

Федеральное агентство связи

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ**

ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА

ЭБС ШГУТИ

Самара

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»**

КАФЕДРА ЛИНИЙ СВЯЗИ И ИЗМЕРЕНИЙ В ТЕХНИКЕ СВЯЗИ

*Исследование рабочего затухания и параметров взаимного влияния
электрических кабелей связи широкополосного абонентского доступа*

Методическая разработка к лабораторной работе №8

*Составили: к.т.н., доц. Андреев Р.В.
к.т.н., проф. Попов Б.В.
к.т.н., доц. Попов В.Б.*

Редактор: д.т.н., проф. Бурдин В.А.

Рецензент: д.т.н., проф. Росляков А.В.

**САМАРА
НУНЛ ПГУТИ
2011**

УДК
А

Рецензент: Росляков А.В. д.т.н., профессор, зав. кафедрой АЭС ГОУ ВПО ПГУТИ.

Исследование рабочего затухания и параметров взаимного влияния электрических кабелей связи широкополосного абонентского доступа :
Методическая разработка к лабораторной работе №8/ Андреев Р.В
Попов Б.В Попов В.Б. Самара: ИУНЛ ПГУТИ. 2010-25 с.

В методической разработке рассматриваются вопросы исследования рабочего затухания и параметров взаимного влияния между цепями симметричных кабелей связи на сетях широкополосного абонентского доступа в рабочем диапазоне частот систем xDSL. Приводятся нормы на указанные параметры для различных систем xDSL.

*Рекомендовано Методическим советом ГОУ ВПО ПГУТИ
в качестве методического пособия для студентов,
обучающихся по специальности МТС, СС и СК
Протокол заседания Методического совета ПГУТИ
№ 10 от 3 июня 2010 г.*

©ГОУ ВПО ПГУТИ -2011

©Андреев Р.В-2011

©Попов Б.В-2011

©Попов В.Б. -2011.

1. Цель работы.

Исследование рабочего затухания и параметров взаимного влияния между цепями симметричных кабелей связи, применяемых на сетях широкополосного абонентского доступа в рабочем диапазоне частот современных систем xDSL. Оценка результатов измерений исходя из нормируемых параметров в заданном диапазоне частот.

2. Литература.

1. Андреев В.А., Портнов Э.Л., Кочановский Л.Н. Направляющие системы электросвязи. Том 1-Теория передачи и влияния. М.: Горячая линия – Телеком, 2011 (Раздел 9).
2. Андреев В.А., Портнов Э.Л., Кочановский Л.Н. Направляющие системы электросвязи. Том 2-Проектирование, строительство и техническая эксплуатация. М.: Горячая линия – Телеком, 2010 (Раздел 9.6;10.7).
3. Власов В.Е., Парфенов Ю.А., Рохин Л.Г. и др. Кабели СКС на сетях электросвязи. М.: Эко-Трендз, 2006 (Раздел 3).
4. Росляков А.В. Сети доступа. Самара, СРПТЦ ПГУТИ, 2008 (Раздел 3).
5. Краткое описание прибора Дельта ПРО DSL (приводится в настоящей методической разработке).

3. Подготовка к работе.

1. Изучить теоретические вопросы взаимных влияний между цепями симметричных кабелей связи.
2. Изучить методы измерения рабочего затухания и параметров взаимного влияния симметричных кабелей связи.
3. Ознакомиться с нормированием измеряемых параметров цепей кабеля широкополосного абонентского доступа.

4. Контрольные вопросы.

1. Какая максимальная скорость передачи достигается при технологии xDSL на действующих кабелях типа ТПП?
2. Назовите наиболее применяемые технологии xDSL на действующих кабелях типа ТПП?
3. Где наиболее целесообразно использовать архитектуру FTTC?
4. Где наиболее целесообразно использовать архитектуру FTTB?
5. Где наиболее целесообразно использовать архитектуру FTTH?
6. Какие технологии xDSL применяются при архитектуре FTTC?
7. Какие технологии xDSL применяются при архитектуре FTTB?
8. Какие параметры электрических кабелей ШПД влияют на скорость передачи?
9. Поясните причины роста рабочего затухания с увеличением частоты.

10. Как и почему изменяется переходное затухание на ближайшем конце A_0 с ростом частоты?

11. Как и почему изменяется защищенность на дальнем конце с ростом частоты?

12. При каком значении переходного затухания на ближнем конце A_0 будет больше скорость передачи: 50 дБ или 25 дБ?

13. При каком значении защищенности на дальнем конце A_3 будет больше скорость передачи: 70 дБ или 35 дБ?

14. Поясните физическую сущность взаимных влияний между цепями электрических кабелей связи.

15. При каком значении рабочего затухания будет больше скорость передачи: 10 дБ или 25 дБ?

5. Содержание работы.

1. Ознакомиться с оборудованием рабочего места (макетом кабельной линии и измерительным прибором Дельта ПРО DSL в части измерения рабочего затухания и переходного затухания на ближнем и дальнем концах).

2. Произвести измерения цепей кабеля ТППЭп-10х2х0,4; а также цепей кабеля СКС категории 5е, сравнить результаты измерения с нормами и сделать выводы о соответствии измеренных данных установленным нормам. Полученные результаты измерения занести в таблицу 1.

5.1. Описание лабораторного макета.

В лаборатории на рабочих местах №1, №2, №3 и №4 на плиты ПН-10 подключен кабель марки ТППЭп-10х2х0,4 между станциями А и Б. Длина кабеля на рабочих местах составляет: №1 и №2 – 1170 м; №3 – 550 м; №4 – 1070 м. Кабельные пары распаяны на линейные (внутренние) гнезда. Кабель смонтирован из трех строительных длин, которые между собой соединены на кабельном боксе БКТ-100х2. На плитах бокса БКТ-100х2 могут быть скоммутированы исправные линии емкостью 10х2 на всех четырех рабочих местах. На заданной преподавателем длине линии необходимо выполнить измерение рабочего затухания и переходных затуханий на ближнем и дальнем концах. Кроме этого, имеется возможность по заданию преподавателя измерить эти параметры для смонтированной линии с использованием кабеля 5е категории, изготовленного по технологии витой пары и обладающего более высокой защищенностью цепей от взаимных влияний.

5.2. Общие положения по широкополосному абонентскому доступу.

В настоящее время рынок широкополосного абонентского доступа (ШПД) – это сегмент телекоммуникационного рынка, который развивается наиболее динамично во всем мире, в том числе и в России. На действующих абонентских сетях на основе кабелей типа ТПП больших скоростей для 100% количества действующих пар обеспечить не удастся. Как правило, скорость передачи, при наиболее широко применяемой в настоящее время технологии

ADSL и ADSL2, не превышает 9-12 Мбит/с при длине линии до 2 км (DSL-Digital Subscriber Line-цифровая абонентская линия). Такая скорость может быть приемлема для абонентов сельской местности, частного сектора городов. Сегодня для абонентов, проживающих в многоэтажных домах, широко применяется построение сети ШПД с использованием архитектуры FTTx. На участке от точки «х» до абонента в настоящее время в основном применяются различные технологии DSL, которые обеспечивают в зависимости от длины электрического кабеля скорость до 25 Мбит/с (ADSL2+), до 52 Мбит/с (VDSL) и до 100 Мбит/с (VDSL2).

Экономические условия в разных регионах России заметно различаются, поэтому в практике применяются различные архитектуры FTTx:

FTTC (Fiber to the Curb) – когда ОК прокладывается от узла связи до микрорайона, квартала или группы домов;

FTTB (Fiber to the Building) – ОК прокладывается до одного большого здания;

FTTH (Fiber to the Home) – ОК прокладывается до жилища (квартиры или отдельного коттеджа).

Указанные архитектуры отличаются главным образом тем, насколько близко к пользовательскому терминалу подходит оптический кабель. В настоящее время в России широко используется архитектура FTTC, при которой длина электрического кабеля составляет 700-1000 м, применяются также технологии ADSL2+ и VDSL, обеспечивающие скорости передачи до 25 Мбит/с и до 50 Мбит/с соответственно. В больших городах получает также широкое применение архитектура FTTB, при которой длина электрического кабеля сокращается до 100-200 м и при применении технологии VDSL2 скорость передачи может достигать до 100 Мбит/с.

Архитектура FTTH сегодня также начинает внедряться на сетях ШПД.

Для обеспечения высокой скорости передачи на участке электрического кабеля нужно обеспечить необходимую помехозащищенность между цепями на ближнем и дальнем концах. Кроме того, на величину скорости передачи оказывает влияние рабочее затухание линии.

В связи с этим необходимо выполнять измерения указанных параметров и сравнивать результаты измерения с нормами.

5.3. Измерение рабочего затухания

В настоящей работе измерение рабочего затухания $a_{p,изм}$ проводится при помощи кабельного прибора Дельта ПРО DSL. Измерения проводятся в диапазоне частот от 32 кГц до 4096 кГц на заданных преподавателем частотах и заданной преподавателем длине линии. Краткое описание и технические характеристики прибора касательно измерений переменным током приведены в приложении 1.

Для измерения рабочего затухания цепи кабеля (рабочей пары) подключите два прибора по одной из схем, изображенных на рис.1 и рис.2.

Установите необходимую частоту на обоих приборах. Измерения производятся, когда генератор включен и подается в линию сигнал.

Результат измерения некорректен в следующих случаях:

- несовпадение входной частоты и частоты установленной на приемнике;
- сигнал на входе приемника слишком велик.

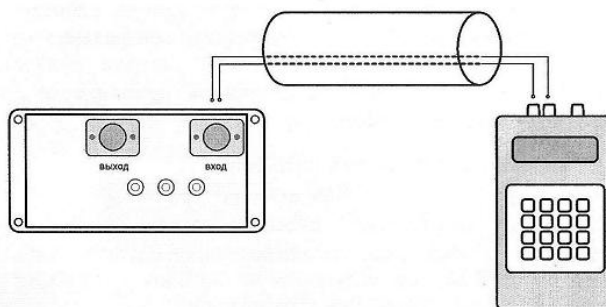


Рис. 1. Измерение рабочего затухания с использованием генератора Дельта

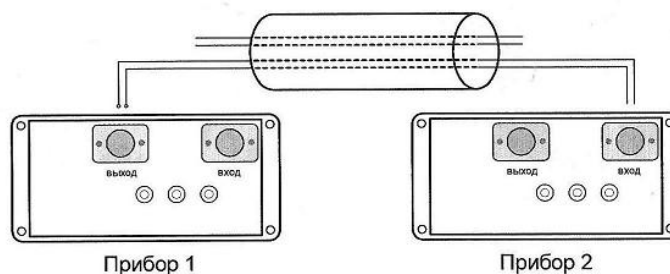


Рис. 1. Измерение рабочего затухания с использованием двух приборов Дельта ПРО DSL.

Результаты измерения необходимо занести в табл. 1, сделать пересчет затухания на длину в 1 км и сравнить с нормой (приложение 2) на максимальных частотах систем xDSL. Следует также построить график частотной зависимости рабочего затухания

$$a_{p.изм} = \varphi(f).$$

5.4. Измерение переходных затуханий на ближнем и дальнем концах кабеля.

Измерение переходного затухания на ближнем конце A_0 и на дальнем конце A_1 осуществляется между заданными преподавателем цепями кабеля на тех же частотах, на которых измерялось рабочее затухание $a_{p.изм}$. Для обеспечения согласованного режима работы необходимо использовать нагрузочные сопротивления 120 Ом.

Для измерения переходного затухания на ближнем конце $A_0(NEXT)$ подключите один прибор в соответствии с рис. 3. Показания прибора являются измеренным значением уровня переходного влияния.

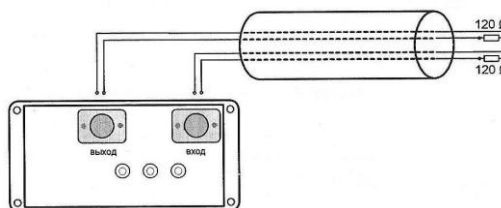


Рис. 3. Измерение переходного затухания на ближнем конце.

Для измерения переходного затухания на дальнем конце $A_1(\text{FEXT})$ применить схему, изображенную на рис. 4 или схему, изображенную на рис. 5.

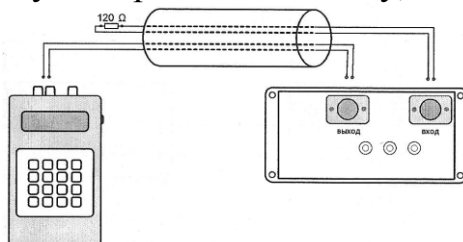


Рис. 4. Измерение переходного затухания на дальнем конце с использованием генератора Дельта (прибор Дельта DSL в режиме «АЧХ+»).

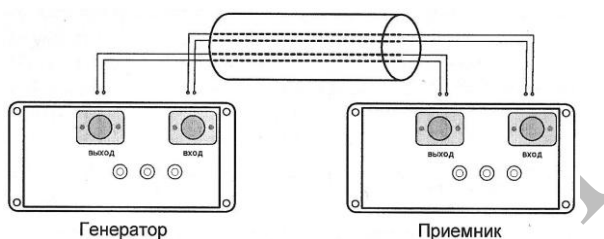


Рис. 5. Измерение переходного затухания на дальнем конце с использованием двух приборов Дельта-ПРО DSL (режим «АЧХ+»).

Результат измерения $A_0(\text{NEXT})$ и $A_1(\text{FEXT})$ необходимо занести в табл. 1. В связи с тем, что нормируется величина защищенности на дальнем конце $A_3(\text{ELFEXT})$, то необходимо сделать пересчет: $A_3 = A_1 - a_{p.\text{изм}}$, где $a_{p.\text{изм}}$ – рабочее затухание на измеряемой длине линии.

Результаты измерения A_0 и A_3 следует сравнить с нормами (приложение 2) и сделать выводы о соответствии параметров взаимного влияния установленным нормам. Необходимо также построить графики частотной зависимости: $A_0 = \varphi(f)$, $A_3 = \varphi(f)$.

Результаты измерения параметров кабеля ТПП_{ЭП} - 10×2×0,4

Таблица 1

Измеряемый параметр	Частота, МГц							
	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	4,0
$a_{p.\text{изм}}$, дБ	32	64	28	56	12	24	48	96
a_p на 1 км, дБ/км								
A_0 , дБ								
A_1 , дБ								
$A_3 = A_1 - a_{p.\text{изм}}$, дБ								

Примечание: Если будет задано измерение параметров кабеля категории 5е, изготовленного по технологии витой пары, то составляется таблица,

аналогичная табл. 1, в которой указывается кабель категории 5е с диаметром жил 0,53 мм (например, кабель ККПВ-5е-4×2×0,53 производства ЗАО «Самарская кабельная компания»).

5.5. Содержание отчета.

1. Отчет должен содержать схемы измерения параметров кабеля ШПД, а также таблицу с результатами измерения.
2. Графики изменения измеренных параметров кабеля в зависимости от частоты с объяснением физической сущности такого измерения.
3. Сравнение полученных результатов измерения с нормами и заключение о возможности использования исследуемого кабеля для работы систем xDSL на сетях ШПД.

5.6. Краткие сведения из теории взаимных влияний между цепями симметричных кабелей связи.

Взаимные влияния между цепями обусловлены воздействием электромагнитного поля, создаваемого влияющей цепью, на другие цепи. Количественная мера перехода электромагнитной энергии в цепь, подверженную влиянию, оценивается величиной электромагнитной связи между цепями, состоящей из электрической и магнитной связей:

$$K_{12}(\omega, l) = g_{12} + i\omega k_1 = \frac{I_2 \Phi}{U_1 \Phi}, \text{ См}$$

$$M_{12}(\omega, l) = r_{12} + i\omega m_1 = \frac{-E_2 \Phi}{I_1 \Phi}, \text{ Ом}$$

где I_2 и U_1 – соответственно ток и ЭДС, наведённые в цепи, подверженной влиянию;

U_1 и I_1 – напряжение и ток, действующие во влияющей цепи;

g_{12} и r_{12} – активные составляющие электрической и магнитной связей, представляющей собой асимметрию потерь соответственно в диэлектрике и металле проводников влияющей и подверженной влиянию цепей;

k_1 и m_1 – соответственно емкостная и индуктивная связи, вызванные асимметрией частичных ёмкостей и индуктивностей между проводниками.

Электрические и магнитные связи количественно зависят от частоты и суммируются по длине, при этом их результирующее влияние на ближнем и дальнем концах линии будет различным. В симметричных однородных кабелях, имеющих одинаковые параметры цепей, электрические и магнитные связи складываются, когда воздействуют на ближний конец, и вычитаются – при влиянии на дальний конец:

$$N_{12} \Phi = K_{12} \Phi Z_B + \frac{M_{12} \Phi}{Z_B}$$

$$F_{12} \Phi = K_{12} \Phi Z_B - \frac{M_{12} \Phi}{Z_B}$$

где $N_{12} \Phi$ – электромагнитная связь на ближнем конце;

$F_{12}(\varphi)$ - электромагнитная связь на дальнем конце;

Z_B - волновое сопротивление цепи.

Взаимные влияния называются непосредственными, если они действуют при следующих условиях:

- цепи на всем протяжении однородны, электрическая и магнитная связи равномерно распределены по всей длине линии, в линии отсутствуют отражённые волны;

- цепи нагружены на обоих концах согласованно, т.е. сопротивление нагрузки на концах равно волновому сопротивлению;

- отсутствует влияние через третьи цепи.

Степень взаимного влияния между цепями кабеля связи принято оценивать величинами переходного затухания на ближнем A_0 и дальнем A_1 концах.

Для одинаковых цепей при непосредственном влиянии переходные затухания на ближнем и дальнем концах определяются соотношениями (рис. 6 и 7):

$$A_0(\varphi) = 10 \lg \left| \frac{P_{10}}{P_{20}} \right| = 20 \lg \left| \frac{U_{10}}{U_{20}} \right|, \text{ дБ}$$

$$A_1(\varphi) = 10 \lg \left| \frac{P_{10}}{P_{21}} \right| = 20 \lg \left| \frac{U_{10}}{U_{21}} \right|, \text{ дБ}$$

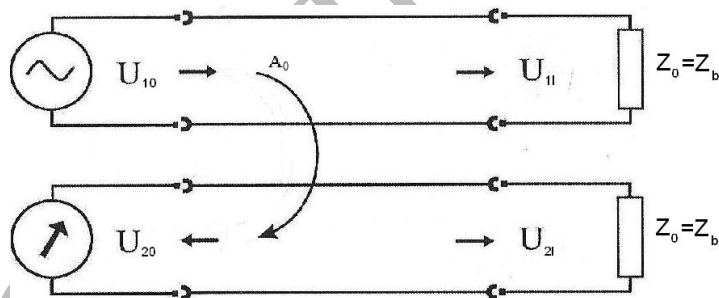


Рис. 6. Влияние на ближнем конце

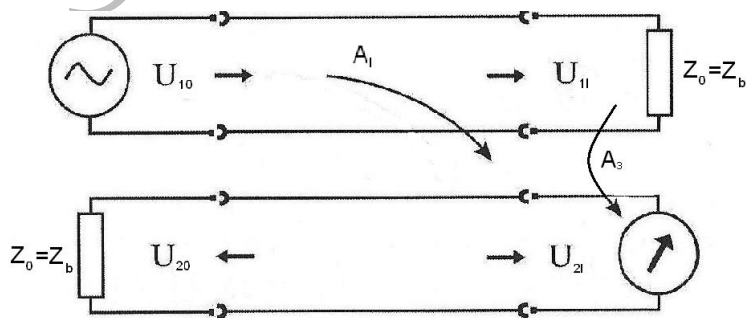


Рис. 7. Влияние на дальнем конце

Одной из важнейших характеристик помехозащищенности в кабелях связи является защищённость, характеризующая отношение уровня собственного сигнала, передаваемого по цепи, к уровню наведённой в этой цепи помехи:

$$A_3 = 10 \lg \left| \frac{P_C}{P_{II}} \right|, \text{ дБ}$$

При одинаковых уровнях передачи и приёма на концах двух взаимодействующих цепей защищённость цепи будет количественно равна защищённости на дальнем конце, связанной с переходным затуханием на дальнем конце соотношением:

$$A_3 = 20 \lg \left| \frac{U_{1l}}{U_{2l}} \right| = A_l - \alpha l, \text{ дБ}$$

где αl - представляет собственное затухание линии.

Для однородных симметричных кабельных линий переходное затухание на ближнем и защищённость на дальнем конце определяются из выражений:

$$A_0 = 20 \lg \left| \frac{4\gamma}{N_{12}} \cdot \frac{1}{1 - e^{-2\gamma l}} \right|, \text{ дБ}$$

$$A_3 = 10 \lg \left| \frac{2}{F_{12}} \right|, \text{ дБ}$$

Здесь $\gamma = \alpha + i\beta$ - коэффициент передачи.

В реальных линиях связи наряду с непосредственными влияниями действуют косвенные влияния вследствие конструктивных неоднородностей, несогласованных нагрузок, через третьи цепи. Результирующий ток помех определяется по закону суммирования случайных величин, поскольку амплитуды и фазы отдельных составляющих помех имеют случайный характер:

$$A_{рез} = 10 \lg \left[10^{-0,1A_H} + 10^{-0,1A_{KH}} + 10^{-0,1A_{OTP}} + 10^{-0,1A_{TP}} \right].$$

где $A_{рез}$ - результирующее значение переходного затухания или защищённости;

A_H - переходное затухание или защищённость при непосредственном влиянии;

A_{KH}, A_{OTP}, A_{TP} - переходное затухание или защищённость вследствие влияния соответственно конструктивных неоднородностей, отражений при несогласованных нагрузках и от влияния через третьи цепи.

Косвенные влияния на ближний и дальний концы оказывают различное действие. Так, например, на ближнем конце значительное влияние оказывают конструктивные неоднородности, а на дальнем конце их влияние по сравнению с другими незначительно, зато большее влияние оказывают третьи цепи.

Во всех случаях в симметричных кабелях с ростом частоты величина электромагнитных связей возрастает, а переходное затухание и защищённость уменьшается, т.е. взаимные влияния возрастают. Это и является основной причиной ограничения скорости передачи по электрическим кабелям связи.

Приложение 1

Краткая характеристика измерительного прибора Дельта-ППО DSL (измерения переменным током – частотные измерения).

В настоящем приложении приводятся только те характеристики прибора, которые необходимы для выполнения настоящей лабораторной работы (рабочее затухание и переходные затухания на ближнем и дальнем концах кабелей связи). Для сведения отметим, что этот прибор позволяет делать измерение параметров и определять расстояние до места повреждения кабеля постоянным током, а также использоваться в качестве рефлектометра.

Измеритель параметров кабельных линий Дельта-ППО DSL предназначен для измерения в полевых и стационарных условиях параметров симметричных кабелей связи.

Измерения в узкой полосе частот:

- рабочее затухание;
- переходное влияние на ближнем/дальнем конце (NEXT/FEXT).

Частотные характеристики одним прибором по 128 частотам:

- рабочее затухание сигнала по шлейфу (INSERTION LOSS);
- переходное влияние на ближнем конце (NEXT).

Частотные характеристики, снимаемые в автоматическом режиме с генератором Дельта на дальнем конце (или другим прибором Дельта-ППО DSL) по 128 частотам:

- рабочее затухание сигнала (INSERTION LOSS);;
- переходное влияние на дальнем конце (FEXT).

Прибор рекомендуется применять при строительстве, установке, эксплуатации и ремонте систем цифрового уплотнения xDSL, модемов для выделенных линий, а также для проверки кабелей на заводе-изготовителе.

Измеритель частотных параметров кабельных линий функционально состоит из генератора, приемника и комплекта измерительных проводов для частотных измерений.

Конструкция прибора





Прибор выполнен в металлическом ударопрочном корпусе, помещенном в сумку для переноски.

Лицевая панель прибора (кнопки управления)

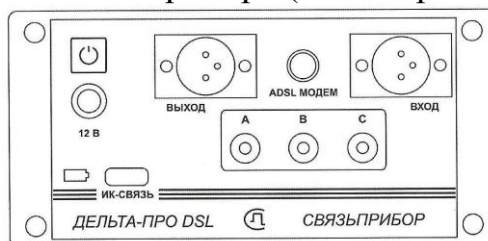


Кнопки прибора и их назначение

Кнопка	Режим измерений		
	Частотные измерения	Рефлектометр	Мост ИРК-ПРО
	Узкополосное измерение уровня	Ширина импульса	Измерение сопротивления изоляции
	Оценка спектра внешних помех	Диапазон	Измерение электрической ёмкости
	Измерение АЧХ переходного влияния на ближнем конце, измерение АЧХ рабочего затухания «по шлейфу»	Усиление	Измерение сопротивления шлейфа
	Измерение АЧХ переходного влияния на дальнем конце, измерение АЧХ рабочего затухания	Растяжка	Измерение омической асимметрии
	Оценка скоростного потенциала линии ADSL	Коэффициент усиления	Измерение расстояния до места повреждения кабеля
	Режим измерений		
	Частотные	Рефлектометр	Мост ИРК-

	измерения	ПРО
	Выход в основное меню прибора, выход/отмена текущего меню или сообщения	
	Сохранение результата текущего измерения в память прибора	
	Управление контрастностью и подсветкой экрана прибора	
	Навигационные кнопки: «влево», «вправо», «вверх», «вниз», «Ок»	

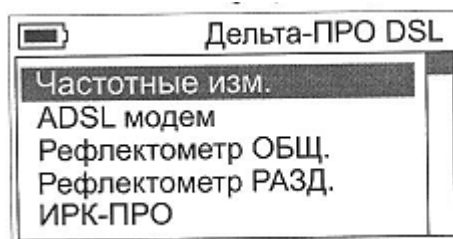
Задняя часть прибора (панель разъемов)



Подготовка к работе

После проведения внешнего осмотра прибора и проверки напряжения на аккумуляторах прибор включается. О правильном подключении и нормальном напряжении питания свидетельствует появление на экране заставки, сообщающей о типе прибора и версии встроенного программного обеспечения.

В приборе реализована защита от случайного включения. После включения прибора кнопкой (Вкл/Выкл) необходимо в течение 2-х секунд подтвердить включение нажатием кнопки (ОК). В результате на экране должно отобразиться главное меню.



Прибор располагает набором функций, доступ к которым осуществляется через пункты главного меню. Перемещение по пунктам осуществляется кнопками «↑» «↓», выбор – кнопка «ОК».

Список пунктов главного меню

- **Частотные измерения** (узкополосное измерение уровня сигнала, спектр шумов, измерение АЧХ)

- **ADSL модем** (оценка скорости на линии со стороны абонента)
- **Рефлектометр** (общий вход)
- **Рефлектометр** (раздельный вход)
- **ИРК-ПРО** (измерения сопротивления изоляции, электрической емкости, сопротивления шлейфа, омической асимметрии, расстояния до повреждения изоляции кабеля)
- **Память** (просмотр сохраненных результатов измерений, список кабелей)
- **Список кабелей**
- **Связь с ПК** (передача результатов измерений на персональный компьютер)
- **Настройки прибора** (установка реального времени и хронометра, а также управление режимом автоматического отключения прибора).

Автоматическое отключение срабатывает в случае отсутствия нажатий на кнопки прибора в течение 10 минут. Возможные значения: «Вкл» и «Выкл» (переключение кнопками «←» и «→»).

В заключение настоящего приложения отметим, что прибор Дельта-ПРО DSL позволяет измерять АЧХ затухания и переходных влияний с отображением на измерительном экране.

Приложение 2

Краткая характеристика технологий xDSL и нормы на рабочее затухание и переходные затухания на ближнем и дальнем концах симметричных кабелей ШПД.

На сети ШПД работает большое количество технологий высокоскоростной передачи информации, объединенных общим названием xDSL (цифровая абонентская линия; где x-префикс, определяющий конкретный тип технологии DSL), при этом используются как симметричные, так и асимметричные технологии.

На сетях ШПД в России находят наибольшее применение следующие асимметричные технологии: ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL2.

Технология ADSL является самой распространенной технологией для обеспечения широкополосного абонентского доступа к услуге Triple Play в мире, правда при относительно невысокой скорости передачи. Верхний предел скорости передачи к пользователю составляет 8 Мбит/с и 1,5 Мбит/с в обратном направлении (Рекомендация G.992.1 ITU-T).

Технология ADSL2 (Рекомендация G.992.3 ITU-T) основана на традиционной технологии ADSL и по существу является ее модернизацией в части лучшей адаптации к новым приложениям Triple Play. Повышен верхний предел скорости передачи в направлении к пользователю с 8 до 15 Мбит/с, оптимизирован режим управления мощностью передачи, улучшены и расширены диагностические функции. Технология ADSL2, так же, как и ADSL, работает в диапазоне частот до 1,1 МГц.

Технология ADSL2+ (Рекомендация G.992.5 ITU-T) по своей сути является прикладной технологией, которая позволила на основе ADSL2 увеличить скорость передачи в направлении к пользователю до 24 Мбит/с, а в обратном направлении до 16 Мбит/с.

Технология VDSL (Very high speed Digital Subscriber Line)-сверхскоростная цифровая абонентская линия, соответствует рекомендации G.993.1 обеспечивает в асимметричном варианте в направлении к пользователю скорость передачи до 57 Мбит/с и до 33 Мбит/с по направлению от пользователя. Такая высокая скорость передачи обеспечивается только на небольших расстояниях: около 300 м при скорости 57 Мбит/с и около 1,8 км при скорости 13 Мбит/с. Эта технология может работать и в симметричном варианте, в этом случае скорость передачи в направлении к пользователю и в

обратном направлении составляет до 33 Мбит/с. Рабочий диапазон частот VDSL-до 4 МГц.

Технология VDSL2 (Рекомендация G.693.2 ITU-T) – это сверхскоростная цифровая абонентская линия обеспечивает скорость передачи в направлении пользователя и обратно до 100 Мбит/с. При такой скорости передачи длина линии составляет 100-200 м. Рабочий диапазон частот – до 12 МГц.

Высокое качество передачи на сетях ШПД при работе указанных выше систем xDSL возможно только при условии выполнения норм на величину рабочего затухания в пересчете на длину цепи в 1 км и величины переходных затуханий на ближнем и защищенности на дальнем концах кабеля связи.

Приведем нормы на рабочее затухание на длину цепи в 1 км:

Системы ADSL и ADSL2 (максимальная частота 1,024 МГц)

Кабель ТПП($d_0=0,4$ мм) $a \leq 27$ дБ

Кабель ТПП($d_0=0,5$ мм) $a \leq 21$ дБ

Система ADSL2+ (максимальная частота 2,048 МГц)

Кабель ТПП($d_0=0,4$ мм) $a \leq 35,5$ дБ

Кабель ТПП($d_0=0,5$ мм) $a \leq 28,5$ дБ

Система VDSL (максимальная частота 4,096 МГц)

Кабель на основе витой пары ($d_0=0,5$ мм) $a \leq 42,5$ дБ

Система VDSL2 (максимальная частота 12 МГц)

Кабель на основе витой пары ($d_0=0,5$ мм) $a \leq 60,3$ дБ

Нормы на переходное затухание на ближнее и защищенность на дальнем концах на указанных выше частотах:

Системы ADSL и ADSL2 $A_0 \geq 55$ дБ; $A_3 \geq 59$ дБ;

Система ADSL2+ $A_0 \geq 50$ дБ; $A_3 \geq 53$ дБ;

Система VDSL $A_0 \geq 45$ дБ; $A_3 \geq 47$ дБ;

Система VDSL2 $A_0 \geq 39$ дБ; $A_3 \geq 38$ дБ.

Методические материалы

Андреев Р.В
Попов Б.В
Попов В.Б.

Исследование рабочего затухания и параметров взаимного влияния электрических кабелей связи широкополосного абонентского доступа
Методическая разработка к лабораторной работе №8

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
443010, г. Самара, ул. Льва Толстого 23.

Отпечатано фотоспособом в соответствии с материалами, представленными заказчиком

Подписано в печать 7.02.11 г. Формат 60×84¹/₁₆ Бумага писчая №1. Гарнитура Таймс.

Заказ 853. Печать оперативная. Усл. печ. л. 1.43. Тираж 100 экз.

Отпечатано в издательстве учебной и научной литературы Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики
443090, г. Самара, Московское шоссе 77.
т. (846) 228-00-44