кузнецов Игорь Васильевич, д.т.н., профессор Кафедры ТС УГАТУ. E-mail: tks@ugatu.ac.ru

Султанов Альберт Ханович, д.т.н., профессор, заведующий Кафедрой ТС УГАТУ. Тел. (8-347) 273-06-89.

ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

УДК 621.395.73

НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ КАБЕЛЕЙ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА ИСХОДЯ ИЗ ТРЕБОВАНИЙ РАБОТЫ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ СИСТЕМ xDSL

Андреев Р.В., Попов Б.В., Попов В.Б.

В статье рассматриваются вопросы нормирования параметров взаимного влияния электрических кабелей связи широкополосного доступа с учетом требований высокоскоростных систем xDSL. Определены нормы при работе по кабелю систем ADSL2+ и VDSL2.

Ключевые слова: переходное затухание на ближнем конце, защищенность на дальнем конце.

Вопросам построения и оптимизации сетей широкополосного абонентского доступа (ШПД) уделяется в настоящее время достаточно много

внимания. В России на период 2010-15 г.г. ожидается, что удельный показатель по ШПД возрастет от 11 до 18 линий на 100 жителей [1]. Для построения сетей ШПД широко используются архитектура FTTx, согласно которой от узла связи до точки «х» прокладывается магистральный оптический кабель (ОК), а от точки «х» до абонента – распределительный симметричный кабель. От узла связи до точки «х» в основном применяются высокоскоростные системы передачи xDSL, которые обеспечивают, в зависимости от длины симметричного кабеля, скорости передачи от 25 до 100 Мбит/С. Экономические условия в разных регионах России заметно различаются, поэтому в практике применяются различные архитектуры FTTx:

- FTTC – когда ОК прокладывается от узла связи до микрорайона, квартала или группы домов;
- FTTB – когда ОК прокладывается от узла связи до одного большого здания;
- FTTH – когда ОК прокладывается от узла связи до абонента (квартиры или отдельного коттеджа).

В масштабах России сегодня наибольшее применение находят технологии FTTC и FTTB, при которых длина симметричного кабеля составляет 700-1000 м и 100-200 м соответственно. Эти технологии находят применение не только в больших городах, но и в городах областного подчинения и в крупных селах.

На участке от точки «х» до абонента в основном используются высокоскоростные технологии ADSL2+ со скоростью передачи до 25 Мбит/С, VDSL – до 52 Мбит/С, VDSL – до 100 Мбит/С.

Кабельной промышленностью для высокоскоростного ШПД разработаны и серийно выпускаются специальные кабели со сплошной и пленкопористо-пленочной полиэтиленовой изоляцией жил емкостью до 100 пар [2]. Кабели имеют парную однонаправленную скрутку, имеют повышенную геометрическую и диэлектрическую однородность и изготавливаются по технологии витой пары. Эти кабели широко применяются местными операторами связи: МГТС, Башсвязь-информ и др.

Одними из основных электрических характеристик симметричного кабеля ШПД, обеспечивающих высокую скорость передачи, являются параметры взаимного влияния между цепями на ближнем и дальнем концах [3]. Здесь задача усложняется тем, что необходимо обеспечить нормы на величину взаимных влияний для всех имеющихся в кабеле пар.

К сожалению, конкретные нормы на переходное затухание на ближнем конце A_0 и защищенность A_3 на дальнем конце в рабочем диапазоне частот для конкретных систем xDSL пока не установлены. Это подтверждается тем, что завод-производитель в технических условиях на кабели ШПД приводят разные нормы на указанные параметры [4]. О необходимости нормирования параметров взаимного влияния кабелей, применяемых для ШПД, говорится, например, в [4-5]. Затрагиваются эти вопросы и в рекомендациях МСЭ-TL19203, а также в приказе №46 Мининформсвязи РФ от 19.04.2006, в требованиях ANSI T1.417-2001, IEC 61156-5-2009. Однако в большинстве случаев эти вопросы рассматриваются в общем виде, без учета требований современных высокоскоростных систем xDSL. Например, в приказе №46 Мининформсвязи РФ отмечается, что параметры A_0 и A_3 должны отвечать требованиям системы передачи. Получается, что нормирование параметров взаимного влияния отдано на откуп заводов-производителей кабелей ШПД и операторам связи.

Рассматривая нормирование параметров взаимного влияния на основании действующих международных документов, например МСЭ-T L.19 [4], отметим, что параметры взаимного влияния между цепями обозначаются иначе, чем в отечественных источниках: переходное затухание на ближнем конце A_0 – NEXT; защищенность на дальнем конце A_3 – ELFEXT. Объяснить это можно тем, что технологии xDSL впервые появились за рубежом, поэтому в отечественной литературе чаще появляется терминология на английском языке. Отметим, что переходное затухание на ближнем конце NEXT является основным параметром, характеризующим переходную помеху в кабелях при работе симметричных систем xDSL. Для асимметричных систем, где передача информации в разных направлениях осуществляется на разных частотах, основным типом переходных помех является влияние на дальнем конце, характеризующееся защищенностью на дальнем конце ELFEXT.

В [4; 7] на основе стандарта ANSI T1.417-2001 рассмотрен подход к нормированию переходных затуханий на ближнем и защищенность на дальнем концах. С учетом этого рассмотрим нормирование параметров взаимного влияния кабелей ШПД применительно к требованиям современных систем передачи xDSL.

В стандарте ANSI T1.417.2001 установлены следующие нормы переходного затухания на ближнем конце и защищенности на дальнем

конце для 300 кГц и двух работающих по кабелю цифровых линиях ($m = 2$):

- $NEXT_{\text{норм}}(f = 300 \text{ кГц}, m = 2) \geq 59 \text{ дБ}$;
- $ELFEXT_{\text{норм}}(f = 300 \text{ кГц}, m = 2, l = 1 \text{ км}) \geq 59 \text{ дБ}$.

Согласно стандарту нормы на переходное затухание на ближнем конце и защищенность на дальнем конце можно определить по формулам:

$$\begin{aligned} NEXT_{\text{норм}}(f, m) &= \\ &= NEXT_{\text{норм}}(f = 300 \text{ кГц}, m = 2) - \\ &- 6 \cdot \lg(m - 1) - 15 \cdot \lg(f / 300 \text{ кГц}) \\ ELFEXT_{\text{норм}}(f, m, l) &= \\ &= ELFEXT_{\text{норм}}(f = 300 \text{ кГц}, m = 2, l = 1 \text{ км}) - \\ &- 6 \cdot \lg(m - 1) - 20 \cdot \lg(f / 300 \text{ кГц}) - 10 \cdot \lg(l / 1 \text{ км}). \end{aligned}$$

Здесь следует указать на то, что для обеспечения предельной кратности ДТМ модуляция ($K_{\text{max}} = 15$) защищенность должна составлять 61 дБ [5]. Это значение мы и примем за исходное для расчета.

Для современных высокоскоростных систем передачи ADSL2+ и VDSL2 необходимо знать нормы на параметр взаимного влияния для конкретной строительной длины, принятого количества пар в пучке кабеля, в заданном диапазоне частот. Система передачи ADSL2+ имеет рабочий диапазон частот 26-2208 кГц, система VDSL2 – 26-12000 кГц.

В современных кабелях ШПД емкостью 5-100 пар для обеспечения скорости передачи до 100 Мбит/С приняты пятипарные пучки, то есть $m = 5$. При этом для кабеля емкостью 10×2 кабельный сердечник скручивается из трех трехпарных пучков и одной пары, то есть по схеме $3 \times (3 \times 2) + 1 \times 2$. Строительная длина кабеля с учетом использования высокоскоростных систем передачи xDSL принята равной 300 м.

Определим нормативные значения $NEXT(A_0)$ и $ELFEXT(A_3)$ для кабелей ШПД при использовании пятипарного пучка ($m = 5$) и строительной длиной $l = 300$ м для систем передачи ADSL2+ и VDSL2. Нормативные значения $NEXT(A_0)$ для системы передачи ADSL2+:

$$\begin{aligned} NEXT(A_0)_{\text{норм}}(f = 2,208 \text{ МГц}, m = 5) &= \\ &= NEXT(A_0)_{\text{норм}}(f = 0,3 \text{ МГц}, m = 2) - \\ &- 6 \cdot \lg(4) - 15 \cdot \lg(2,208 / 0,3) \geq 50 \text{ дБ}. \end{aligned}$$

Нормативные значения $NEXT(A_0)$ для системы передачи VDSL2:

$$\begin{aligned} NEXT(A_0)_{\text{норм}}(f = 12 \text{ МГц}, m = 5) &= \\ &= NEXT(A_0)_{\text{норм}}(f = 0,3 \text{ МГц}, m = 2) - \\ &- 6 \cdot \lg(4) - 15 \cdot \lg(12 / 0,3) \geq 39 \text{ дБ}. \end{aligned}$$

Относительно нормирования параметров взаимного влияния в стандарте ANSI T1.417-2001 нормы отнесены к линии длиной 1 км. Рекомендуются этим стандартом формулы пересчета для $NEXT(A_0)$ не учитывают изменение длины. Это справедливо для весьма высоких частот, когда линия считается электрически длинной. В данной ситуации целесообразно при нормировании параметра $NEXT(A_0)$ на строительную длину 300 м учесть изменение длины. Это предусмотрено и международным стандартом ISO/IEC 11801 [8]. В результате учета длины нормативные значения $NEXT(A_0)$ для строительной длины 300 м принимают следующие значения:

- для системы передачи ADSL2+: $NEXT(A_0)_{\text{норм}} \geq 55 \text{ дБ}$;
- для систем передачи VDSL2: $NEXT(A_0)_{\text{норм}} \geq 44 \text{ дБ}$.

Теперь определим нормативные значения защищенности от переходных влияний на дальнем конце $ELFEXT(A_3)$.

Для систем ADSL2+ получим:

$$\begin{aligned} ELFEXT(A_3)_{\text{норм}}(f = 2,208 \text{ МГц}, \\ m = 5, l = 0,3 \text{ км}) &= \\ &= ELFEXT(A_3)_{\text{норм}}(f = 0,3 \text{ МГц}, \\ m = 2, l = 1 \text{ км}) &= \\ &= 61 + 6 \cdot \lg(4) - 20 \cdot \lg(2,208 / 0,3) - \\ &- 10 \cdot \lg(2,208 / 0,3) \geq 53 \text{ дБ}. \end{aligned}$$

Для систем передачи VDSL2:

$$\begin{aligned} ELFEXT(A_3)_{\text{норм}}(f = 12 \text{ МГц}, \\ m = 5, l = 0,3 \text{ км}) &= \\ &= ELFEXT(A_3)_{\text{норм}}(f = 0,3 \text{ МГц}, \\ m = 2, l = 1 \text{ км}) &= \\ &= 61 + 6 \cdot \lg(4) - 20 \cdot \lg(12 / 0,3) - \\ &- 10 \cdot \lg(0,3 / 1,0) \geq 38 \text{ дБ}. \end{aligned}$$

Таким образом, получены нормы на величину $NEXT(A_0)$ и $ELFEXT(A_3)$ между цепями внутри пятипарных пучков для высокоскоростных систем ADSL2+ и VDSL2. При этом следует отметить, что установленные нормы должны выполняться во всем диапазоне частот: ADSL2+ – 26-20 кГц; VDSL2 – 26-12000 кГц. Взаимное влияние между цепями разных пучков кабеля заметно

меньше, чем между цепями внутри пучков, поэтому указанные нормы для цепей из разных пучков практически всегда выполняются.

В заключение отметим, что приведенные в настоящей работе нормы приняты при разработке технических условий на кабеле ШПД с пятипарными пучками.

Литература

1. Дрожжинов В., Штрик А. Информационное общество России до 2015 года. Прогнозы развития // Информкурьерсвязь. №11, 2009. – С. 7-12.
2. Андреев В.А., Радионов В.Н., Баннов В.В., Попов Б.В. Новые электрические кабели местной связи для цифрового абонентского доступа // Вестник связи. №4, 2004. – С. 77 – 79.
3. Андреев В.А. Теория многопроводных линий связи. ИРИАС, 2006. – 162 с.
4. Кочеров А.В. Эксплуатационная надежность сетей ШПД – xDSL. Нормирование и инструментальный контроль // Техника связи. №3, 2008. – С. 20 -31.
5. Кочеров А.В., Гаврилюк Ю.А., Тарасов Н.И., Хвостов Д.В. DSL на 100% // Вестник связи. №6, 2009. – С. 52 -57.
6. МСЭ-T1 L.19. Многопарные медные сетевые кабели, обеспечивающие одновременную работу нескольких служб, таких как POTS, ISDN и xDSL. МСЭ-E 11/2003. – 19 с.
7. Кочеров А.В., Хвостов Д.В. ADSL2+ и VDSL2: нормирование и управление эксплуатационной надежностью сети ШПД // Вестник связи. №4, 2008. – С. 63-65.
8. INTERNATIONAL STANDART. Information technology-Genetic cabling, for customer premises. ISO/IES 11801, 2008. – 151 p.

NORMALIZATION OF CABLE INTERFERENCE FOR BROADBAND ACCESS TAKING INTO ACCOUNT DEMANDS OF HIGH-SPEED xDSL SYSTEMS

Andreev R.V., Popov B.V., Popov V.B.

In this paper issues of normalization of cable interference for broadband access taking into account demands of high-speed xDSL systems are considered. Normative values of cable interference for ADSL2+ and VDSL2 systems are defined.

Keywords: *near end crosstalk, equal level far end crosstalk.*

Андреев Роман Владимирович, к.т.н., доцент Кафедры «Линии связи и измерения в технике связи» (ЛС и ИТС) Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел (8-846) 341-60-49. E-mail: r.andreev@samara.vt.ru

Попов Борис Владимирович, к.т.н., профессор Кафедры ЛС и ИТС ПГУТИ. Тел (8-846) 228-00-27; 8-902-336-16-03. E-mail : popovbv@psati.ru

Попов Виктор Борисович, к.т.н., доцент Кафедры ЛС и ИТС ПГУТИ. Тел (8-846) 228-00-27; 271-47-77. E-mail popovvb@psati.ru

УДК 519.65, 004.75

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАФИКА ОТКРЫТОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ТРАНСЛЯЦИЕЙ GUI В ПОТОКОВОМ ВИДЕО

Жевнерчук Д.В.

В работе исследуются свойства трафика, порождаемого при трансляции графического интерфейса пользователя в потоковом видео, оценивается степень самоподобия, построена модель трафика для САПР открытых информационных систем.

Ключевые слова: имитационное моделирование, фрактал, трафик, графический интерфейс пользователя, потоковое видео, линия тренда, облачные вычисления.

Введение

На сегодняшний день ведутся многочисленные дискуссии относительно построения систем облачных вычислений и в частности обсуждаются вопросы передачи GUI в потоковом видео. Исследования по этому вопросу находятся на начальном этапе развития, что следует из [1-2] и других публикаций.

Для получения количественных и качественных параметров функционирования системы предла-