

**Galios**

**МОДЕМ SHDSL-B1-H**  
**РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ V1.4**

[www.galios.ru](http://www.galios.ru)  
[support@galios.ru](mailto:support@galios.ru)  
(495) 789-58-04

# Содержание

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b> .....	<b>2</b>
<b>НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ</b> .....	<b>4</b>
<b>ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>ПАРАМЕТРЫ ПОРТА SHDSL</b> .....	<b>5</b>
<b>ПАРАМЕТРЫ ПОРТА TDM</b> .....	<b>5</b>
<b>ПАРАМЕТРЫ КОНТРОЛЛЕРА HDLC</b> .....	<b>5</b>
<b>СТРУКТУРА МОДЕМА</b> .....	<b>6</b>
ПОРТ DSL .....	6
РЕЖИМЫ ПОРТА DSL .....	7
<i>Режимы на линии</i> .....	9
<i>Способы передачи синхронизации (clock mode)</i> .....	9
<i>Режим синхронизации со стороны TDM</i> .....	10
<i>Альтернативная синхронизация в режиме Line-timed</i> .....	11
КОММУТАТОР TDM .....	12
<i>Блок коммутации данных</i> .....	12
<i>Блок коммутации синхросигналов</i> .....	14
КОНТРОЛЛЕР HDLC .....	15
<b>УСТАНОВЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЯ</b> .....	<b>17</b>
<b>СКОРОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ</b> .....	<b>18</b>
<b>УПРАВЛЕНИЕ МОЩНОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ</b> .....	<b>19</b>
<b>4-ПРОВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОРТА DSL</b> .....	<b>20</b>
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 4-ПРОВОДНОГО РЕЖИМА.....	20
ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА ПОРТА DSL .....	21
<b>ТЕСТОВЫЕ РЕЖИМЫ</b> .....	<b>22</b>
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ПОРТА DSL .....	22
ЗАВОРОТЫ НА TDM .....	23
<b>ИНДИКАЦИЯ</b> .....	<b>24</b>
Индикация состояния локального порта. Выходы LED и DATA.....	24
ВНЕШНИЙ БЛОК ИНДИКАЦИИ .....	29
<b>ТЕРМИНАЛЬНЫЙ ПОРТ</b> .....	<b>31</b>
ЗАМЕНА ПО .....	31
ТЕРМИНАЛЬНЫЕ КОМАНДЫ .....	32
<i>Команды доступа к регистрам</i> .....	32
<i>Команды уровня модема SHDSL</i> .....	33
<i>Настройки локального порта DSL</i> .....	34
<i>Настройки портов цепочки (включая локальный порт)</i> .....	35
<i>Работа с интерфейсами цепочки (включая локальный порт)</i> .....	37
<i>Настройки порта TDM</i> .....	38
<i>Команды для работы с конфигурациями</i> .....	39
<b>УПРАВЛЕНИЕ КОНФИГУРАЦИЯМИ</b> .....	<b>40</b>
<b>ВНЕШНИЕ СИГНАЛЫ</b> .....	<b>41</b>
<b>ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС EUP</b> .....	<b>48</b>
<b>СИСТЕМА ПРЕРЫВАНИЙ</b> .....	<b>49</b>
<b>РАБОТА КОНТРОЛЛЕРА HDLC</b> .....	<b>51</b>
ОБНАРУЖЕНИЕ ОШИБОК. СЧЕТЧИКИ СТАТИСТИКИ .....	52
ГЕНЕРАЦИЯ ПРЕРЫВАНИЙ .....	53
ПЕРЕДАЧА ПАКЕТА .....	54
ПРИЕМ ПАКЕТА .....	55

---

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЛЕРА.....	56
<b>СООБЩЕНИЯ ЕОС .....</b>	<b>57</b>
ФОРМАТ СООБЩЕНИЙ .....	58
ПЕРЕДАЧА СООБЩЕНИЯ.....	58
ПРИЕМ СООБЩЕНИЯ .....	58
<b>ДАННЫЕ СТАТИСТИКИ .....</b>	<b>59</b>
<b>ПОРТЫ АЦП .....</b>	<b>60</b>
<b>ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ .....</b>	<b>61</b>
СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕГИСТРЫ .....	62
РЕГИСТРЫ ПОРТА DSL (PAGE 0x00) .....	68
РЕГИСТРЫ ПОРТА TDM (PAGE 0x10) .....	71
РЕГИСТРЫ СОСТОЯНИЯ И СТАТИСТИКИ ИНТЕРФЕЙСА ЦЕПОЧКИ (PAGE 0x20) .....	72
РЕГИСТРЫ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПОЧКОЙ (PAGE 0x30) .....	75
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ.....</b>	<b>77</b>
ГАБАРИТЫ И КООРДИНАТЫ КРЕПЕЖНЫХ ОТВЕРСТИЙ .....	77
КООРДИНАТЫ СОЕДИНИТЕЛЕЙ .....	78
ВЫСОТА КОМПОНЕНТОВ.....	79
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. РАСПОЛОЖЕНИЕ КОНТАКТОВ МОДЕМА SHDSL-B1-H.....</b>	<b>80</b>

## Назначение и условия эксплуатации.

Одноканальный модем предназначен для работы в составе необслуживаемой аппаратуры цифровых систем передачи, в составе систем технологической связи, охранной и пожарной сигнализации.

Модем эксплуатируется при температуре -40..+80°C

## Общее описание.

Модем SHDSL обеспечивает прием/передачу данных от порта TDM или от внешнего процессора по медной витой паре. Кодировка сигнала в линии, форматы данных и управления соответствуют рекомендациям ИТУ-T G.991.2 (SHDSL), G.991.2 (SHDSL bis).

Модем имеет режимы синхронизации, позволяющие его использование в качестве оконечных устройств цифровых систем передачи.

Конструктивно модем выполнен для использования в составе модульного оборудования. Линейная часть модема предусматривает наличие системы удаленного питания с протеканием тока через полуобмотки трансформатора.

Порт DSL модема помимо стандартного 2-проводного режима передачи (в дуплексе по одной паре) обеспечивает 4-проводный режим с разделением приема и передачи по двум парам. 4-проводный режим предназначен для обеспечения совместной работы модема с системами, использующими частотное разделение каналов (например, K60).

Выбор режимов работы производится программированием регистров модема. Управление модемом производится внешним устройством, упоминаемым далее как **внешний хост**. Для управления модем имеет параллельный микропроцессорный интерфейс EUP. Изменение настроек модема, получение состояния соединения и статистики производятся через регистры модема. Настройки модема могут быть сохранены в энергонезависимой памяти, и использоваться при последующей работе.

Для скоростной передачи данных от внешнего хоста модем имеет встроенный контроллер HDLC.

Модем поддерживает передачу сервисных сообщений через биты EOC фреймов DSL.

Модем имеет терминальный порт предназначенный для управления модемом при помощи терминальных команд и для замены ПО.

Габаритные и присоединительные размеры модема SHDSL-B1-H показаны в Приложении 1.

## Параметры порта SHDSL.

- Код передачи: TC-РАМ4/8/16/32/64/128
- Общая скорость цифрового потока на линии: 200...15360 Кбит/с.
- Скорость данных в потоке на линии: 192...15352 Кбит/с.
- Дискретность выбора скорости 8 Кбит/с.
- Напряжение изоляции линейного трансформатора не хуже 2000В
- Защита порта от перенапряжений: первичная – отсутствует  
вторичная - смонтирована на модеме

## Параметры порта TDM.

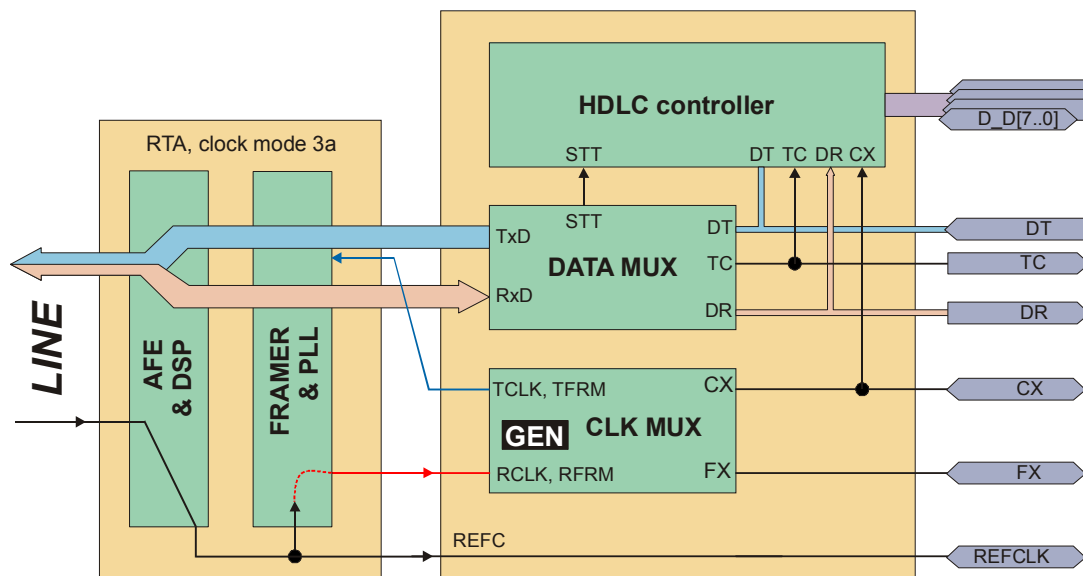
- Частота битовой синхронизации: 2048, 4096, 8192, 16384 Кбит/с
- Режимы: синхронный (3а), плезио сонаправленный (1а)
- Требуемая точность входной частоты в синхронных режимах не хуже +/- 32ppm
- Точность выходной частоты в синхронных режимах +/- 25ppm

## Параметры контроллера HDLC.

Размер пакетов	более 3 байт, максимальный размер не ограничен.
Контрольная сумма	CRC16 $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
Размер буфера на передачу	до 32 пакетов суммарной длиной 512 байт
Размер буфера на прием	до 32 пакетов суммарной длиной 1024 байт
Прерывания	есть, на прием и передачу
Счетчики статистики	на приеме: ошибки, переполнения (overrun), на передаче: опустошения буфера (underrun)

## Структура модема

Модем имеет 1 порт DSL и 1 порт TDM. Порт DSL модема связан с портом TDM через мультиплексоры данных и сигналов синхронизации. Порт TDM выведен на внешние контакты модема и подключен к контроллеру HDLC. Регистры контроллера доступны через параллельный микропроцессорный интерфейс.



### Порт DSL.

Порт DSL состоит из блока обработки сигнала AFE/DSP и фреймера DSL.

Блок AFE/DSP производит помехоустойчивое кодирование и декодирование данных, обеспечивает фильтрацию принимаемого сигнала, эхоподавление. Приемная часть DSP выделяет из сигнала в линии частоту, которая используется для синхронизации других блоков порта DSL.

Данные от TDM и данные канала EOC передаются по линии в структурированном виде. Данные помещаются в циклы DSL. Фреймер и связанная с ним система ФАПЧ предназначены для формирования этих циклов на передаче и выделения циклов из битового потока получаемого с выхода DSP на приеме. Вход и выход фреймера со стороны TDM оперируют с циклами TDM длительностью 125мкс.

Интерфейс порта DSL с мультиплексором TDM состоит из следующих сигналов:

- TxD – вход порта DSL, данные TDM, которые передаются в линию данным портом.
- TCLK – вход порта DSL, сигнал битовой синхронизации для данных, передаваемых в линию.
- TFRM – вход порта DSL, сигнал цикловой синхронизации для данных, передаваемых в линию.
- RxD – выход порта DSL, данные TDM, принятые данным портом из линии.
- RCLK – выход порта DSL, сигнал битовой синхронизации для данных, принятых из линии.
- RFRM – выход порта DSL, сигнал цикловой синхронизации для данных, принятых из линии.
- REFC – выход порта DSL, сигнал частоты, выделенный из линии или из потока данных.

Сигналы данных TxD и RxD содержат циклы TDM длительностью 125мкс с данными, передаваемыми в линию и принимаемыми из линии данным портом DSL. Общее количество канальных интервалов в цикле TDM (частота сигналов RCLK, TCLK, CX) определяется регистром PTSN.

Полоса, занимаемая данными порта DSL в циклах TDM, определяется установленной скоростью соединения на линии (регистры FRATE и FRATE1), а также смещением занимаемой полосы, выбранным в регистрах POFFS и POFFS1. Позиции циклов, незанятые данными, принимаемыми портом DSL из линии, заполнены константным значением '1'.

## ***Режимы порта DSL***

Модем обеспечивает работу порта DSL в шести режимах:

- COT, clock mode 3a, TDM-timed
- COT, clock mode 1a, TDM-timed
- RTA, clock mode 3a, TDM-timed
- RTA, clock mode 1a, TDM-timed
- RTA, clock mode 3a, Line-timed
- RTA, clock mode 1a, Line-timed

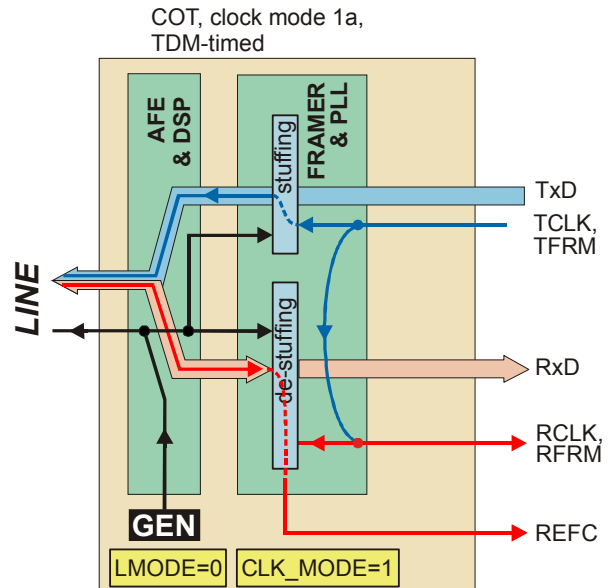
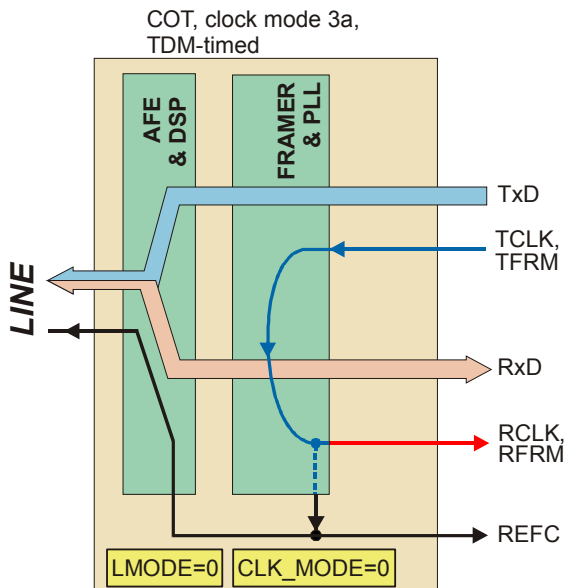
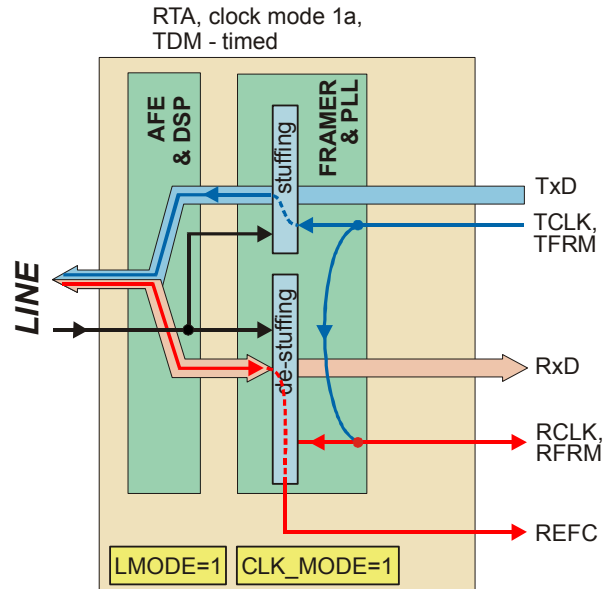
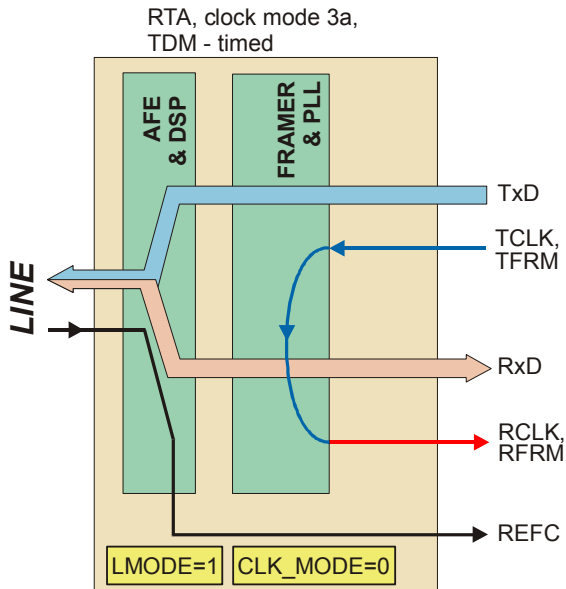
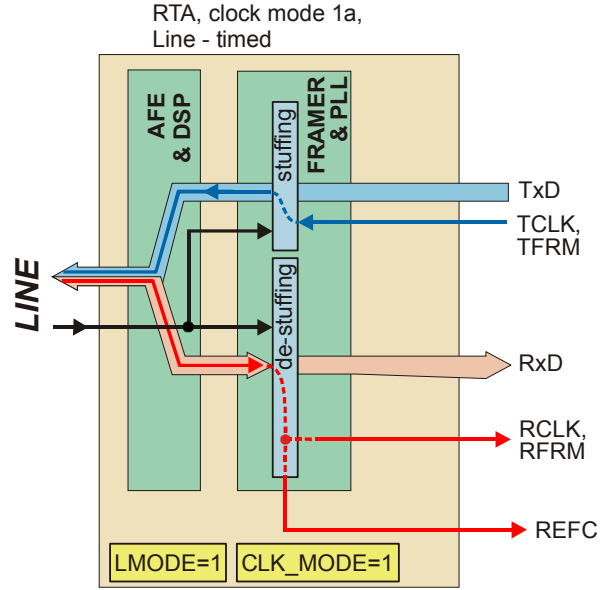
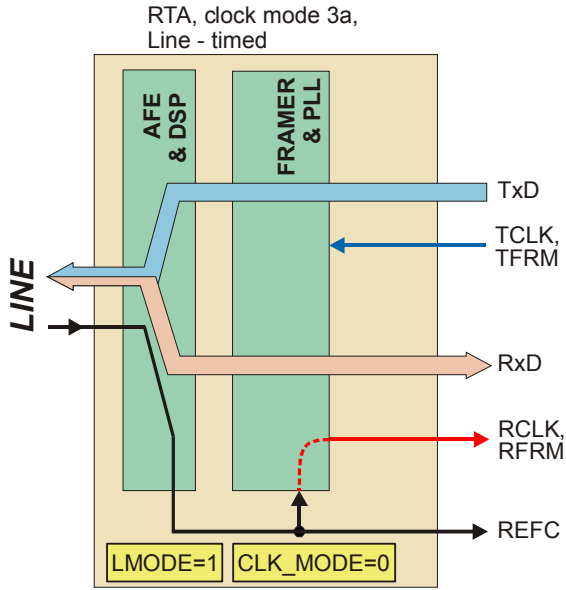
Режим порта DSL определяется режимом на линии COT/RTA, способом передачи синхронизации 1a/3a (синхронный/плеззиохронный) и режимом синхронизации со стороны TDM Line-timed/TDM-timed.

Далее на рисунке показаны все режимы порта DSL модема с направлениями синхросигналов.

Синим цветом показан поток данных, передаваемых в линию (TxD) и сигналы битовой и цикловой синхронизации TCLK и TFRM.

Красным цветом показан поток данных, принимаемых из линии (RxD) и соответствующие синхросигналы (RCLK и RFRM).

Черным цветом показана частота, используемая для синхронизации потока в линии.





## Режимы на линии

Порт DSL модема может работать в одном из двух режимов на линии: COT и RTA

**COT** (Central Office Terminal) – режим, в котором линейное окончание порта DSL передает в линию синхросигнал, производный от частоты, получаемой от:

- порта TDM
- внутреннего генератора.

Частота, которая используется для передачи по линии, должна иметь точность не хуже  $\pm 32$ ppm.

**RTA** (Remote Terminal Adapter) – режим, в котором линейное окончание порта DSL выделяет тактовую частоту из принимаемого сигнала. Частота, производная от выделенной на приеме, используется для синхронизации порта TDM.

На противоположных сторонах линии порты DSL модемов должны иметь разные режимы на линии COT и RTA. Выбор режима порта DSL производится пользователем через регистр LMODE.

## Способы передачи синхронизации (clock mode)

Порт DSL модема поддерживает два способа переноса синхросигнала через линию: синхронный и сонаправленный плезиохронный.

**Синхронный режим (3a)** порта DSL означает, что сигналы синхронизации TDM связаны с частотой, используемой для синхронизации потока в линии.

Порт DSL в режиме COT использует TCLK для получения частоты синхронизации потока в линии и сигнала REFC.

Сторона RTA в блоке DSP выделяет частоту из принимаемого сигнала и формирует сигнал REFC. Если порт работает в режиме RTA Line-timed, сигналы RCLK и RFRM также содержат частоту производную от выделяемой из линии.

Для синхронного режима существует ограничение на точность частоты, получаемой от порта TDM. Поскольку частота CX используется для передачи по линии, она должна быть не хуже  $\pm 32$ ppm.

**Плезиохронный режим (1a)** порта DSL означает, что частота, используемая для синхронизации потока в линии, не зависит от сигналов синхронизации TDM. Синхронизация от порта TDM передается вместе с данными в циклах DSL.

Частота, используемая для синхронизации потока в линии, формируется локальным генератором порта DSL на стороне COT.

Данные от порта TDM стороны COT (TxD) попадают на фреймер и формируются в виде циклов DSL, следующих с периодом 6мс. Для генерации циклов DSL используется частота синхронизации на передачу (TCLK, TFRM). Специальное устройство во фреймере производит стаффинг. Смысл процедуры стаффинга состоит в том, что в плезиохронном режиме (в отличие от синхронного режима) циклы DSL имеют переменную длину. Длина циклов варьируется в зависимости от фазовой ошибки между частотами TCLK и некоторой опорной частотой, производной от частоты в линии. В случае если эти частоты одинаковы (TCLK имеет номинальное значение), то в линию уходят блоки одинаковой длины. Если частота TCLK меньше номинального значения, то длина передаваемого в линию блока увеличивается на 1..2 бита. Если TCLK выше номинального значения, то длина уменьшается на 1..2 бита. Таким образом, в линию передаются не только данные от TDM, но и информация об отклонении частоты TCLK от номинального значения.

На удаленной стороне во фреймере производится обратное преобразование – дестаффинг. Длина принимаемых из линии циклов измеряется, и на основании полученной информации формируется частота, выдаваемая на RCLK. ФАПЧ фреймера усредняет отклонения длины принимаемых блоков, уменьшая джиттер RCLK.

На выход REFC выдается частота производная от синхросигнала, получаемого механизмом дестаффинга.

В общем случае механизм стаффинга обеспечивает передачу независимой синхронизации от COT к RTA и от RTA к COT. Однако модем поддерживает только сонаправленную передачу: частота от COT передается на RTA.

Для плезихронного режима требование к точности частоты порта TDM ослаблено по сравнению с требованием  $\pm 32\text{ppm}$  синхронного режима. Использование плезихронного режима расширяет область применения модемов, в частности – в случаях синхронизации от локальных стыков E1, где точность синхросигнала может находиться в пределах  $\pm 50\text{ppm}$  и хуже.

Ограничение, возникающее при использовании плезихронного режима - это больший джиттер по сравнению с синхронным режимом. Дополнительный джиттер вносится механизмом стаффинга и ограничивает количество участков регенерации в системе передачи.

Выбор способа синхронизации порта DSL производится через регистр CLK\_MODE. Порты DSL с обеих сторон соединения должны иметь одинаковый режим.

## Режим синхронизации со стороны TDM.

Порт TDM модема имеет цепи синхронизации CX/FX, общие для передаваемых и принимаемых данных. Это означает, что частота и фаза синхросигналов порта DSL на приеме (RCLK/RFRM) и на передаче (TCLK/TFRM) должны быть равными. Равенство RCLK/RFRM и TCLK/TFRM по частоте и фазе достигается заворотом этих сигналов. В зависимости от направления передачи синхросигнала, заворот может производиться двумя способами.

Если порт DSL получает синхронизацию со стороны TDM, заворот TCLK/TFRM на RCLK/RFRM производится портом DSL. Внутри порта выходные сигналы RCLK/RFRM подключаются к входным TCLK/TFRM. Этот режим работы упоминается как **TDM-timed**.

Если порт DSL имеет режим на линии RTA, он выделяет синхросигнал из принимаемого сигнала (clock mode 3a) или из принимаемого потока данных (clock mode 1a). Выделенный синхросигнал может использоваться в качестве источника синхронизации для порта TDM. В этом случае заворот выходной частоты RCLK/RFRM на входную TCLK/TFRM производится мультиплексором TDM (вне порта DSL). Такой режим работы упоминается как **Line-timed**.

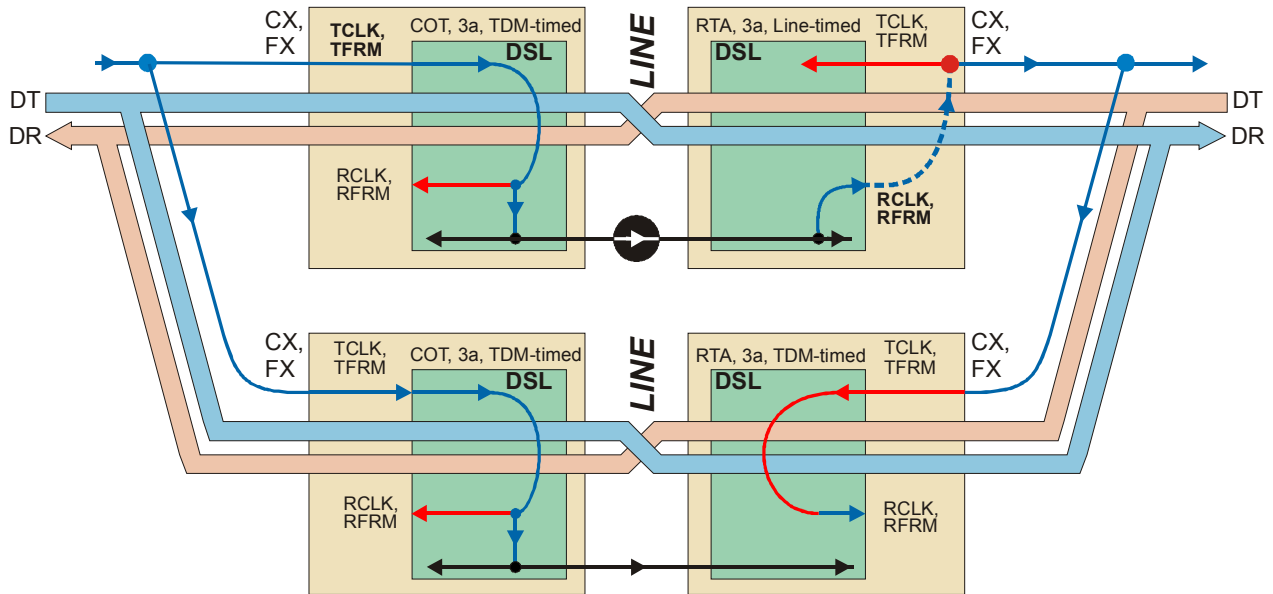
Выбор режима TDM-timed/Line-timed производится модемом автоматически, в зависимости от значений регистра LMODE порта DSL и регистра TDM PMODE:

- Если порт DSL работает в режиме RTA ( LMODE = 1 ) и порт TDM получает синхронизацию от порта DSL ( PMODE= 2), то для данного порта DSL выбирается режим Line-timed.
- Для всех остальных случаев порт DSL работает в режиме TDM-timed.

Режим TDM-timed является единственно возможным для порта DSL, имеющего режим COT на линии. Порт RTA может работать как в режиме TDM-timed, так и в режиме Line-timed.

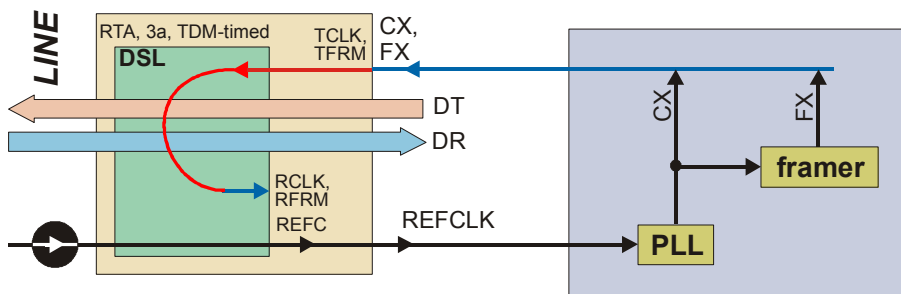
В системах передачи порт RTA используется в режиме TDM-timed в двух случаях:

1. Если удаленные устройства связаны между собой более чем одной линией (несколькими модемами), а передаваемые данные синхронизируются со стороны COT от единого источника синхронизации.



В этом случае для синхронизации TDM на стороне RTA используется частота, выделенная из принимаемого сигнала или потока одним из портов DSL. Порт DSL, от которого синхронизируется TDM (верхний на рисунке), имеет режим Line-timed. Остальные порты DSL, получают синхросигнал от TDM, и работают в режиме TDM-timed.

2. В случае, если со стороны RTA используется внешний ФАПЧ (например, в случае применения модема в составе выноса ЦАТС), все порты модема на стороне RTA работают в режиме TDM-timed.



Внешняя система ФАПЧ синхронизируется от частоты, выделенной из принимаемого сигнала или потока (сигнал REFCLK), и вырабатывает битовую и цикловую синхронизацию для порта TDM. Сигналы CX/FX – входы модема, а порт DSL работает в режиме TDM-timed.

## Альтернативная синхронизация в режиме Line-timed.

Частота, выделенная из принимаемого сигнала портом DSL в режиме Line-timed, может использоваться для синхронизации TDM и устройств, подключенных к этому TDM. Во время, когда соединение по линии не установлено, порт DSL выдает частоту от внутреннего ФАПЧ трансивера. Ввиду особенностей ФАПЧ частота на выходе порта DSL имеет дрожание, а также замирения в процессе установления соединения. Если частота, выделяемая из линии и выдаваемая на TDM, может повлиять на работу системы, для порта DSL может использоваться возможность автоматического переключения выходного синхросигнала на внутренний генератор при отсутствии соединения по линии.

Автоматическое переключение порта DSL в режиме Line-timed на внутренний генератор при отсутствии соединения производится, если регистр ACLK\_MODE имеет значение 1. Если регистр имеет значение 0, переключение не производится.

Так как разрыв соединения по линии обнаруживается модемом с некоторой задержкой, переключение на альтернативный источник синхросигнала от внутреннего генератора не исключает кратковременного разрушения синхронизации. Кроме того, переключение источника синхросигнала производится без учета фазы. Полное исключение особенностей работы трансивера при отсутствии соединения по линии, связанных с искажениями синхросигнала достигается применением внешней ФАПЧ и использованием соответствующих режимов синхронизации модема.

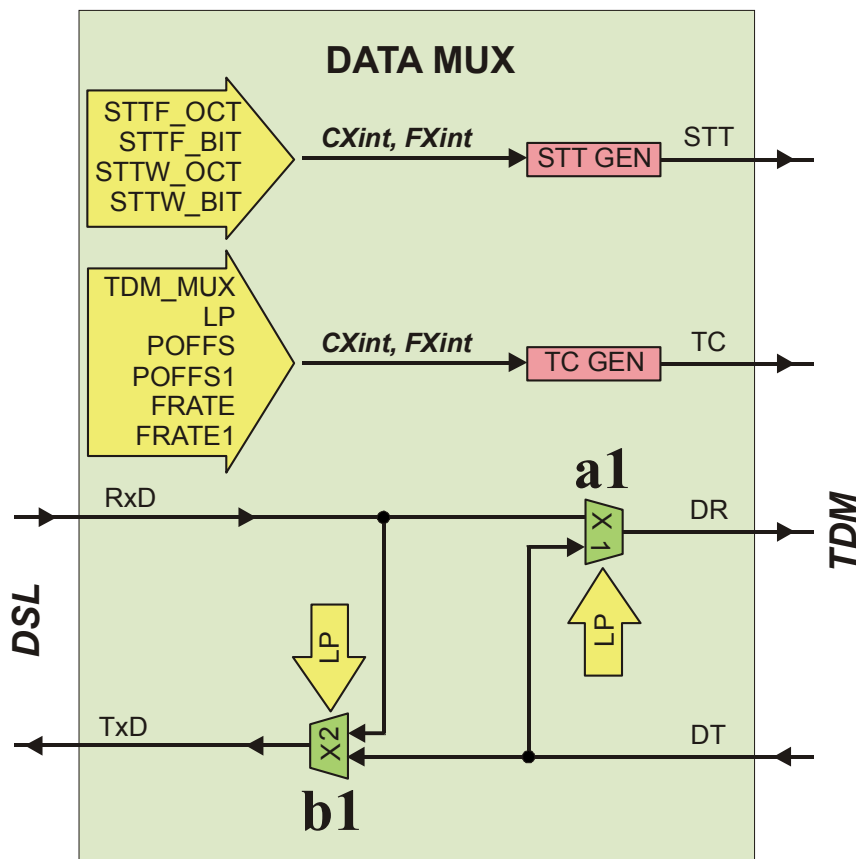
## Коммутатор TDM

Блок коммутации сигналов TDM обеспечивает статическую коммутацию источников синхронизации и данных между внешними цепями потока TDM и сигналами порта DSL. Управление коммутатором производится через регистры страниц TDM.

В состав коммутатора TDM входят: коммутатор данных (DATA MUX) и коммутатор синхросигналов (CLK MUX).

### Блок коммутации данных

В состав блока входят мультиплексоры a1 и b1, используемые для включения заворотов (петель) на TDM. Также блок содержит устройства для формирования двух сигналов TC.



Назначение и описание работы узлов коммутатора данных показано в таблице.

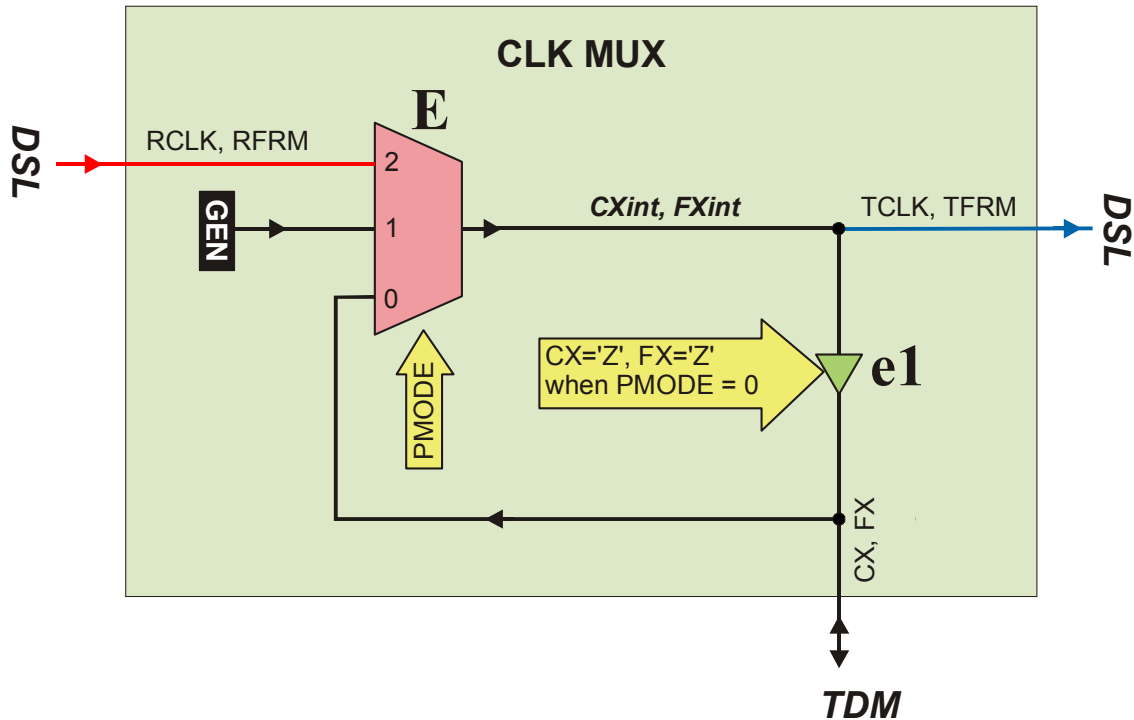
Узел	Описание
a1, b1	<p>Мультиплексоры предназначены для включения локального и удаленного заворотов.</p> <p>Управление мультиплексорами производится через регистр LP.</p> <p>Если регистр LP изменяемой конфигурации порта TDM имеет значение 0, заворот выключен. Соответствующие мультиплексоры a1 и b1 пропускают данные от порта DSL на выход TDM, и с входа TDM на порт DSL.</p> <p>Если регистр LP изменяемой конфигурации порта TDM имеет значение 1, включен заворот со стороны TDM. Мультиплексор a1 пропускает данные с входа на выход TDM..</p> <p>Если регистр LP изменяемой конфигурации порта TDM имеет значение 2, включен заворот со стороны DSL. Мультиплексор b1 пропускает данные с входа DSL на выход DSL.</p> <p><b>Для удобства использования, завороты на TDM включаются и выключаются непосредственно после записи внешним хостом значения в регистр LP, без команды UPDATE. Значения регистров LP не сохраняются в энергонезависимой памяти. После сброса или включения питания модема регистр LP имеет значение 0 (завороты выключены).</b></p>
STT_GEN	<p>Формирователь внутреннего строба STT, используемого контроллером HDLC. Сигнал STT позволяет выделять в циклах TDM произвольные группы смежных битовых позиций. Строб синхронизируется от частоты TDM.</p> <p>Положение STT в цикле TDM определяется регистрами STTF_OCT, STTF_BIT, STTW_OCT и STTW_BIT. В регистре STTF_OCT задается смещение строба в 8-битных канальных интервалах на TDM относительно начала цикла. В регистре STTF_BIT можно задать дополнительное смещение начала строба в битах. В регистре STTW_OCT задается длительность строба в количестве 8-битных канальных интервалах на TDM. Через регистр STTW_BIT длительность стробирующего сигнала можно изменять с шагом в одну битовую позицию.</p> <p><b>Изменение ширины и смещения стробов происходит непосредственно после записи внешним хостом значений в регистры STTF и STTW, без команды UPDATE. Значения STTF и STTW сохраняются в энергонезависимой памяти. После сброса или включения питания модема регистры STTF и STTW всех портов TDM получают настройки из энергонезависимой памяти.</b></p>
TC_GEN	<p>Формирователь строба TC. Стробы синхронизируются от TDM. Ширина строба и его положение относительно начала цикла определяется скоростью порта DSL, а также регистрами POFFS и POFFS1, задающими смещение полосы DSL.</p>

## Блок коммутации синхросигналов

Блок содержит мультиплексор (E), определяющий источник синхронизации порта TDM. В качестве источника синхронизации порта TDM может использоваться приемная частота RCLK/RFRM порта DSL, частота от внутреннего генератора или частота с входов CX/FX TDM. Выходы коммутатора E это внутренние сигналы CXint/FXint, используемые для синхронизации блоков внутри коммутатора TDM, связанных с портом TDM.

В точках CXint/FXint корректные сигналы битовой и цикловой синхронизации присутствуют все время вне зависимости от настроек портов DSL и TDM.

Трестабильный элемент e1 определяет направление сигналов CX/FX порта TDM модема.

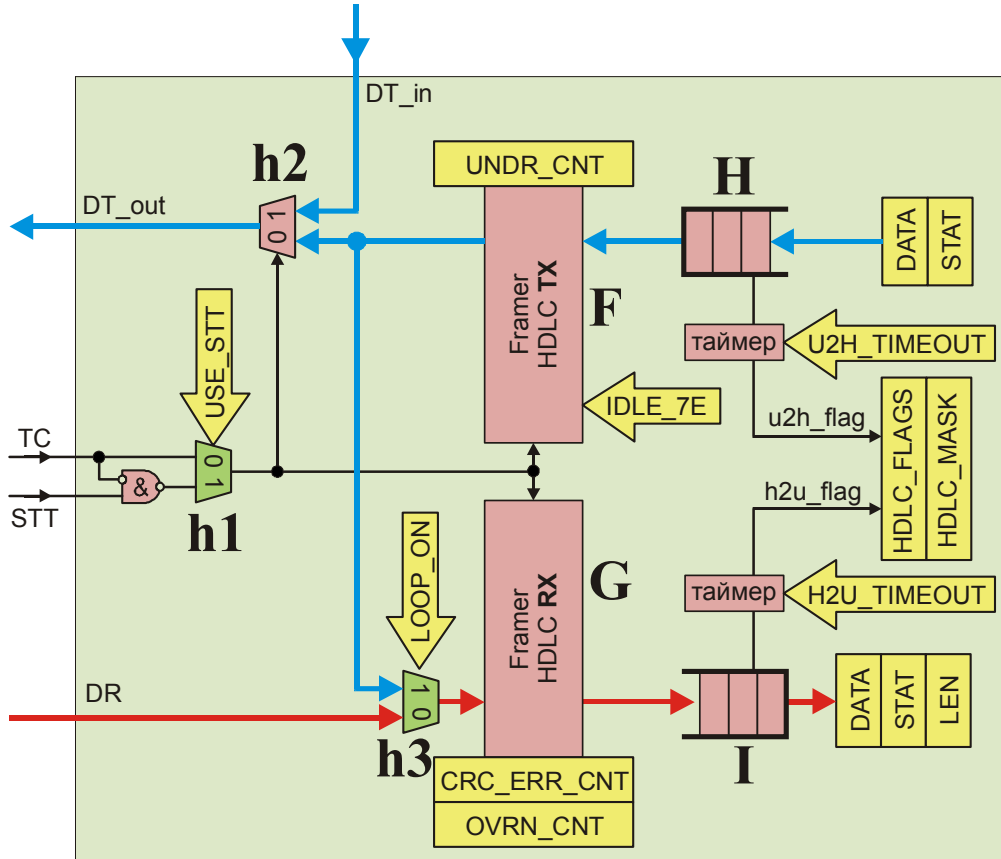


Назначение и описание работы узлов коммутатора синхросигналов показано в таблице.

Узел	Описание
E	Мультиплексор предназначен для выбора источника синхронизации порта TDM (сигналы CXint/FXint). В качестве источника синхронизации может использоваться приемная частота RCLK/RFRM порта DSL, частота от внутреннего генератора или частота со входов CX/FX TDM. Управление мультиплексором производится регистром PMODE. Соответствие значений регистра коммутируемым сигналам показано на структурной схеме устройства.
e1	Трестабильный элемент, определяющий направление (вход/выход) сигналов CX/FX порта TDM. Управление трестабильным элементом производится регистром PMODE. Если регистр PMODE = 0, то есть TDM получает синхросигналы от CX/FX TDM, сигналы CX/FX такого TDM будут входами. Если регистр PMODE имеет значение 1 или 2, то есть TDM получает синхронизацию от генератора или от одного из портов DSL, CX/FX будут выходами.

## Контроллер HDLC

Контроллер предназначен для организации обмена данными с внешним хостом. Передающая и приемная части контроллера состоят из фреймеров и системы буферизации. Данные, передаваемые контроллером, мультиплексируются в TDM. Временные позиции в циклах TDM, в которых передаются и принимаются данные HDLC, определяются строками TC или STT.



Узел	Описание
F	<p>Фреймер передатчика контроллера HDLC. Фреймер выбирает пакеты из буфера на передачу, представляет данные в HDLC формате и выдает в TDM.</p> <p>Фреймер вычисляет и добавляет два байта CRC16 в конец пакета. В начало и в конец пакетов добавляется стартовый и стоповый флаг 0x7E. Уникальность флагов обеспечивается процедурой стаффинга.</p> <p>Заполнение интервалов между пакетами (тишины) может производиться сигналами флагов 0x7E (0011111100) или единицами, в зависимости от значения бита IDLE_7E регистра HDLC_CTL.</p> <p>С фреймером передатчика связан счетчик UNDR_CNT, который инкрементируется в случае, если пакет, состоящий из нескольких сегментов, передан не полностью, а в буфере на передачу нет данных (внешний хост не успевает записывать в буфер данные для отправки). Передаваемый пакет в этом случае завершается кодом 0xFF, а оставшиеся (не переданные) сегменты пакета игнорируются.</p>
G	<p>Фреймер приемника контроллера HDLC. Фреймер принимает пакеты из TDM, проверяет формат, и копирует данные в приемный буфер.</p> <p>В принимаемом потоке битов детектируются флаги. Данные между флагами подвергаются дестаффингу и интерпретируются как байты пакета. Если длина пакета больше минимальной или рассчитанное приемником значение CRC16 не совпадает с содержащимся в пакете, пакет отбрасывается. Если во входном потоке данных встречается последовательность из семи и более '1', пакет также отбрасывается.</p> <p>С фреймером передатчика связаны счетчики CRC_ERR_CNT и UNDR_CNT. CRC_ERR_CNT инкрементируется в случае, если принимаемый пакет содержит ошибку в формате или ошибку по CRC. OVRN_CNT инкрементируется в случае, если в приемном буфере недостаточно места для копирования данных пакета.</p>

H	<p>Буфер на передачу. Может содержать от 1 до 64 блоков данных (сегментов) общей длиной до 512 байт. Размер сегмента данных может быть от 1 до 256 байт. С каждым сегментом данных связан дескриптор. Общее количество дескрипторов 64. Смежные сегменты в буфере могут содержать данные как одного пакета, так и разных пакетов. То есть, через буфер могут передаваться короткие пакеты, целиком уместающиеся в один сегмент, а также длинные пакеты, состоящие из произвольного количества сегментов.</p> <p>Запись в буфер производится через регистры HDLC_DATA и HDLC_STAT.</p> <p>С буфером на передачу связана система генерации прерываний. Флаг прерывания u2h_flag от передающей секции контроллера выставляется в случае, если передающий буфер имеет не менее 1/2 свободной памяти (256 байт) и 1/2 свободных дескрипторов. Кроме того, u2h_flag выставляется через заданный временной интервал после сброса флага прерывания, если на момент сброса флага в буфере свободно не менее 1/2 памяти и 1/2 дескрипторов. Временной интервал определяется полем U2H_TIMEOUT регистра управления HDLC_CTL.</p>
I	<p>Буфер на прием. Может содержать от 1 до 64 блоков данных (сегментов) общей длиной до 1024 байт. Размер сегмента данных может быть от 1 до 256 байт. С каждым сегментом данных связан дескриптор. Общее количество дескрипторов 64. Смежные сегменты данных в буфере могут содержать данные как одного пакета, так и разных пакетов. Если пакет, принимаемый из TDM, имеет длину более 256 байт, данные помещаются в несколько смежных сегментов.</p> <p>Чтение данных из буфера производится через регистры HDLC_DATA, HDLC_LEN и HDLC_STAT</p> <p>С буфером на прием связана система генерации прерываний. Флаг прерывания h2u_flag от приемной секции контроллера выставляется в случае, если в приемном буфере занято более 1/2 памяти (512 байт) или более 1/2 дескрипторов. Кроме того, h2u_flag выставляется через заданный временной интервал измеряемый с момента сброса флага при непустом буфере или в момент записи в буфер первого сегмента после сброса флага. Временной интервал определяется полем H2U_TIMEOUT регистра управления HDLC_CTL.</p>
h1	<p>Мультиплексор предназначен для выбора полосы данных на TDM. Если бит USE_STT в регистре управления равен 0, передача и прием данных производится во всей полосе порта DSL, определяемой стробом TC (то есть, данные передаются со скоростью соединения в линии). Если бит USE_STT равен 1, контроллер передает данные в полосе, определяемой стробом STT.</p> <p>Если в контроллере включен заворот данных (бит LOOP_ON регистра HDLC_CTL равен 1), контроллер вне зависимости от значения USE_STT использует строб STT.</p>
h2	<p>Мультиплексор данных передаваемых в линию. В позициях цикла, в которых строб TC=0/STT=1 (строб имеет активное значение) в линию передаются данные от контроллера. Во всех остальных позициях цикла в линию передаются данные с входа модема DT (DT_in на рисунке).</p>
h3	<p>Мультиплексор для включения локального заворота (петли) на контроллере. Управление заворотом производится через бит LOOP_ON регистра HDLC_CTL.</p>

**Регистры контроллера HDLC находятся на странице специальных регистров и имеют только рабочую конфигурацию. Значения, помещаемые в регистры контроллера HDLC, вступают в действие непосредственно после записи, без команды UPDATE. Значения регистров не сохраняются в энергонезависимой памяти.**



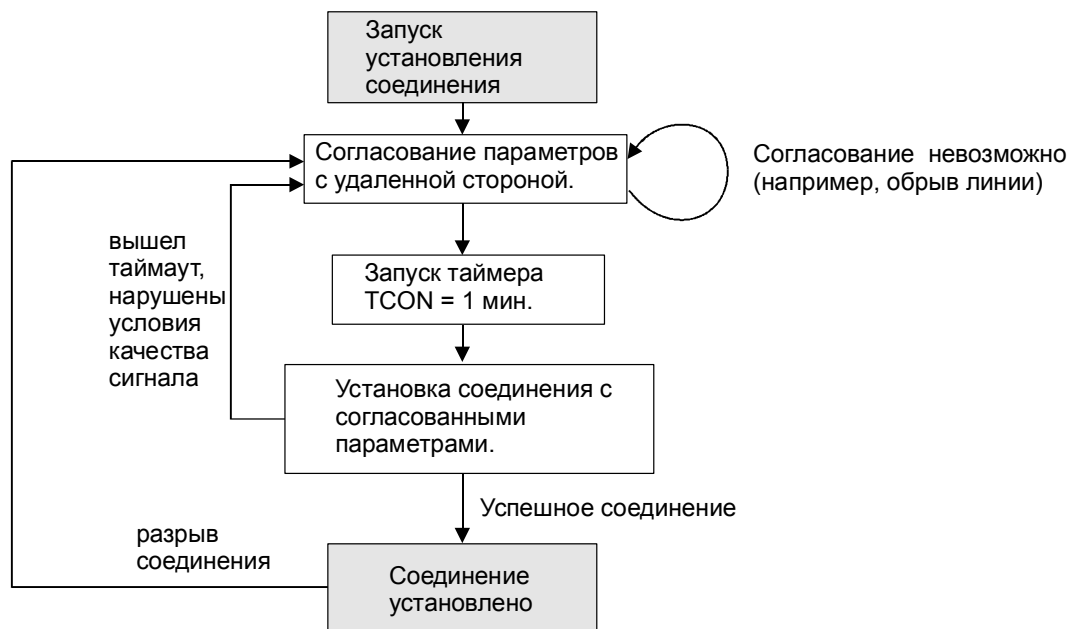
## Установление соединения

Порт DSL модема устанавливает соединение на линии автоматически.

Для установления соединения необходимо, чтобы на противоположных сторонах соединения порты DSL имели разные режимы на линии: COT и RTA. Вторым необходимым условием является корректная схема синхронизации портов, обеспечивающая передачу синхросигнала от TDM стороны COT до TDM стороны RTA.

Процедура установления соединения по линии производится в соответствии с требованиями соответствующих стандартов и опирается на алгоритм соединения, реализованный в ПО трансивера SDFE. Соединение устанавливается в два этапа:

- На первом этапе порты DSL устанавливают соединение на низкой скорости. После установления соединения стороны обмениваются сообщениями, содержащими запрашиваемые параметры соединения (скорость, РВО и пр.). После анализа полученных данных и собственных настроек, стороны обмениваются сообщениями, содержащими общие параметры, с которыми будет устанавливаться соединение. Поскольку согласование параметров производится с низкой скоростью (спектр сигнала до десятков кГц), этап согласования возможен на длине линии, заведомо большей предельной длины для любого сочетания согласуемых параметров.
- На втором этапе производится установление соединения с согласованными параметрами. Производится настройка фильтров и выбор коэффициентов системы эхоподавления.



Состояние процесса установления соединения портом DSL отображается в регистре LSTAT. Изменение состояния LSTAT сопровождается выставлением активного уровня флага прерывания `stc_flag`. Если установление соединения невозможно, внешний хост может получить из регистров `LERR_CONDITION` и `LERR_REASON` код возникшей ошибки по которому можно определить причину отсутствия соединения. Информация с кодами ошибок выводится также терминальной командой `get dslstate`.

Состояние процесса соединения каждого интерфейса цепочки и коды ошибок можно получить в регистрах `LSTAT_IFC`, `LERR_CONDITION_IFC` и `LERR_REASON_IFC` страниц статистики.

Если соединение по линии рвется, порты DSL на обеих сторонах автоматически, без участия внешнего хоста повторяет процедуру установления соединения. После включения питания или сброса модем загружает в регистры рабочей конфигурации значения, сохраненные в энергонезависимой памяти. Если сохраненные параметры корректны, модем автоматически установит соединение.

## Скорость соединения.

Порт DSL модема позволяет работать в широком диапазоне скоростей – от 192Кбит/с до 15352Кбит/с. Выбор скорости производится установкой требуемых значений в регистрах FRATE и FRATE1. В регистре PAM можно задать тип используемого кода TSPAM.

Оптимальные соотношения скорости передачи и типа кода следующие:

192..3776Кбит/с (3В..59В)	–	TSPAM-16
3840..5696Кбит/с (60В..89В)	–	TSPAM-32
5760..12736Кбит/с (90В..199В)	-	TSPAM-64
12800..15352Кбит/с (200В..239В)	–	TSPAM-128

Для большей скорости следует выбирать код с большим количеством уровней. Для увеличения устойчивости соединения в зашумленной среде следует использовать коды с меньшим количеством уровней.

Скорость и тип кода могут быть заданы терминальной командой

```
DSL/P[0]>set rate <Скорость, Кбит/с> [pam <4|8|16|32|64|128>].
```

В процессе согласования параметров тип используемого кода TSPAM определяется следующим образом:

- Если включен автоматический выбор кода, модемы обеих сторон определяют код по диапазонам скоростей, исходя из приведенных выше соотношений.
- Если тип кода определяется в явном виде, тип кода на сторонах COT и RTA должен быть одинаковым. В противном случае соединение не устанавливается.

В процессе согласования параметров соединения скорость выбирается в зависимости от значений в регистрах FRATE сторон COT и RTA. Выбирается наименьшее значение скорости из  $FRATE_{COT}$  и  $FRATE_{RTA}$ .

Приращение скорости соединения в Z-битах (с шагом 8Кбит/с) определяется значением в регистрах FRATE1 обеих сторон. Параметры согласовываются следующим образом:

- Если FRATE1 одной из сторон соединения имеет значение 0, то и FRATE1 на другой стороне тоже должен иметь значение 0. Запись 0 в регистр FRATE1 выключает Z-биты и скорость соединения в этом случае определяется только регистром FRATE (с шагом 64Кбит/с). В случае, если на одной из сторон соединения регистр FRATE1 имеет значение 0, а на другой стороне FRATE1 имеет значение, отличное от 0, соединение не устанавливается.
- Если FRATE1 обеих сторон имеют значения, отличные от 0, приращение скорости в Z-битах будет определяться наименьшим значением из  $FRATE1_{COT}$  и  $FRATE1_{RTA}$ .

Существует дополнительное ограничение в случае использования кода TSPAM-128.

- Скорость соединения определяется стороной COT, вне зависимости от настроек стороны RTA. Скорость определяется регистрами  $FRATE_{COT}$  и  $FRATE1_{COT}$ .
- Трансивер поддерживает работу с TSPAM-128 только при условии, что регистр  $FRATE1_{COT}$  имеет нечетное значение, а регистр  $FRATE1_{RTA}$  имеет значение, отличное от 0.

Фактическое значение скорости и используемого кода в установленном соединении может быть получено хостом каждой из сторон чтением регистров рабочей конфигурации PRATE, PRATE1 и PPAM. Также эти значения могут быть выведены на терминал командой `DSL/P[0]> get state`.

## Управление мощностью передачи

Управление мощностью трансиверов модема производится при помощи регистров PBO, PBO\_MODE порта DSL. Регистр PBO\_MODE определяет способ согласования параметров уровня мощности обеих сторон. Регистр PBO определяет уровень понижения выходной мощности относительно номинального уровня (14,5 dBm).

Значение PBO_MODE	Значение PBO	Описание режима
0	0..30 dB	Регистр PBO содержит значение ослабления выходной мощности. Настройки каждой из сторон соединения определяют уровень мощности передачи удаленной стороны. То есть, для изменения мощности RTA настройки должны производиться на COT и наоборот.  Значение регистра PBO не определяет точного значения выходной мощности. В процессе установления соединения трансиверы измеряют мощность принимаемого сигнала и производят оценку возможного уменьшения мощности передачи на удаленной стороне в пределах 0...-6 dB. Далее трансивер выбирает максимальное значение из оценочного уровня ослабления мощности и значения PBO. То есть выбирается значение, соответствующее минимальной мощности передачи. Найденное значение будет определять мощность передачи на удаленной стороне.
1	0..30 dB	Регистр PBO содержит значение ослабления выходной мощности. Настройки каждой из сторон соединения определяют уровень мощности передачи удаленной стороны. Уровень принимаемого сигнала не учитывается.

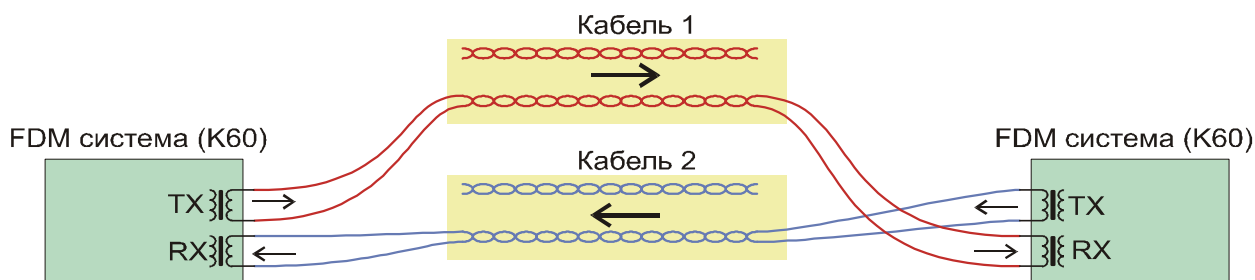
Регистры PPBO (страницы состояния соединения и статистики) порта DSL содержат фактическое значение ослабления мощности передачи для интерфейса цепочки, отображаемого в страницу статистики порта DSL. Значение PPBO определяется в ходе согласования параметров. Если в страницу статистики отображаются параметры локального интерфейса, значение регистра PPBO обновляется в момент установления соединения. Если в страницу статистики порта DSL отображаются параметры удаленного интерфейса в цепочке регенераторов, значение регистра PPBO обновляется по мере получения сообщений EOC с данными статистики.

## 4-проводный режим порта DSL.

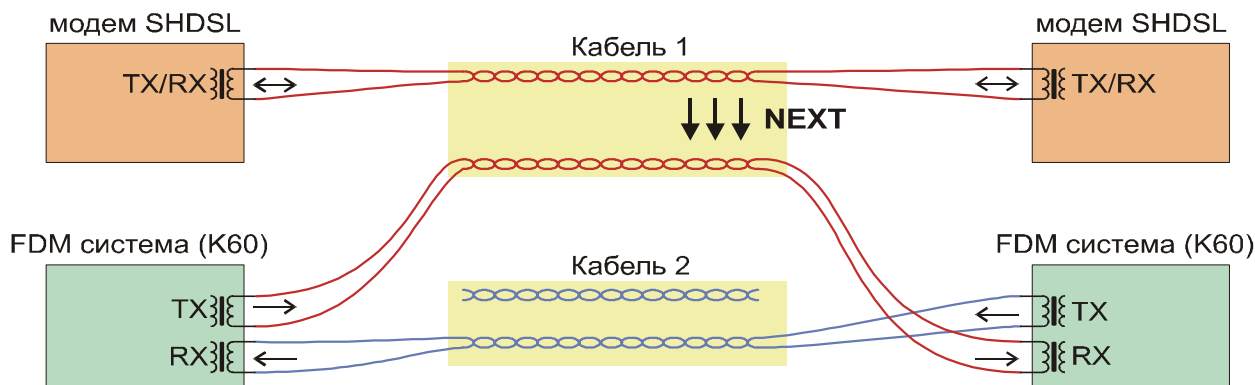
### Использование 4-проводного режима.

При инсталляции оборудования DSL возникают проблемы совместимости со старыми системами передачи с частотным уплотнением каналов (FDM) типа K60 или BK/G.

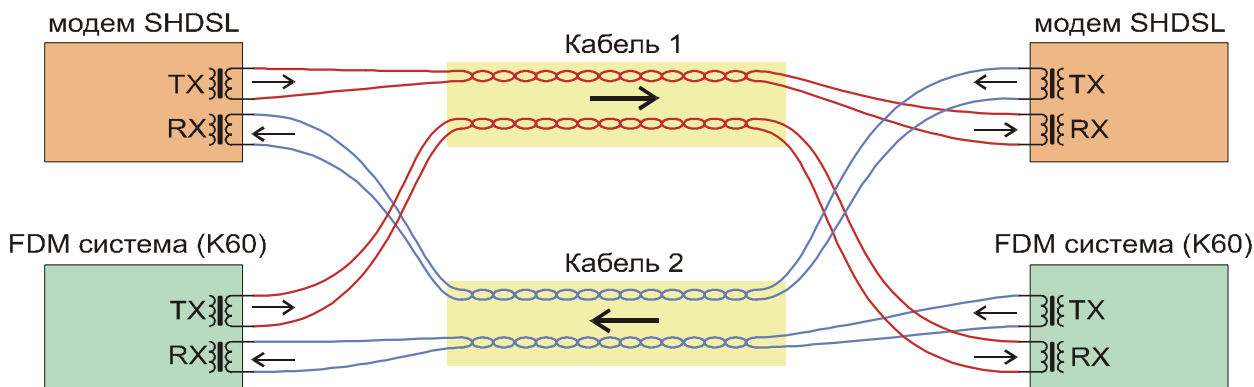
Типовое включение FDM систем предполагает использование 4-проводного режима передачи, когда пары направлений разделены пространственно. Такое разделение позволяет избежать наводок собственного сигнала передаваемого в линию на слабый сигнал с приемной стороны NEXT (Near End Cross Talk).



Если пары таких кабелей задействуются для сервисов DSL, на приемной стороне FDM возникают наводки NEXT. Поскольку DSL работает в 2-проводном режиме (в дуплексе), сильный сигнал, передаваемый DSL оборудованием в линию, портит слабый сигнал на приеме FDM. Данная проблема частично решается уменьшением скорости передачи DSL и понижением мощности передачи.



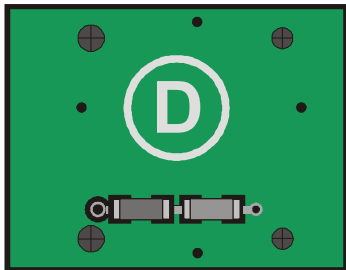
В модеме SHDSL-B1-H реализована возможность разделения передаваемого и принимаемого потоков на 2 пары точно так же как в оборудовании FDM. 4-проводный режим позволяет разнести пары с передаваемыми и принимаемыми данными так, чтобы направление передачи DSL совпадало с направлением передачи FDM. В этом случае участки с сильным сигналом не соседствуют с участками со слабым сигналом и влияние NEXT значительно меньше.



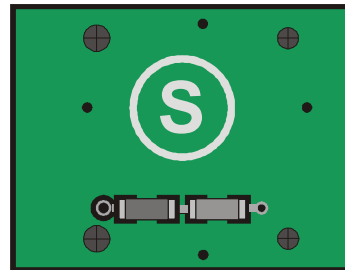
## Изменение режима порта DSL.

Плата модема SHDSL-B1-H имеет гнездо для установки вставки, определяющей режим работы порта DSL: 2-проводного или 4-проводного. Изменение режима производится установкой в гнездо соответствующей вставки.

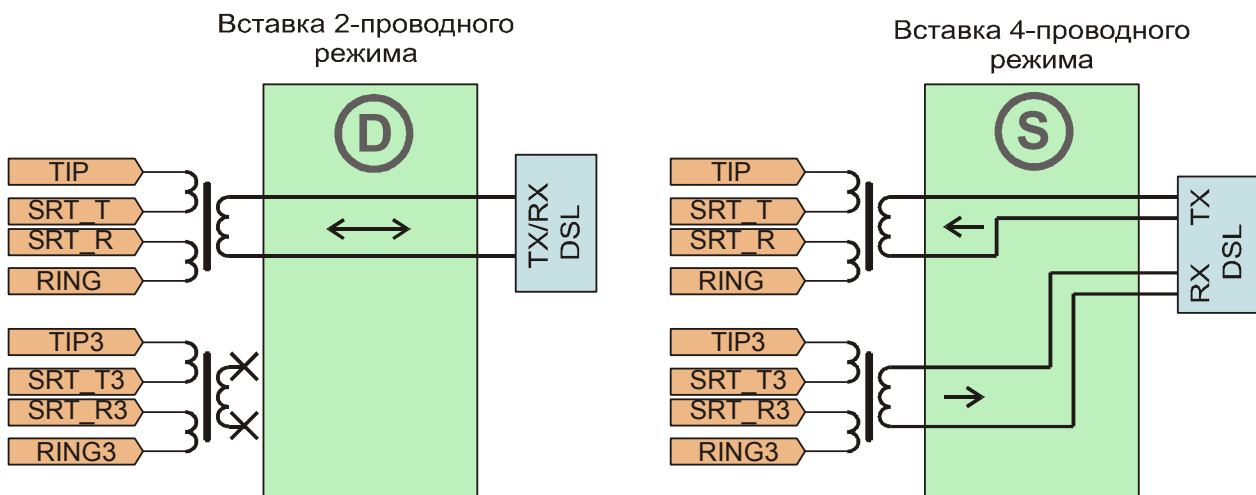
Вставка 2-проводного режима



Вставка 4-проводного режима



В стандартной опции поставки модем комплектуется вставкой 2-проводного режима. Если использование 4-проводного режима не предполагается, модемы могут поставляться с заглушенным гнездом.



Если в модем установлена вставка 4-проводного режима, выводы линейного окончания порта DSL используются для направления передачи, а выводы порта DSL3, не используемого в модеме SHDSL-B1-H – для направления приема.

Текущее направление передачи линейных цепей порта DSL0 отображается в регистре SPLIT.

## Тестовые режимы

### Измерительные режимы порта DSL.

Модем обеспечивает включение режимов, предназначенных для проверки параметров порта DSL. Включение этих режимов производится записью в регистр TMODE значений 1..3. Если регистр TMODE имеет значение 0, тестовые режимы выключаются.

Тестовые режимы могут быть включены или выключены терминальной командой

```
set test <off | sc_sr | ones | low_r>
```

Соответствующий тестовый режим включится через несколько секунд после выполнения команд `update` или `store`.

Значение TMODE	Аргумент команды set test	Режим	Описание
0	off	Нормальная работа.	Тестовые режимы выключены. Порт DSL работает в нормальном режиме.
1	sc_sr	Передача синхронизирующей последовательности	Порт DSL выдает на выходе кодовую последовательность Sc (в режиме COT) или Sr (в режиме RTA). Этими сигналами удаленные стороны обмениваются для начальной синхронизации во время установления соединения. Режим может использоваться для измерения спектральной плотности сигнала (PSD). Измерения PSD следует производить на номинальной нагрузке 135 Ом.
2	ones	Передача скремблированной '1'	Порт DSL выдает на выходе псевдослучайную кодовую последовательность, представляющую собой константу '1', пропущенную через скремблер передающей части. Режим может использоваться для измерения спектральной плотности сигнала (PSD). Измерения PSD следует производить на номинальной нагрузке 135 Ом.
3	low_r	Переключение драйвера трансивера в низкоомное состояние	Порт DSL переводит драйвер передающей части трансивера в низкоомное состояние. Данные не передаются. Режим может использоваться для измерения симметрии цепей линейного окончания модема.

Включаемые тестовые режимы используют текущие настройки порта DSL (скорость передачи, режимы синхронизации). Во время нахождения модема в тестовых режимах установление соединения на линии не производится.

Если тестовый режим включен, то регистр LSTAT имеет значение 5.

Факт включения тестового режима также отображается внешними светодиодными индикаторами. Их поведение аналогично установлению соединения.

Некоторые тестовые измерения параметров линейного окончания (например, Longitudinal Balance) делаются на отключенном порту. Отключить порт DSL можно, записав значение 255 в регистр LMODE. Если в регистр LMODE записано значение 0 или 1 (режим порта COT или RTA), тестовые режимы выключаются.

Отключить порт можно также терминальной командой `set lmode off`

## Завороты на TDM.

В модеме предусмотрена возможность включения заворотов (петель) на TDM. Завороты включаются в мультиплексоре данных TDM записью значения 1 или 2 в регистр LP.

Завороты могут быть включены или выключены терминальной командой

```
set loop <off | local | remote>
```

Включение/выключение заворота производится непосредственно после записи в регистр LP изменяемой конфигурации нового значения или выполнения `set loop` (без команды `update`). Состояние заворота не сохраняется в энергонезависимой памяти по команде `store`.

Значение LP	Аргумент команды <code>set loop</code>	Режим	Описание
0	<code>off</code>	Нормальная работа.	Завороты выключены. Данные со входа DT передаются в линию портами DSL. Данные из линии от портов DSL передаются на выход DR.
1	<code>local</code>	Локальный заворот	Данные со входа DT передаются в линию портами DSL и заворачиваются на выход DR. Данные из линии от портов DSL не выводятся.
2	<code>remote</code>	Удаленный заворот	Данные со входа DT не передаются в линию. Данные из линии от портов DSL передаются на выход DR и заворачиваются обратно в линию.

## Индикация.

В модеме предусмотрено два способа подключения светодиодных индикаторов состояния портов DSL:

- Одно или двухцветные индикаторы могут быть подключены к выводам модема LED и DATA. Данный вариант отображает состояние локального порта и общее состояние цепочки регенераторов.
- К модему может быть подключен внешний блок индикации. Светодиоды внешнего блока позволяют детально отобразить состояние каждого регенератора в цепочке, состояние цепочки в целом и состояние локального порта DSL модема.

### **Индикация состояния локального порта. Выходы LED и DATA.**

Возможно 4 способа подключения внешних светодиодов. Выбор способа производится записью значения 0...3 в регистр LEDMODE. Поскольку значение регистра LEDMODE определяется конкретной схемой подключения индикатора, оно должно быть сохранено в энергонезависимой памяти записью команды store в регистр CMD.

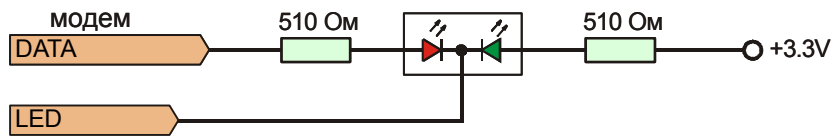
Индикатор порта DSL в случае использования модема в системе передачи с регенераторами отображает состояние цепочки в целом.

Вариант включения индикатора локального порта может быть изменен терминальной командой

```
set ledmode <номер режима 0...3>
```

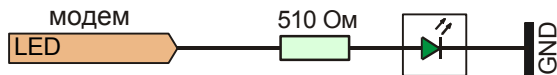
LEDMODE=0 (использование одноцветного индикатора)		
Поведение индикатора	Без регенераторов	С регенераторами
Мигает прерывисто	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)
Не горит	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)
Мигает редко (1Гц)	LSTAT = 1..2 (согласование параметров соединения). Если порт долго находится в этом состоянии, это означает обрыв линии или неверную настройку удаленного модема.	LSTAT = 2 (согласование параметров соединения в цепочке). Если цепочка долго находится в этом состоянии, это означает обрыв участка, отсутствие питания или неисправность одного или более регенераторов.
Мигает часто (4Гц)	LSTAT = 3 (установление соединения). Долгое нахождение порта в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия в линии для установления соединения на данной скорости.	LSTAT = 3 (установление соединения в цепочке или соединение установлено не по всей цепочке). Долгое нахождение цепочки в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия на одном или более участке для выбранной скорости соединения.
Горит постоянно	LSTAT = 4 (соединение установлено или включен тестовый режим)	LSTAT = 4 (соединение в цепочке установлено, удаленный модем отвечает на опрос через сообщения EOC)



**LEDMODE=0 (использование двухцветного индикатора)**

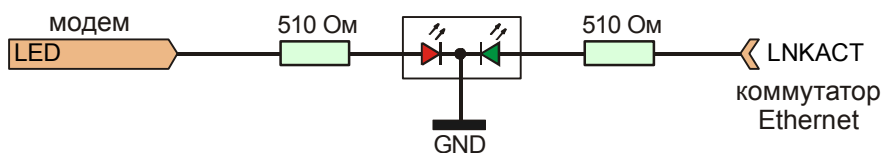
Если индикация порта DSL работает в одноцветном режиме, может использоваться двухцветный индикатор с общим катодом.

Поведение индикатора	Без регенераторов	С регенераторами
Оранжевый мигает прерывисто.	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)
Не горит	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)
Оранжевый мигает редко (1Гц).	LSTAT = 1..2 (согласование параметров соединения). Если модем долго находится в этом состоянии, это означает обрыв линии или неверную настройку удаленного модема.	LSTAT = 2 (согласование параметров соединения в цепочке). Если цепочка долго находится в этом состоянии, это означает обрыв участка, отсутствие питания или неисправность одного или более регенераторов.
Оранжевый мигает часто (4Гц).	LSTAT = 3 (установление соединения). Долгое нахождение порта в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия в линии для установления соединения на данной скорости.	LSTAT = 3 (установление соединения в цепочке или соединение установлено не по всей цепочке). Долгое нахождение цепочки в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия на одном или более участке для выбранной скорости соединения.
Зеленый горит постоянно.	LSTAT = 4 (соединение установлено). Порт Ethernet активен и через него передаются данные Ethernet. Зеленый индикатор кратковременно гаснет в момент приема и передачи пакетов.	LSTAT = 4 (соединение в цепочке установлено, удаленный модем отвечает на опрос через сообщения EOC)

**LEDMODE=1**

Поведение индикатора	Без регенераторов	С регенераторами
Мигает прерывисто	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)
Не горит	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)
Мигает редко (1Гц)	LSTAT = 1..2 (согласование параметров соединения). Если порт долго находится в этом состоянии, это означает обрыв линии или неверную настройку удаленного модема.	LSTAT = 2 (согласование параметров соединения в цепочке). Если цепочка долго находится в этом состоянии, это означает обрыв участка, отсутствие питания или неисправность одного или более регенераторов.
Мигает часто (4Гц)	LSTAT = 3 (установление соединения). Долгое нахождение порта в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия в линии для установления соединения на данной скорости.	LSTAT = 3 (установление соединения в цепочке или соединение установлено не по всей цепочке). Долгое нахождение цепочки в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия на одном или более участке для выбранной скорости соединения.
Горит постоянно	LSTAT = 4 (соединение установлено)	LSTAT = 4 (соединение в цепочке установлено, удаленный модем отвечает на опрос через сообщения EOC)

LEDMODE=2		
Поведение индикатора	Без регенераторов	С регенераторами
Красный мигает прерывисто.	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)
Не горит.	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)
Красный мигает редко (1Гц)	LSTAT = 1..2 (согласование параметров соединения). Если порт долго находится в этом состоянии, это означает обрыв линии или неверную настройку удаленного модема.	LSTAT = 2 (согласование параметров соединения в цепочке). Если цепочка долго находится в этом состоянии, это означает обрыв участка, отсутствие питания или неисправность одного или более регенераторов.
Красный мигает часто (4Гц)	LSTAT = 3 (установление соединения). Долгое нахождение порта в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия в линии для установления соединения на данной скорости.	LSTAT = 3 (установление соединения в цепочке или соединение установлено не по всей цепочке). Долгое нахождение цепочки в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия на одном или более участке для выбранной скорости соединения.
Зеленый горит постоянно.	LSTAT = 4 (соединение установлено).	LSTAT = 4 (соединение в цепочке установлено, удаленный модем отвечает на опрос через сообщения EOC)

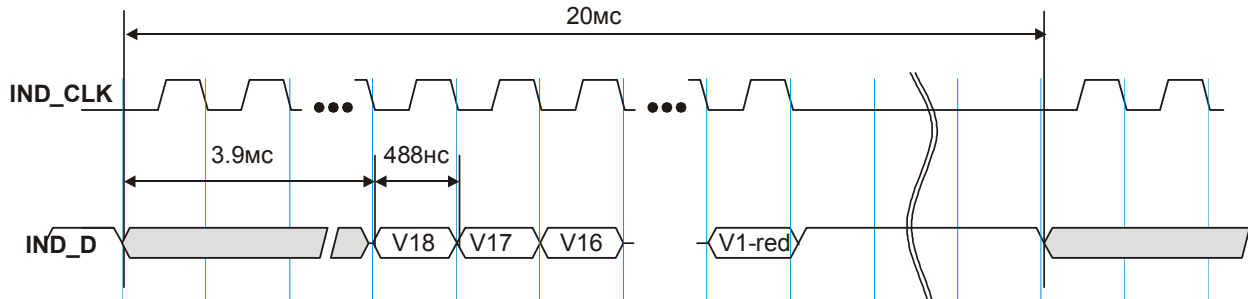
**LEDMODE=3**

Режим используется при работе модема в составе коммутаторов Ethernet. Зеленый индикатор подключается к выводу индикации состояния порта коммутатора LNKACT. Выход LNKACT должен обеспечивать зажигание зеленого индикатора в момент установления соединения портом, к которому подключен порт DSL модема.

Поведение индикатора	Без регенераторов	С регенераторами
Красный мигает прерывисто.	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)	Неисправность модема или включен тестовый режим (LSTAT = 5)
Не горит.	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)
Красный мигает редко (1Гц)	LSTAT = 1..2 (согласование параметров соединения). Если порт долго находится в этом состоянии, это означает обрыв линии или неверную настройку удаленного модема.	LSTAT = 2 (согласование параметров соединения в цепочке). Если цепочка долго находится в этом состоянии, это означает обрыв участка, отсутствие питания или неисправность одного или более регенераторов.
Красный мигает часто (4Гц)	LSTAT = 3 (установление соединения). Долгое нахождение порта в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия в линии для установления соединения на данной скорости.	LSTAT = 3 (установление соединения в цепочке или соединение установлено не по всей цепочке). Долгое нахождение цепочки в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия на одном или более участке для выбранной скорости соединения.
Зеленый горит постоянно, кратковременно гаснет.	LSTAT = 4 (соединение установлено). Порт Ethernet активен и через него передаются данные Ethernet. Зеленый индикатор кратковременно гаснет в момент приема и передачи пакетов.	LSTAT = 4 (соединение в цепочке установлено, удаленный модем отвечает на опрос через сообщения EOC)

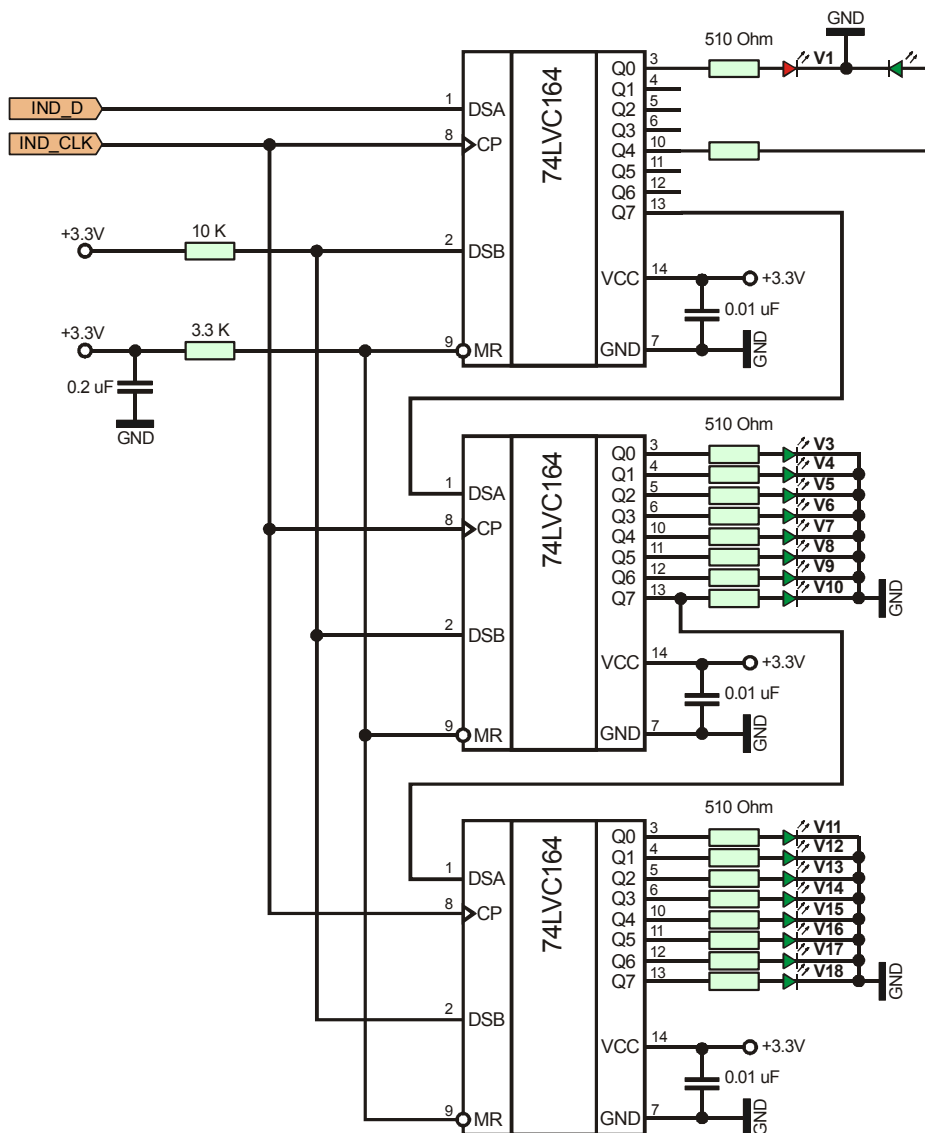
## Внешний блок индикации.

К модему может быть подключена внешняя система индикации для отображения состояния каждого регенератора в цепочке, подключенной к порту DSL. Состояния регенераторов периодически выдаются в последовательном виде на выходы модема IND\_CLK и IND\_D. Период выдачи посылок состояния цепочки 20мс, длительность одного бита состояния – 488нс.



Максимальная длина цепочки, состояние которой может быть отображено внешней системой индикации – 16 регенераторов. В начале посылки модем выдает 16 незначащих отсчетов. В конце посылки содержатся отсчеты состояния локальных портов DSL.

Возможная схема системы индикации на сдвиговых регистрах показана далее на рисунке.



Назначение и поведение индикаторов для данной схемы показано в таблице.

<b>V1</b>	
Двухцветный индикатор состояния локального порта DSL.	
Поведение индикатора	Описание
Красный мигает прерывисто.	Включен тестовый режим (LSTAT = 5)
Не горит.	Отсутствует питание, порт отсутствует или выключен (LSTAT=0)
Красный мигает редко (1Гц)	LSTAT = 2 (согласование параметров соединения в цепочке). Если цепочка долго находится в этом состоянии, это означает обрыв участка, отсутствие питания или неисправность одного или более регенераторов.
Красный мигает часто (4Гц)	LSTAT = 3 (установление соединения локальным портом). Долгое нахождение цепочки в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия на участке до ближайшего регенератора.
Зеленый мигает редко (1Гц)	LSTAT = 3 (установление соединения в цепочке или соединение установлено не по всей цепочке). Долгое нахождение цепочки в этом состоянии означает недостаточно хорошие условия на одном или более участке для выбранной скорости соединения.
Зеленый горит постоянно.	LSTAT = 4 (соединение в цепочке установлено, удаленный модем отвечает на опрос через сообщения EOC)

<b>V3-V18</b>	
Индикаторы состояния регенераторов в цепочке DSL. V3 соответствует регенератору, подключенному к данному модему. V18 соответствует наиболее удаленному регенератору или удаленному модему.	
Поведение индикатора	Описание
Не горит	Регенератор недоступен.
Мигает редко (1Гц)	Интерфейсы регенератора находятся в состоянии согласования параметров соединения.
Горит постоянно	Соединение установлено обоими интерфейсами регенератора, интерфейсы отвечают на опрос через сообщения EOC.

## Терминальный порт.

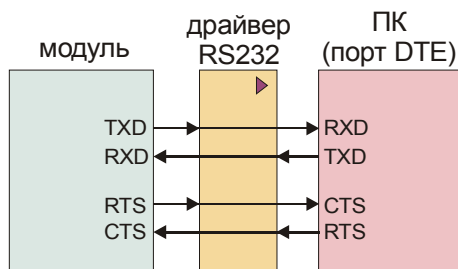
Терминальный порт RS232 предназначен для замены ПО, а также для управления модемом при помощи стандартного ANSI терминала. В качестве терминала может использоваться эмулирующая программа, запускаемая на ПК. Порт ПК, к которому подключается модем, должен быть настроен на скорость 19200бит/с, формат передачи 8N1. Аппаратное управление потоком (RTS/CTS) включено.

Для управления потоком через терминальный порт модема имеет сигналы RTS и CTS.

CTS – сигнал от терминала. CTS принимает значение '0', если терминал готов принимать данные от модема. Если CTS='0', модем производит передачу данных. Если сигнал имеет значение '1', модем выдает очередной символ и приостанавливает передачу данных на терминал.

RTS – сигнал, вырабатываемый модемом. Модем выставляет RTS в '0', если готов принимать данные от терминала. Модем выставляет сигнал в '1', если данные от терминала имеют слишком высокий темп и не успевают обрабатываться. В ответ на этот сигнал терминал должен приостановить передачу. После того, как модем выставляет RTS в '1', он способен принять от терминала не более 20 символов.

Модем не имеет драйверов RS232 (преобразователей уровня). Для подключения к порту ПК следует использовать внешний драйвер. Схема подключения к порту RS232 ПК показана на рисунке.



Если устройство, в которое устанавливается модем, не предполагает использование функций сервисного терминального порта, выводы модема TXD, RXD, CTS, RTS могут оставаться не подключенными.

## Замена ПО

После включения питания или перезапуска модем проверяет активность сигнала CTS. Если CTS не активен (имеет уровень '1'), терминал считается не подключенным и модем переходит в режим нормальной работы. Если CTS активен (имеет уровень '0'), модем 5 секунд ожидает переход в режим замены ПО. На экран выводится соответствующая подсказка. Если в течении этого времени пользователь вводит с клавиатуры символ 'U', модем запрашивает подтверждение операции (Y/N) и при положительном ответе пользователя 'Y' переходит в режим ожидания данных.

Замена ПО производится передачей из терминальной программы файла \*.gfw. Модем принимает этот файл, проверяет формат и записывает данные во Flash. После завершения приема файла модем перезапускается с новой прошивкой.

Если в течение 5 секунд отведенных на ожидание выбора перехода в режим замены ПО, пользователь не ввел символ 'U' или отказался от замены ПО при запросе подтверждения операции, модем переходит в режим нормальной работы.

## Терминальные команды

Модем имеет набор терминальных команд, которые могут использоваться для отладки оборудования.

Система команд является многоуровневой. К первому, верхнему уровню относятся команды, предназначенные для выбора функционального узла системы для дальнейшей настройки (порты DSL, TDM). К нижним уровням относятся команды для настройки только конкретного узла.

При вводе команд при помощи терминала пользователь должен переключаться между уровнями. Текущий уровень (название настраиваемого объекта) индицируется промптом в начале строки.

Если первый уровень является текущим, промпт имеет вид:	<b>DSL&gt;</b>
Для второго уровня, когда производится настройка, например, порта TDM0, в промпте выводится:	<b>DSL/TDM[0]&gt;</b>
Для третьего уровня, когда производится настройка, например, интерфейса 5 в цепочке порта DSL3, в промпте выводится:	<b>DSL/P[0]/IFC[5]&gt;</b>

Для переключения с нижнего уровня на верхний необходимо набрать команду:

. . (две точки, в конце Enter)

## Команды доступа к регистрам

Обеспечивают низкоуровневый доступ к регистрам модема. В командах используются адреса регистров и их значения в шестнадцатиричном формате.

**DSL> set reg <адрес регистра,hex> <значение,hex>**

Уровень 1

Запись значения в регистр изменяемой конфигурации. Команда аналогична операции записи регистра через интерфейс EUP.

**DSL> get reg <all | адрес регистра,hex> [wrk]**

Уровень 1

Чтение значения регистра изменяемой или рабочей конфигурации. Команда аналогична операции чтения регистра через интерфейс EUP. Если в команде присутствует необязательный параметр **wrk**, возвращается значение регистра из рабочей конфигурации. Если параметр **wrk** отсутствует, возвращается значение регистра из изменяемой конфигурации. Если вместо адреса регистра указан параметр **all**, на экран выводятся значения всех регистров модема.

**DSL> get regpld**

Уровень 1

Команда выводит на экран значения регистров PLD модема. Данная информация может использоваться производителем для анализа корректности конфигурации модема.



## Команды уровня модема SHDSL.

**DSL> port 0**

Уровень 1

Выбор порта DSL. Ввод команды приводит к переключению на Уровень 2.

**DSL> config show [wrk], config update, config store,  
config cancel, config reload, config default**

Уровень 1

Команды для работы с конфигурацией модема SHDSL. К конфигурации относятся:

- Настройки потока DSL
- Настройки порта TDM

**DSL> tdm 0**

Уровень 1

Выбор TDM. Ввод команды приводит к переключению на Уровень 2.

**DSL> get tdmconf**

Уровень 1

Справочная команда для получения сводной информации о скорости потока TDM и размещении полосы данных DSL в циклах TDM.

**DSL> get dslstate**

Уровень 1

Справочная команда для получения сводной информации о состоянии процесса установления соединения.

## Настройки локального порта DSL

**DSL/P[0]> selifc <номер интерфейса цепочки 0-31>**

Уровень 2

Команда для выбора интерфейса в цепочке, подключенной к порту DSL. Ввод команды приводит к переключению на Уровень 3.

**DSL/P[0]> set lmode <cot | rta | off>**

Уровень 2

Определение режима работы порта на линии. Если указан параметр **off**, порт DSL переводится в неактивное состояние.

**DSL/P[0]> set tdmux 0 <смещение, byte> [+<смещение, bit>]**

Уровень 2

Параметры команды определяют смещение полосы, занимаемой данными порта DSL на TDM относительно начала цикла в битах.

**DSL/P[0]> set aclkmode <off | on>**

Уровень 2

Управление автоматическим переключением частоты от порта DSL в режиме Line-timed на внутренний генератор при отсутствии соединения по линии. Если указан параметр **on**, переключение производится (см. *Альтернативная синхронизация в режиме Line-timed.*)

**DSL/P[0]> set test <off | sc\_sr | ones | low\_r>**

Уровень 2

Включение тестового режима порта DSL (см. *Тестовые режимы.*)

**DSL/P[0]> set ledmode <номер режима 0...3>**

Уровень 2

Выбор варианта включения внешнего индикатора данного порта DSL (см. *Индикация состояния локального порт.*)

**DSL/P[0]> set algtype <номер режима 0...3>**

Уровень 2

Выбор алгоритма установления соединения. SHDSL-B1-H на настоящий момент не поддерживает режимы с автоматическим выбором скорости и автоматическим выбором режима на линии. Аргумент команды может иметь только значение 0, соответствующее режиму, описанному в разделе *Установление соединения.*

## Настройки портов цепочки (включая локальный порт)

```
DSL/P[0]> set rate <Скорость, Кбит/с> [ram < 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128>]
```

Уровень 2

Выбор скорости соединения.

Скорость указывается в первом параметре команды в Кбит/с. Все интерфейсы цепочки будут устанавливать соединение на выбранной скорости.

Второй параметр позволяет определить код передачи TSPAM для всей цепочки. Если этот параметр не задан, выбор кода передачи производится автоматически.

```
DSL/P[0]> set clkmode <1a | 3a>
```

Уровень 2

Выбор способа синхронизации цепочки.

При выбранном режиме **3a** включается механизм синхронизации, в котором для тактирования схем приема и передачи используется синхросигнал от TDM стороны COT (режим Sync Slave). Синхросигнал от TDM имеет ограничения на точность - +/-32ppm.

Режим **1a** включает механизм синхронизации, в котором синхросигнал от TDM передается вместе с данными в циклах SHDSL (механизм стаффинга). Передача и прием тактируется от локального генератора стороны COT. Данный способ синхронизации традиционно используется в плезихронных системах передачи. Использование режима **1a** позволяет снизить требования к точности частоты от TDM (хуже +/-32ppm), но в сигнал вносится больший джиттер, чем в синхронных режимах (**3a**).

Выбранный режим синхронизации автоматически устанавливается на всех интерфейсах цепочки регенераторов.

```
DSL/P[0]> set pbo <ослабление мощности, dB>
```

Уровень 2

Определение уровня понижения мощности передачи удаленной стороны (PBO). Параметр команды – уровня понижения мощности в диапазоне от 0 до -31dB

```
DSL/P[0]> set pbomode <ep1 | noep1>
```

Уровень 2

Параметр команды определяет способ понижения мощности передачи.

Значение параметра **ep1** определяет способ понижения мощности передачи согласно ITU-T G991.2. Параметр PBO содержит значение ослабления выходной мощности на передаче удаленной стороны. То есть, для изменения мощности RTA настройки должны производиться на COT, и наоборот.

Значение параметра PBO не определяет точного значения выходной мощности. В процессе установления соединения трансиверы каждой из сторон измеряют уровень принимаемого сигнала и производят оценку возможного уменьшения мощности передачи на удаленной стороне (от 0 до -6dB, в зависимости от протяженности линии). Далее, в процессе согласования параметров соединения, каждый трансивер выбирает максимальное значение из оценочного уровня ослабления мощности и значения PBO. То есть, выбирается значение, соответствующее минимальной мощности передачи. Найденное значение будет определять мощность передачи на удаленной стороне.

Значение параметра **noep1** определяет способ понижения мощности передачи аналогичный предыдущему, но без учета уровня принимаемого сигнала. В этом случае значение PBO, заданное на COT определяет уровень мощности передачи RTA и наоборот.

**DSL/P[0]> get state**

Уровень 2

Справочная команда для получения состояния установленного соединения. Команда возвращает количество интерфейсов модемов и регенераторов, которые установили соединение на заданной скорости. Возвращается фактическая скорость в цепочке, тип кода TSPAM, а также информация о полноте цепочки. В качестве дополнительной информации для каждого интерфейса выводятся:

- LOSS – текущий уровень затухания в линии, подключенной к данному интерфейсу в dB.
- SNR – текущее значение отношения сигнал/шум в линии, подключенной к данному интерфейсу в dB.
- PPBO – текущее значение уровня понижения мощности, установленное данным интерфейсом. В случае использования режима понижения мощности с учетом EPL, это значение может отличаться от PBO, выбранного на удаленной стороне.

**DSL/P[0]> set stat0**

Уровень 2

Сброс счетчиков статистики всех интерфейсов цепочки регенераторов.

**DSL/P[0]> config show [wrk], config update, config store,  
config cancel, config reload, config default**

Уровень 2

Команды для работы с конфигурацией порта DSL модема. К конфигурации относятся:

Настройки локального порта:

- Текущее значение режима на линии (COT / RTA)
- Смещение данных на TDM в байтах и битах.
- Номер тестового режима, если включен
- Вариант схемы включения индикатора локального порта DSL.

Настройки интерфейсов цепочки

- Текущее значение режима синхронизации – с использованием стаффинга (1a) или без него (3a)
- Выбранная скорость соединения, Кбит/с и используемый линейный код (TSPAM8-TSPAM128)
- Текущее значение PBO в dB, заданное командой set PBO
- Способ понижения мощности передачи (с оценкой EPL или без оценки EPL)

## Работа с интерфейсами цепочки (включая локальный порт)

**DSL/P[0]/IFC[0]> get stat**

Уровень 3

Получение данных статистики от интерфейса цепочки:

- CONCNT – счетчик успешных соединений интерфейса после включения питания.
- CTIME – время в секундах, прошедшее с момента установления текущего соединения.
- TIME – время в секундах, прошедшее с момента включения питания.
- UASCNT - Количество секунд, в течение которых линия канала была недоступна по причине отсутствия соединения.
- CVCNT – Счетчик нарушений CRC фреймов SHDSL на приемной стороне. В том случае, если в течение одной секунды регистрируется более 50 плохих CRC, счетчик не наращивается на 50, а вместо этого инкрементируется SESCNT. Счетчик останавливается в случае, если соединение разорвано.
- ESCNT – Счетчик односекундных интервалов, в течение которых на приемной стороне обнаружен 1 или более фреймов SHDSL с плохим CRC или была потеря синхронизации. Счетчик останавливается в случае, если соединение разорвано.
- SESCNT – Счетчик односекундных интервалов, в течение которых на приемной стороне обнаружено 50 или более фреймов SHDSL с плохим CRC или была потеря синхронизации. Счетчик останавливается в случае, если соединение разорвано.
- LOSWS – Счетчик односекундных интервалов, в течение которых наблюдалось 1 или более случаев потери синхронизации. Под потерей синхронизации понимается обнаружение на приеме канала как минимум, трех последовательно пришедших фреймов с поврежденной синхропосылкой.

**DSL/P[0]/IFC[0]> get adc**

Уровень 3

Команда позволяет получить значения отсчетов от четырех каналов АЦП. В регенераторе одни и те же каналы АЦП связаны с каждым интерфейсом.

## Настройки порта TDM

```
DSL/TDM[0]> set clksrc <cx | gen | dsl> 0
```

Уровень 2

Выбор режима синхронизации порта TDM. Параметры команды определяют источник сигналов CXint/FXint:

```
DSL/TDM[0]> set rate <2048 | 4096 | 8192 | 16384>
```

Уровень 2

Выбор скорости порта TDM.

```
DSL/TDM[0]> set loop <off | local | remote>
```

Уровень 2

Включение / выключение заворота на TDM. Включение/выключение заворота производится непосредственно при выполнении команды, без **config update**. Состояние заворота не сохраняется в энергонезависимой памяти по **config store**.

```
DSL/TDM[0]> config show [wrk], config update, config store,  
config cancel, config reload, config default
```

Уровень 2

Команды для работы с конфигурацией порта TDM. К конфигурации относятся:

- Источник синхронизации порта.
- Скорость TDM (2048-16384 Кбит/с)

## Команды для работы с конфигурациями

### **XXX> config show [wrk]**

Уровень - любой

Команда выводит настройки текущего и подчиненных уровней. Вывод настроек производится в виде последовательности команд настройки текущего и подчиненных уровней. Вывод данной команды может быть сохранен и использован для настройки портов и функциональных блоков этого уровня.

Если в команде присутствует необязательный параметр **wrk**, выводятся настройки рабочей конфигурации. Если параметр отсутствует, команда выводит настройки изменяемой конфигурации.

### **XXX> config update**

Уровень - любой

Команда копирует настройки изменяемой конфигурации в рабочую конфигурацию. Копируются настройки текущего и подчиненных уровней.

### **XXX> config store**

Уровень - любой

Команда сохраняет рабочую конфигурацию в энергонезависимой памяти. В сохраненную конфигурацию копируются настройки только текущего и подчиненных уровней.

### **XXX> config cancel**

Уровень - любой

Команда отменяет изменения, произведенные командами настройки. В изменяемую конфигурацию копируются настройки текущего и подчиненных уровней из рабочей конфигурации.

### **XXX> config reload**

Уровень - любой

Команда копирует настройки из сохраненной конфигурации в рабочую и изменяемую конфигурацию. Копируются настройки только текущего и подчиненных уровней.

Действия по данной команде эквивалентны действиям при перезапуске системы.

### **XXX> config default**

Уровень - любой

Команда записывает заводские (исходные) настройки в рабочую и изменяемую конфигурацию. Записываются настройки только текущего и подчиненных уровней.

## Управление конфигурациями.

Для возможности настройки модема без перезапуска (без разрушения установленных соединений) предусмотрено четыре набора параметров:

- Набор параметров, доступный для изменения пользователем при помощи терминальных команд настройки называется *изменяемой конфигурацией*. Далее в описании изменяемая конфигурация обозначается аббревиатурой MOD\_CNF.
- Набор параметров, использующийся для работы системы, называется *рабочей конфигурацией*. Параметры рабочей конфигурации не могут быть изменены пользователем непосредственно терминальными командами настройки портов и функциональных узлов системы. Далее в описании изменяемая рабочая конфигурация обозначается аббревиатурой WRK\_CNF.
- Набор параметров, сохраняемый в энергонезависимой памяти, и загружаемый при включении питания или перезапуске какого либо порта или устройства системы называется *сохраненной конфигурацией*. Далее в описании изменяемая конфигурация обозначается аббревиатурой STR\_CNF. Блок настроек каждого порта или функционального узла системы в процессе записи в энергонезависимую память дополняется CRC16. При чтении блока настроек из энергонезависимой памяти сопровождается расчетом CRC16. Целостность блока настроек конфигурации определяется сравнением рассчитанного и сохраненного значений CRC.
- Набор параметров, генерируемый системой по умолчанию, соответствующий заводским настройкам портов и функциональных узлов системы называется *исходной конфигурацией*. Далее в описании изменяемая конфигурация обозначается аббревиатурой DEF\_CNF.

Конфигурации синхронизируются друг с другом по событиям, определяемым состоянием системы, записью кодов команд управления конфигурациями в регистр CMD или терминальными командами управления конфигурациями.

Событие / условие	Действия над конфигурациями	Перезапуск устройства после копирования конфигураций
Перезапуск устройства, корректное CRC STR_CNF в энергонезависимой памяти.	WRK_CNF <= STR_CNF MOD_CNF <= STR_CNF	Не производится
Перезапуск устройства, некорректное CRC STR_CNF в энергонезависимой памяти	WRK_CNF <= DEF_CNF MOD_CNF <= DEF_CNF STR_CNF <= DEF_CNF	
Команда <b>config store</b>	STR_CNF <= WRK_CNF	
Команда <b>config cancel</b>	MOD_CNF <= WRK_CNF	
Команда <b>config update</b>	WRK_CNF <= MOD_CNF	Возможен
Истечение таймера отката команды <b>config update</b>	WRK_CNF <= STR_CNF	
Команда <b>config reload</b>	WRK_CNF <= STR_CNF MOD_CNF <= STR_CNF	
Команда <b>config default</b>	WRK_CNF <= DEF_CNF MOD_CNF <= DEF_CNF	

Конфигурация каждого вида имеет иерархическую организацию, соответствующую организации системы команд настройки. Команды управления конфигурациями могут быть применены на любом из уровней системы команд. Область действия команды управления конфигурацией распространяется на текущий и все подчиненные уровни иерархии.

В ряде случаев изменение конфигурации портов модема может сопровождаться перезапуском портов и устройств не только текущего и подчиненных уровней. Например, изменение скорости порта TDM сопровождается перезапуском порта DSL.



## Внешние сигналы.

Разъем X1 содержит сигналы портов управления, порт TDM и технологические сигналы. На X2 выведены сигналы линейного интерфейса. X3 содержит сигналы АЦП.

Сигнал	Контакт разъема X1	Описание
<b>Терминальный порт</b>		
TXD	3	<b>Выход модема.</b> Данные на терминал в стартстопном формате. Сигнал может оставаться неподключенным, если терминальный порт не используется.
RXD	4	<b>Вход модема.</b> Данные от терминала в стартстопном формате. Сигнал подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В. В случае если терминальный порт не используется, RXD может оставаться неподключенным или подключенным к уровню '1'.
RTS	5	<b>Выход модема.</b> Модем выставляет сигнал в '0', если готов принимать данные от терминала. Модем выставляет сигнал в '1', если данные от терминала имеют слишком высокий темп и не успевают обрабатываться. В ответ на этот сигнал терминал должен приостановить передачу. После того, как модем выставляет RTS в '1', он способен принять от терминала не более 20 символов. В случае если управление потоком не используется RTS может оставаться неподключенным.
CTS	6	<b>Вход модема.</b> Принимает значение '0', если терминал готов принимать данные от модема и модем производит передачу данных. Если сигнал имеет значение '1', модем выдает очередной символ и приостанавливает передачу данных на терминал. Сигнал подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В. В случае если управление потоком не используется CTS может оставаться неподключенным.
<b>Технологические выводы</b>		
TDO	9	<b>Выход модема.</b> Должен оставаться неподключенным
TDI	10	<b>Вход модема.</b> Должен оставаться неподключенным
TCK	23	<b>Вход модема.</b> Должен оставаться неподключенным
<b>Выводы индикации</b>		
LED	14	<b>Выход модема.</b> Предназначен для подключения внешнего светодиодного индикатора состояния порта DSL. Схема подключения определяется значением регистра LEDMODE. Индикатор может подключаться между выводами LED и DATA.
Reserved	50	<b>Выход модема.</b> Должен оставаться неподключенным.
IND_D	24	<b>Выход модема.</b> Используется для передачи на сдвиговые регистры внешнего блока индикации данных о состоянии цепочек регенераторов в последовательном виде. Каждый бит состояния сопровождается синхриимпульсом на выходе IND_CLK. В случае если внешний блок индикации не используется, IND_D может оставаться неподключенным. Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню 3.3В для обеспечения стабильного уровня при инициализации модема (загрузке PLD).
IND_CLK	49	<b>Выход модема.</b> Используется для синхронизации данных состояния интерфейсов выбранной цепочки. Сигнал должен быть заведен на синхровходы сдвиговых регистров блока индикации. Задвигание битов с выхода IND_D производится по переходу IND_CLK из 0 в 1. В случае если внешний блок индикации не используется, IND_CLK может оставаться неподключенным. Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к земле для обеспечения неактивного уровня при инициализации модема (загрузке PLD).

Сигнал	Контакт разъема X1	Описание
Параллельный микропроцессорный интерфейс (EUP)		
D_IRQ	13	<p><b>Выход модема.</b> Сигнал предназначен для передачи от модема к внешнему хосту информации о возникновении событий, требующих критичной по времени обработки со стороны внешнего хоста. Набор событий, по которым модем может выдавать прерывания, определяется флагами в регистрах IRQ_FLAG и HDLC_IRQ_FLAG и регистрами масок IRQ_MASK и HDLC_IRQ_MASK. В случае, если прерывание не замаскировано и возникло событие, в IRQ_FLAG устанавливается соответствующий флаг, а сигнал D_IRQ принимает активное значение '0'. Сигнал D_IRQ переходит в неактивное состояние (IRQ='Z') в момент сброса последнего установленного флага в регистрах IRQ_FLAG и HDLC_IRQ_FLAG.</p> <p>Сигнал D_IRQ вне модема должен быть подтянут к напряжению питания резистором 3,3КОм.</p>
D_A0	15	<p><b>Вход модема.</b> Адрес интерфейсного регистра. Если D_A0='0', то обращение будет производиться к регистру адреса, Если D_A0='1', то обращение будет производиться к регистру данных.</p>
D_WR	16	<p><b>Вход модема.</b> Сигнал записи. Если D_CS='0', по переходу D_WR из '0' в '1' значение с шины данных D_D[7..0] копируются в регистр, выбранный D_A0.</p> <p>Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В.</p>
D_RD	17	<p><b>Вход модема.</b> Сигнал чтения. Если D_RD='0' и D_CS='0', модем выдает на шину данных D_D[7..0] содержимое регистра, выбранного D_A0.</p> <p>Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В.</p>
nRESET	18	<p><b>Вход модема.</b> Уровень '0' на этом входе приводит к перезапуску модема.</p> <p>В случае если внешний сброс не используется, вход nRESET должен быть подключен к уровню '1'. Модем имеет контроллер, вырабатывающий сигнал сброса при включении питания или при отклонении напряжения питания от номинального значения более, чем на 10%.</p>
D_CS	19	<p><b>Вход модема.</b> Сигнал выбора модема для обмена через EUP. Модем выбран, если D_CS = '0'. В процессе работы сигнал D_CS может иметь котстантное значение '0', то есть для нормальной работы EUP переход D_CS в '1' не обязателен.</p> <p>Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В.</p>
D_D7	21	<p><b>Вход/выход.</b> Разряд шины данных.</p> <p>Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В.</p>
D_D6	22	<p><b>Вход/выход.</b> Разряд шины данных.</p>
D_D5	42	<p><b>Вход/выход.</b> Разряд шины данных.</p> <p>Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В.</p>
D_D4	43	<p><b>Вход/выход.</b> Разряд шины данных.</p>
D_D3	44	<p><b>Вход/выход.</b> Разряд шины данных.</p>
D_D2	45	<p><b>Вход/выход.</b> Разряд шины данных.</p> <p>Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В.</p>
D_D1	46	<p><b>Вход/выход.</b> Разряд шины данных</p>
D_D0	48	<p><b>Вход/выход.</b> Разряд шины данных.</p> <p>Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню GND.</p>

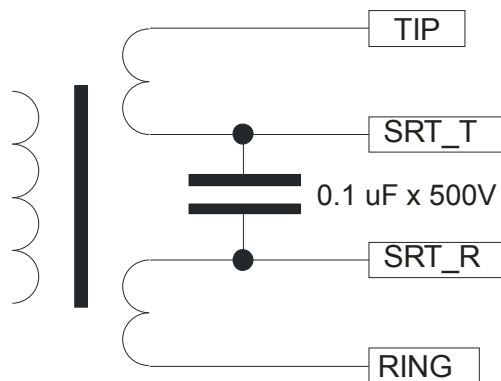
Сигнал	Контакт разъема X1	Описание
Порт DSL		
REFCLK	35	<b>Выход модема.</b> На него выводится сигнал опорной частоты порта DSL. Значение частоты равно 8КГц и имеет точность +/-32ppm. Частота на REFCLK может использоваться внешней ФАПЧ. Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к земле для обеспечения неактивного уровня при инициализации модема.
DATA	27	<b>Выход модема.</b> Принимает значение '0' в момент установления соединения и перехода порта DSL модема в режим передачи данных. Если соединение не установлено выход DATA имеет значение '1'. К выходу может подключаться двухцветный светодиодный индикатор состояния порта DSL. Для обеспечения неактивного уровня при инициализации сигнал DATA вне модема должен быть подключен к уровню +3.3В через резистор 10КОм..
Reserved	41	<b>Выход модема.</b> Должен оставаться неподключенным.
Reserved	38	<b>Вход модема.</b> Должен оставаться неподключенным..
Reserved	39	<b>Вход модема.</b> Должен оставаться неподключенным..

Сигнал	Контакт разъема X1	Описание
Порт TDM		
MSTR	47	<p><b>Выход модема.</b> Принимает значение '0', если CX/FX являются входами. То есть в случаях, если регистр PMODE=0 и внешняя частота с CX/FX используется для синхронизации порта DSL.</p> <p>Сигнал может использоваться для переключения направления внешних буферных элементов сигналов CX/FX. Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к земле для обеспечения неактивного уровня CX/FX во время инициализации модема (CX/FX – входы).</p>
TC	28	<p><b>Выход модема.</b> Принимает значение '0' во временных позициях цикла TDM, в которых данные принятые из линии портом DSL выдаются на выход DR. Сигнал формируется по переднему фронту CXint.</p> <p>TC может использоваться для управления выходным буфером сигнала DR.</p> <p>Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В для обеспечения неактивного уровня при инициализации модема.</p>
CX	29	<p>Битовая синхронизация 2048/4096/8192/16384 КГц порта TDM. Выбор частоты TDM производится в регистре PTSN.</p> <p><b>Выход модема.</b> На CX выдается CXint, представляющий собой сигнал битовой синхронизации от внутреннего генератора (если регистр PMODE = 1) или частоту выделенную из линии/потока портом DSL (регистр PMODE = 2).</p> <p><b>Вход модема,</b> если PMODE имеет значение 0. Частота со входа CX используется для битовой синхронизации TDM, если PMODE=0.</p> <p>Если порт TDM не используется (обмен данными производится только через контроллер HDLC), CX вне модема должен быть подключен к уровню +3.3В через резистор 10КОм.</p>

Сигнал	Контакт разъема X1	Описание
FX	30	<p>Цикловая синхронизация 8 КГц порта TDM. Сигнал формируется по переднему фронту CXint и имеет длительность 1 такт. На приемной стороне сигнал сэмпляется по заднему фронту CXint. FX занимает в цикле позицию, соответствующую первому биту.</p> <p><b>Выход модема.</b> На FX выдается FXint, представляющий собой сигнал цикловой синхронизации от внутреннего генератора (если регистр PMODE = 1) или сигнал цикловой синхронизации формируемый портом DSL (регистр PMODE = 2).</p> <p><b>Вход модема,</b> если PMODE имеет значение 0. Сигнал со входа FX используется для цикловой синхронизации TDM, если PMODE=0.</p> <p>Если порт TDM не используется (обмен данными производится только через контроллер HDLC), FX вне модема должен быть подключен к уровню +3.3В через резистор 10КОм.</p>
DT	31	<p><b>Вход модема</b> данные. Биты данных сэмпляются по заднему фронту CXint.</p> <p>Данные занимают на TDM позицию со смещением от начала цикла, определенным в регистрах POFFS (в байтах) и POFFS1 (в битах) порта DSL. Ширина полосы данных в цикле соответствует скорости, с которой порт DSL установил соединение на линии.</p> <p>Сигнал на плате модема подтянут резистором 10КОм к уровню +3.3В для обеспечения неактивного уровня во время инициализации модема.</p>
DR	32	<p><b>Выход модема</b> данные. Биты данных выдаются на выход по переднему фронту CXint.</p> <p>Данные занимают на TDM позицию со смещением от начала цикла, определенным в регистрах POFFS (в байтах) и POFFS1 (в битах) порта DSL. Ширина полосы данных в цикле соответствует скорости, с которой порт DSL установил соединение на линии.</p> <p>В незанятых позициях TDM выход переводится в Z состояние.</p>
CLK20	40	<p><b>Выход модема.</b> Сигнал опорной частоты от внутреннего генератора модема. Значение частоты равно 20.48МГц и имеет точность +/-25ppm.</p>
<b>Выводы питания</b>		
GND	1, 2, 11, 12, 36, 37	Общий вывод
+3.3V	7, 8, 25, 26	Напряжение питания модема
N.C.	20, 33, 34	Не подключены на плате модема

Сигнал	Контакт разъема X2	Описание
Линейные окончания		
RING3	1, 2	В 2-проводном режиме не используется. В 4-проводном режиме - вывод приемной части порта DSL
SRT_R3	3, 4	Вывод средней точки полуобмотки линейного трансформатора со стороны RING3
SRT_T3	9, 10	Вывод средней точки полуобмотки линейного трансформатора со стороны TIP3
TIP3	11, 12	В 2-проводном режиме не используется. В 4-проводном режиме - вывод приемной части порта DSL
RING	17, 18	В 2-проводном режиме вывод линейной части порта DSL. В 4-проводном режиме - вывод передающей части порта DSL
SRT_R	19, 20	Вывод средней точки полуобмотки линейного трансформатора со стороны RING
SRT_T	25, 26	Вывод средней точки полуобмотки линейного трансформатора со стороны TIP
TIP	27, 28	В 2-проводном режиме вывод линейной части порта DSL. В 4-проводном режиме - вывод передающей части порта DSL
NC	5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24	Вывод не подключен на плате модема

Линейная часть порта DSL показана на рисунке



Полуобмотки трансформаторов развязаны по постоянной составляющей конденсатором 0.1 мкФ. Конденсатор шунтирует высокочастотную составляющую сигнала. В зависимости от организации системы ДП, выводы SRT\_T и SRT\_R могут быть замкнуты или к ним может быть подключен дополнительный внешний конденсатор:

- Для ДП пара-пара SRT\_T и SRT\_R замыкаются.
- Для ДП провод-провод к выводам SRT\_T и SRT\_R подключается внешний конденсатор емкостью не менее 1 мкФ, линейный в требуемом диапазоне температур. Хорошим выбором являются полимерные конденсаторы EPCOS серий MKT и MKP.
- Если ДП не используется, SRT\_T и SRT\_R замыкаются.

Сигнал	Контакт разъема X3	Описание
Входы АЦП		
AIN0	1	Вход канала 0 АЦП
AIN1	2	Вход канала 1 АЦП
AIN2	3	Вход канала 2 АЦП
AIN3	4	Вход канала 3 АЦП
GND	5, 6	Общий вывод

Высокоомные входы каналов АЦП имеют дополнительную защиту от ESD на диодах. Входное сопротивление цепей AIN – не менее 100 МОм.

Номинальные выходные уровни всех сигналов при малой нагрузке – 3.3В. Устойчивость к появлению 5В на входе имеется у всех сигналов, кроме сигналов EUP, TDM, и сигналов IND\_BUT, IND\_D, IND\_CLK.

## Параллельный микропроцессорный интерфейс EUP.

Интерфейс EUP используется для настройки модема, передачи данных через контроллер HDLC и для передачи сервисных сообщений через канал EOC. Все операции связаны с обращениями к регистрам модема.

Обмен данными через EUP производится через два интерфейсных регистра: регистр адреса EUP\_ADDR и регистр данных EUP\_DATA. Выбор интерфейсного регистра для обмена производится сигналом адреса D\_A0. Если на момент чтения или записи в регистр D\_A0='0', обращение будет производиться к EUP\_ADDR, при D\_A0='1' - к регистру EUP\_DATA.

Интерфейсный регистр EUP\_ADDR доступен для записи и чтения. В EUP\_ADDR внешний хост записывает адрес регистра модема (см. *Программная модель*), к которому будет обращение. При чтении из EUP\_ADDR в двух младших разрядах возвращаются текущие значения сигналов прерывания eup\_hdlc\_irq (от контроллера HDLC) и eup\_modem\_irq (от модема). Интерфейсный регистр EUP\_DATA доступен для записи и чтения. Через EUP\_DATA внешний хост обменивается данными с регистром модема по адресу в EUP\_ADDR.

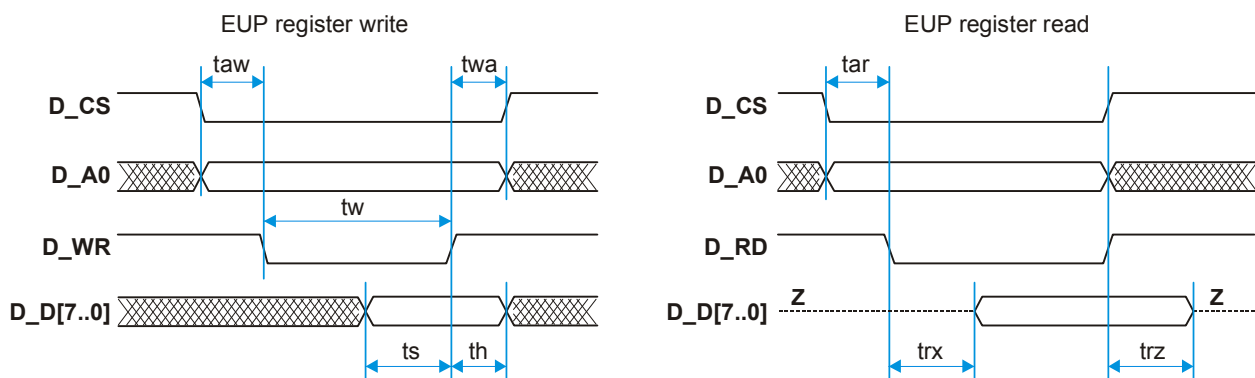
Для записи в регистр модема по адресу X значения Y внешний хост должен:

- в регистр EUP\_ADDR записать значение X
- в регистр EUP\_DATA записать значение Y

Для чтения из регистра модема по адресу X внешний хост должен:

- в регистр EUP\_ADDR записать значение X
- прочитать регистр EUP\_DATA

Далее приведены временные диаграммы операций записи и чтения интерфейсных регистров EUP и значения времен, показанных на этих диаграммах. Значения времен в таблице определены на основе моделирования и могут отличаться от фактических значений.



Обозн.	Min, ns	Max, ns	
ts	4		Время предустановки сигналов D_CS, D_A0, D_D перед переходом D_WR из '0' в '1'
th	0		Время удержания D_CS, D_A0, D_D после перехода D_WR из '0' в '1'
tw	30		Длительность сигнала записи
taw	0		Время от выставления сигналов D_A0 и D_CS до начала сигнала записи
twa	0		Время от перехода D_WR из '0' в '1' до снятия сигналов D_A0 и D_CS
tar	0		Время от выставления сигналов D_A0 и D_CS до начала сигнала чтения
trx		10	Время от начала сигнала чтения до появления данных на выходе модема
trz		10	Время от снятия сигнала чтения до перевода шины данных в высокоомное состояние
top	100		Время между последовательными операциями чтения или записи (между переходами сигнала D_WR или D_RD из '0' в '1')

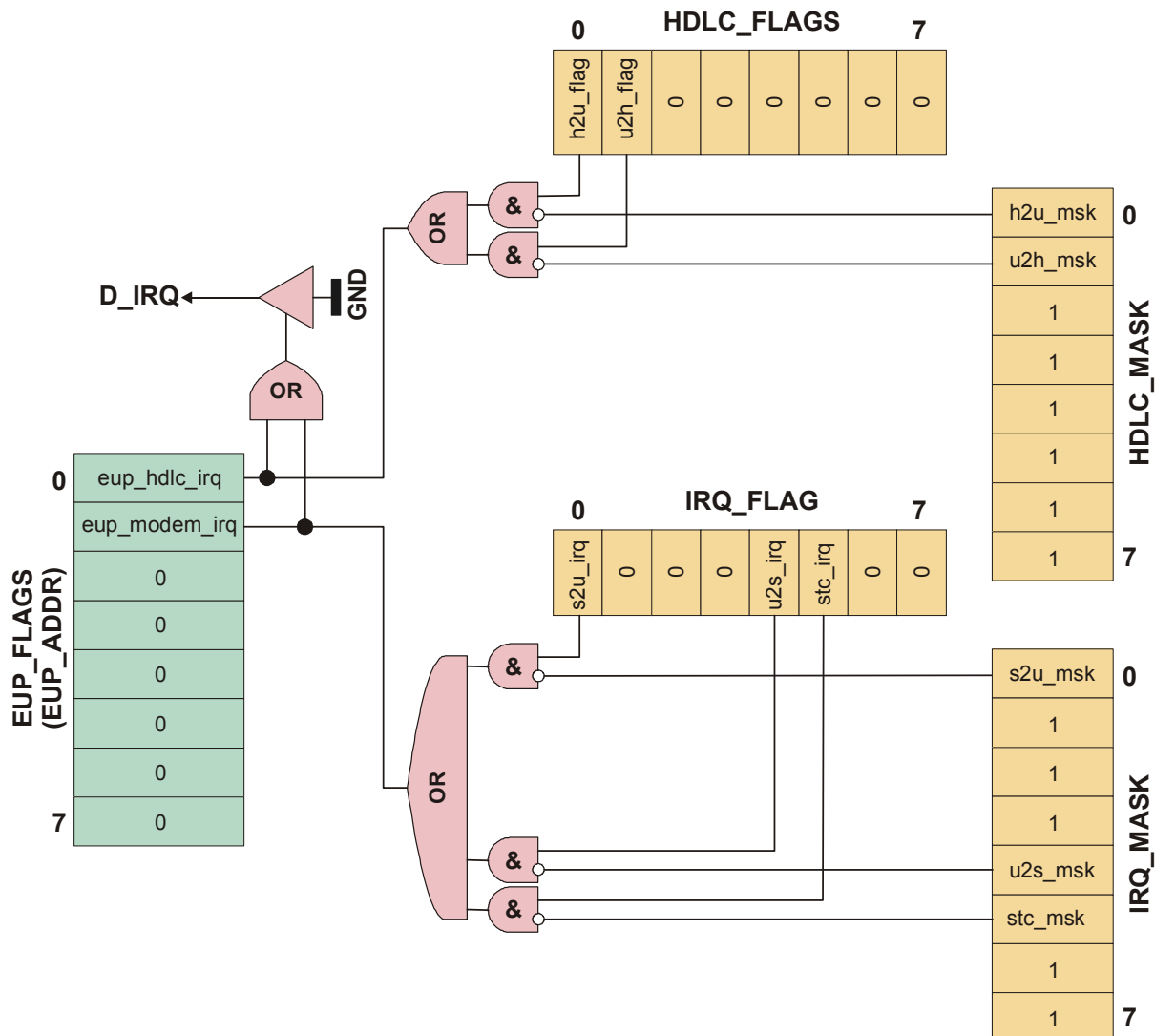
После включения питания или сброса модема интерфейс EUP находится в неактивном состоянии до завершения инициализации. Для определения готовности модема к обмену внешний хост может выполнять периодический опрос регистра RST\_F. При готовности модема к обмену возвращается 0xA5 (при первом обращении к RST\_F после сброса или включения питания) или 0x00 (при последующих обращениях к RST\_F). Если модем не готов к обмену, из RST\_F возвращается значение, отличное от 0xA5 и 0x00.



## Система прерываний

На выход модема D\_IRQ передаются прерывания от двух устройств:

- от модема SHDSL, связанные с установлением соединения и передачей сервисных сообщений EOC
- от контроллера HDLC, связанные с передачей и приемом данных



Разряды регистров IRQ\_FLAG и HDLC\_FLAGS представляют собой наборы флагов. Каждому флагу поставлено в соответствие событие, приводящее к установке данного флага в активный уровень '1'.

Каждому флагу в IRQ\_FLAG (HDLC\_FLAGS) соответствует разряд в IRQ\_MASK (HDLC\_MASK). В том случае, если разряд IRQ\_MASK (HDLC\_MASK) установлен в '1', изменения флага в IRQ\_FLAG (HDLC\_FLAGS) не приводят к изменениям сигнала IRQ. Если в результате возникновения событий хотя бы один незамаскированный флаг IRQ\_FLAG или HDLC\_FLAGS перешел в состояние '1', то сигнал D\_IRQ принимает активный уровень.

Сигналы прерываний от устройств eup\_modem\_irq от модема и eup\_hdlc\_irq от контроллера HDLC отображены на разряды регистра EUP\_ADDR. Обработчик прерывания внешнего хоста может читать EUP\_ADDR для быстрого определения источников текущего прерывания (то есть исключается необходимость проверки всех флагов во всех регистрах).

Сброс флагов прерываний в регистре IRQ\_FLAG (HDLC\_FLAGS) производится внешним хостом записью в этот регистр битовой маски.

- Если разряд маски имеет значение '1', флаг в соответствующем разряде IRQ\_FLAG (HDLC\_FLAGS) сбрасывается.
- Если разряд маски имеет значение '0', состояние флага в соответствующем разряде IRQ\_FLAG (HDLC\_FLAGS) не изменяется.

Маскирование прерываний в регистре IRQ\_MASK (HDLC\_MASK) не влияет на установку и сброс флагов в IRQ\_FLAG (HDLC\_FLAGS).

## Работа контроллера HDLC

Модем имеет встроенный контроллер HDLC, обеспечивающий скоростной обмен данными с удаленной стороной. Передатчик и приемник контроллера состоят из фреймеров и динамических буферов. Фреймеры выполняют функции форматирования данных и производят передачу и прием пакетов в циклах TDM. Буферы обеспечивают выравнивание темпа обмена данными через TDM с темпом чтения и записи внешнего хоста. Динамические буферы позволяют обмениваться пакетами произвольной длины.

Фреймер на передачу получает байты пакета из буфера и передает их в циклах TDM. Фреймер рассчитывает CRC16 по полиному  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  и передает два байта CRC в конце пакета после данных. Перед данными и после байтов CRC передаются флаги 0x7E. Уникальность флагов обеспечивается процедурой стаффинга: в передаваемых байтах пакета и CRC цепочки бит, состоящие более чем из пяти единиц, дополняются нулями.

Фреймер приемника в потоке бит из циклов TDM детектирует флаги. Данные между флагами интерпретируются как содержимое пакета. Фреймер подвергает данные пакета дестаффингу и рассчитывает CRC16. Если CRC рассчитанное на приеме совпадает с CRC, переданным в пакете, данные пакета помещаются в приемный буфер. Байты CRC не копируются в буфер.

Динамический буфер каждого из направлений имеет 32 дескриптора и память для хранения данных. Буфер на передачу имеет память размером 512 байт, приемный буфер - 1024 байта. Пакеты, записываемые в буфер внешним хостом или фреймером контроллера HDLC, могут состоять из сегментов длиной от 1 до 256 байт. С каждым сегментом пакета связывается дескриптор. Дескриптор содержит информацию о размещении данных сегмента в памяти, о размере сегмента и статус. Статус дескриптора содержит:

- признак валидности данных, связанных с данным дескриптором
- признак того, что сегмент данных, связанный с данным дескриптором последний в пакете

Если пакет имеет размер не более 256 байт, его данные могут быть целиком помещены в единственный сегмент. Дескриптор, с которым связан такой сегмент, будет иметь статус последнего в пакете.

Если размер пакетов не ограничен 256-ю байтами (максимальный размер сегмента), внешний хост или фреймер приемника контроллера “нарезают” пакеты на сегменты. Внешний хост может копировать в буфер на передачу сегменты произвольной длины (не длиннее 256 байт). Размер сегмента выбирается произвольно из условия максимальной производительности. Фреймер приемника разбивает длинные пакеты на сегменты по 256 байт.

Информацию о текущем количестве используемой памяти и дескрипторов внешний хост может получить из регистров HDLC\_MEM\_USAGE и HDLC\_DESCR\_USAGE по командам HDLC\_CTL:

Команда, записываемая в регистр HDLC_CMD	Регистр HDLC_MEM_USAGE	Регистр HDLC_DESCR_USAGE
3 = HDLC_RD_MEM_CMD	Количество памяти в приемном буфере, занятой данными в единицах HDLC_MEM_UNIT	Количество занятых дескрипторов на прием
4 = HDLC_WR_MEM_CMD	Количество свободной памяти в буфере на передачу в единицах HDLC_MEM_UNIT	Количество свободных дескрипторов на передачу

Так как регистр HDLC\_MEM\_USAGE имеет 8-разрядов, а размер памяти приемного и передающего буфера больше 255, количество памяти возвращается в единицах HDLC\_MEM\_UNIT. Один HDLC\_MEM\_UNIT равен 8 байтам. Если количество занятой или свободной памяти в байтах не кратно 8 байтам, возвращаемое значение памяти уменьшается до минимального кратного. Например, если свободно 333 байта, в регистре HDLC\_MEM\_USAGE вернется значение 41.

## Обнаружение ошибок. Счетчики статистики.

Фреймер передатчика читает сегменты данных из буфера. Если пакет состоит из нескольких сегментов, возможна ситуация, когда не последний сегмент пакета передается в TDM, а следующий сегмент еще не записан в буфер хостом. То есть, происходит опустошение буфера на передачу (underrun). Пакет, передача которого прерывается из-за отсутствия данных в буфере, завершается сигнатурой ABORT (цепочка из 7 '1'). Оставшиеся данные пакета (с опозданием полученные от хоста) исключаются из буфера. Регистрация фактов опустошения буфера на передачу производится счетчиком UNDR\_CNT.

На приемной стороне фреймер контроллера проверяет принимаемые пакеты на соответствие формату:

- Данные пакета после дестаффинга должны иметь количество бит кратное 8 и должны завершаться флагом 0x7E. В противном случае пакет отбрасывается.
- Пакет должен иметь длину не менее 3 байт (без флагов и CRC). Пакеты короче этой длины игнорируются.
- Пакет должен иметь значение CRC16, совпадающее с рассчитанным на приеме. Если значения не совпадают, пакет игнорируется.

Если принимаемый сегмент с ошибкой, является первым или единственным в пакете, сегмент (пакет) удаляется из приемного буфера: дескриптор и память освобождаются. Если принимаемый сегмент с ошибкой не первый в пакете, в дескрипторе сегмента устанавливается статус HDLC\_BAD\_BLOCK\_STATUS (сегмент последний в пакете и содержит недействительные данные). Факт игнорирования пакета из-за ошибки в формате или CRC регистрируется счетчиком CRC\_ERR\_CNT.

В случае, если внешний хост не успевает читать сегменты пакетов из приемного буфера, возможно переполнение (overrun). Если буфер переполнился в процессе приема первого или единственного сегмента в пакете, частично принятый сегмент (пакет) удаляется из приемного буфера: дескриптор и память освобождаются. Если буфер переполнился в процессе приема не первого пакете сегмента, в дескрипторе сегмента устанавливается статус HDLC\_BAD\_BLOCK\_STATUS. Факт возникновения переполнения приемного буфера регистрируется счетчиком OVRN\_CNT.

Текущие значения счетчиков UNDR\_CNT, OVRN\_CNT и CRC\_ERR\_CNT внешний хост может получить из регистров HDLC\_OVRN\_UNDR и HDLC\_CRC\_ERR по командам HDLC\_CTL:

Команда, записываемая в регистр HDLC_CMD	Регистр HDLC_OVRN_UNDR	Регистр HDLC_CRC_ERR
5 = HDLC_RD_STAT_CMD	счетчик переполнений приемного буфера (OVRN_CNT)	счетчик пакетов с ошибкой формата и CRC (CRC_ERR_CNT)
6 = HDLC_WR_STAT_CMD	счетчик опустошений буфера на передачу (UNDR_CNT)	-

В момент чтения по командам HDLC\_CMD приведенным в таблице, соответствующий счетчик сбрасывается.

Счетчики UNDR\_CNT, OVRN\_CNT и CRC\_ERR\_CNT принимают значения от 0 до 255. Если счетчик инкрементируется до максимального значения 255, последующий инкремент игнорируется. Если для программного обеспечения, выполняемого внешним хостом, требуется получать точное значение счетчиков, период их опроса должен быть не более времени передачи пакета минимальной длины умноженному на 256.

## Генерация прерываний

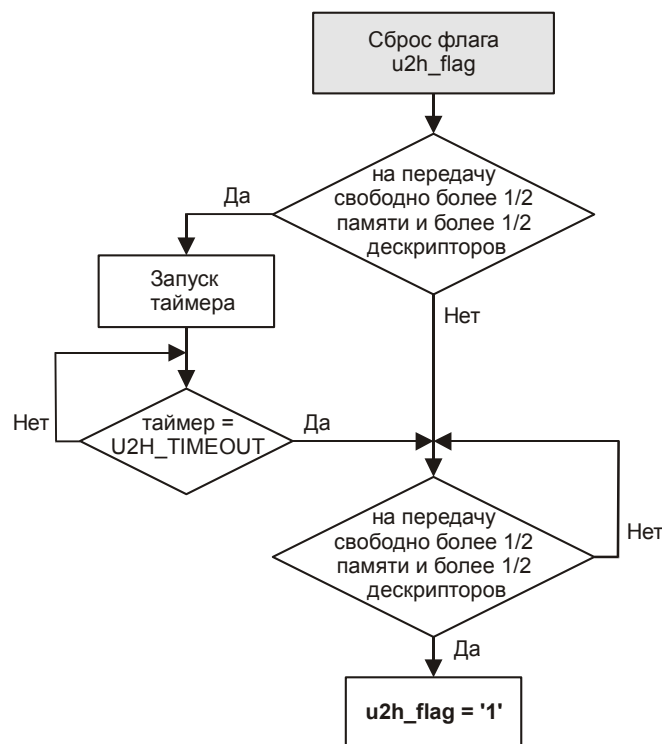
Для достижения максимальной пропускной способности, внешний хост может использовать прерывания, генерируемые передатчиком и приемником контроллера HDLC.

Контроллер устанавливает флаг прерывания на передачу `u2h_flag` следующим образом:

Пусть внешний хост завершил обработку прерывания по передаче и сбросил флаг `u2h_flag` в '0'. В момент сброса контроллер проверяет состояние используемой памяти и дескрипторов.

Если половина дескрипторов и половина памяти оказывается свободными, это означает, что внешний хост не имеет достаточного объема данных для заполнения свободного места в буфере на передачу (то есть, нет данных для передачи). В этом случае для исключения немедленной генерации прерывания, запускается таймер. Проверка свободного места в буфере откладывается до достижения таймаута, определяемого значением поля `U2H_TIMEOUT` в регистре `HDLC_CTL`. После достижения таймаута начинается циклическая проверка наличия половины свободной памяти и дескрипторов, завершающаяся установкой флага.

Если на момент сброса флага буфер не имеет половины свободных дескрипторов и памяти, это означает, что внешний хост в процессе обработки прерывания (непосредственно перед сбросом флага) заполнил освободившееся место в буфере данными для отправки. Начинается циклическая проверка наличия половины свободной памяти и дескрипторов, завершающаяся установкой флага.

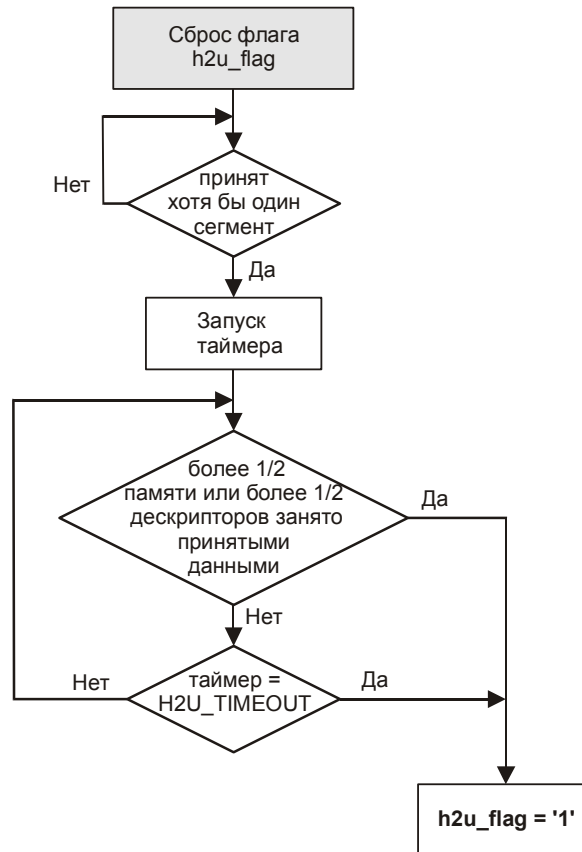


Установка контроллером флага прерывания на прием `h2u_flag` производится следующим образом:

Пусть внешний хост завершил обработку прерывания по приему и сбросил флаг `h2u_flag` в '0'. В момент сброса контроллер проверяет наличие принятых пакетов в буфере.

Если приемный буфер пуст, проверка производится циклически до приема первого сегмента данных. В момент приема первого сегмента запускается таймер. Таймер обеспечивает генерацию прерывания в случае низкого темпа наполнения буфера (то есть, не дожидаясь наполнения половины памяти). Таймаут определяется значением поля `H2U_TIMEOUT` в регистре `HDLC_CTL`.

После запуска таймера производится циклическая проверка на истечение таймаута и на заполнение половины памяти или половины дескрипторов. Проверка завершается установкой флага `u2h_flag`.



## Передача пакета

Если размер передаваемых пакетов не превышает 256 байт (пакет умещается в один сегмент), рекомендуется следующий порядок действий для отправки пакета:

1. В регистр HDLC\_CMD записать команду HDLC\_WR\_MEM\_CMD (код = 4).
2. Из регистра HDLC\_DESCR\_USAGE прочитать количество свободных дескрипторов. Если значение равно 0, отложить передачу.
3. Из регистра HDLC\_MEM\_USAGE прочитать количество свободной памяти и умножить на 8 (8 – размер HDLC\_MEM\_UNIT в байтах). Если полученное значение меньше размера пакета, отложить передачу.
4. В регистр HDLC\_DATA записать все байты пакета.
5. В регистр HDLC\_STAT записать статус HDLC\_LAST\_BLOCK\_STATUS (код = 1)
6. В регистр HDLC\_CMD записать команду HDLC\_WR\_END\_CMD (код = 2)

В случае, если передаваемые пакеты имеют произвольную длину, предлагается следующий порядок записи:

1. В регистр HDLC\_CMD записать команду HDLC\_WR\_MEM\_CMD (код = 4).
2. Из регистра HDLC\_DESCR\_USAGE прочитать количество свободных дескрипторов.
3. Из регистра HDLC\_MEM\_USAGE прочитать количество свободной памяти и умножить на 8 (8 – размер HDLC\_MEM\_UNIT в байтах).
4. До тех пор, пока есть свободные дескрипторы и свободная память
  - 4.1. В регистр HDLC\_DATA последовательно записывать байты пакета до достижения размера сегмента или до конца пакета.

- 4.2. Если достигнут конец пакета
  - 4.2.1. в регистр HDLC\_STAT записать статус HDLC\_LAST\_BLOCK\_STATUS (код = 1),
  - 4.2.2. в регистр HDLC\_CMD записать команду HDLC\_WR\_END\_CMD (код = 2).
  - 4.2.3. Передача пакета завершена.
- 4.3. Иначе (достигнут конец сегмента)
  - 4.3.1. в регистр HDLC\_STAT записать статус HDLC\_NOT\_LAST\_BLOCK\_STATUS (код = 0),
  - 4.3.2. в регистр HDLC\_CMD записать команду HDLC\_WR\_END\_CMD (код = 2)
- 4.4. Изменить счетчики свободной памяти и дескрипторов.
5. После выхода из цикла п.4 запомнить количество переданных байтов пакета. Для передачи оставшейся части пакета, повторить действия 1..5 позже, после освобождения памяти в буфере на передачу.

Если запись пакета производится по анализу флага прерывания, после описанных действий следует сбрасывать флаг u2h\_flag. Для сброса флага надо в регистр HDLC\_FLAGS записать маску 0x02.

## Прием пакета

Если размер пакетов не превышает 256 байт (пакет умещается в один сегмент), рекомендуется следующий порядок действий для приема пакета:

1. В регистр HDLC\_CMD записать команду HDLC\_RD\_MEM\_CMD (код = 3).
2. Из регистра HDLC\_DESCR\_USAGE прочитать количество занятых дескрипторов.
3. До тех пор, пока есть свободные дескрипторы
  - 3.1. Если предыдущий сегмент был последним в пакте (пред. статус != HDLC\_NOT\_LAST\_BLOCK\_STATUS)
    - 3.1.1. Из регистра HDLC\_STAT прочитать статус текущего сегмента
    - 3.1.2. Если текущий сегмент имеет корректные данные и последний в пакете (статус = HDLC\_LAST\_BLOCK\_STATUS)
      - 3.1.2.1. Определить количество байт в сегменте (пакете): значение из регистра HDLC\_LEN\_REG + 1
      - 3.1.2.2. Из регистра HDLC\_DATA прочитать все байты пакета.
      - 3.1.2.3. В регистр HDLC\_CMD записать команду HDLC\_RD\_END\_CMD (код = 1).
      - 3.1.2.4. Прием пакета завершен.
    - 3.2. Иначе (предыдущий сегмент не был последним в пакте)
      - 3.2.1. Из регистра HDLC\_STAT прочитать статус текущего сегмента
    - 3.3. Изменить счетчик занятых дескрипторов, запомнить статус текущего сегмента.
    - 3.4. В регистр HDLC\_CMD записать команду HDLC\_RD\_END\_CMD (код = 1).
  4. После выхода из цикла п.3 статус последнего дескриптора сохранить до повторения действий 1..4 (приема следующего пакета)

В приведенном алгоритме проверяется статус сегментов. Проверка нужна для исключения пакетов, состоящих из нескольких сегментов. Несмотря на ограничение по длине, такие пакеты могут возникнуть из-за искажения флагов между пакетами при воздействии помех (то есть когда смежные пакеты склеиваются).

В случае, если пакеты могут иметь размер более 256 байт, в процессе приема первым должен проверяться статус сегмента, получаемый из регистра HDLC\_STAT. Если статус равен HDLC\_BAD\_BLOCK\_STATUS, регистр HDLC\_LEN\_REG может иметь некорректное значение. Сегмент с таким статусом должен игнорироваться. Также должны игнорироваться данные пакета, принятые до его получения.

Если чтение пакета производится по анализу флага прерывания, после описанных действий следует сбрасывать флаг h2u\_flag. Для сброса флага надо в регистр HDLC\_FLAGS записать маску 0x01.

## ***Инициализация контроллера***

После сброса или включения питания контроллер остановлен (бит RUN\_HDLC регистра HDLC\_CTL равен '0'), а прерывания приема и передачи замаскированы (0xFF в регистре HDLC\_MASK).

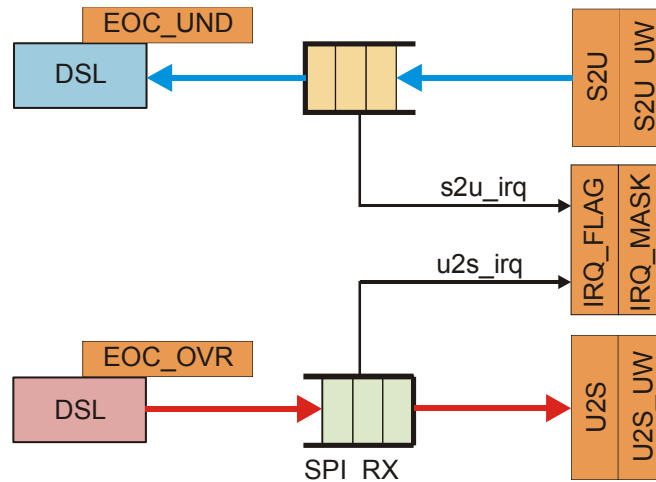
Изменение полей регистра HDLC\_CTL рекомендуется производить при остановленном контроллере.

Изменение параметров TDM, настройку полосы и смещения STT, маскирование и размаскирование прерываний можно производить без остановки контроллера.



## Сообщения EOC

Модем обеспечивает передачу сообщений пользователя через канал EOC порта DSL. Для обмена сообщениями используются специальные регистры, расположенные на странице общих регистров, а также система прерываний. Структура механизма обмена сообщениями показана на рисунке.



Каждый канал модема имеет буфер на одно сообщение на передачу и на прием EOC.

Сообщения на передачу копируются в буферы каналов непосредственно из EUP. Готовность буфера к приему от хоста нового сообщения отображается флагами регистра IRQ\_FLAG. Флаг канала s2u\_irq принимает активное значение '1' в момент, когда очередное сообщение уходит в канал EOC и буфер канала готов к получению от хоста нового сообщения.

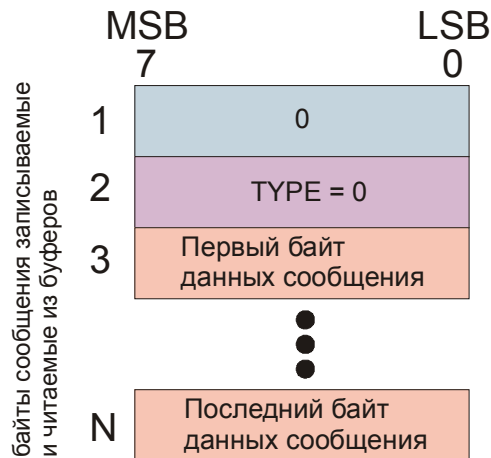
С буфером на отправку сообщений в канал EOC связан счетчик сообщений, потерянных при отправке EOC\_UND. Этот счетчик инкрементируется при каждой попытке хоста поместить сообщение в занятый буфер. Счетчик доступен на странице статистики интерфейса.

Прием сообщений производится в буфер SPI\_RX. Хост забирает сообщения из SPI\_RX. Состояние SPI\_RX индицируется флагом u2s\_irq в регистре IRQ\_FLAG.

В случае, если внешний хост не успевает забирать сообщения из модема, возможно переполнение приемного буфера. Переполнения регистрируются счетчиком EOC\_OVR. Счетчик доступен на странице статистики интерфейса.

## Формат сообщений

Сообщение EOC может иметь длину от 8 до 98 байт. В этот размер входят данные внешнего хоста и заголовок сообщения, имеющий длину 2 байта.



В первом байте заголовка передаваемого и принимаемого сообщения передается константное значение 0.

Второй байт заголовка содержит поле TYPE – тип сообщения. Сообщения, предназначенные для обмена через EOC должны содержать 0 в поле TYPE.

## Передача сообщения

Готовность к передаче очередного сообщения хост определяет анализом флага `s2u_irq` в регистре `IRQ_FLAG`. Если в позиции флага при чтении из регистра возвращается '1', буфер готов к получению от хоста сообщения на отправку.

Для передачи сообщения в канал EOC внешний хост побайтно помещает его в буфер на отправку. Байты сообщения записываются в регистр `S2U`. После записи в `S2U` последнего байта, внешний хост, записью значения `0x00` в регистр `S2U_UW` дает команду на отправку сообщения.

В любой момент времени хост может сбросить буфер на передачу, отказавшись от отправки байтов помещенных в буфер канала. Для этого в регистр `S2U_UW` хост должен записать значение `0x01`. После выполнения сброса буфер канала свободен и готов к приему нового сообщения от хоста.

Перед началом копирования в `S2U` сообщения на отправку хост должен сбросить флаг `s2u_irq` записью соответствующей маски в регистр `IRQ_FLAG`.

## Прием сообщения

Наличие принятого сообщения в буфере `SPI_RX` хост определяет анализом флага `u2s_irq` в регистре `IRQ_FLAG`. Если в позиции флага при чтении из регистра возвращается '1', сообщение должно быть прочитано хостом из буфера. Длину сообщения, находящегося в буфере, хост определяет чтением регистра `U2S_UW`. `U2S_UW` содержит общую длину сообщения (заголовок + данные) в байтах.

Хост побайтно читает сообщение из регистра `U2S`. После чтения из `U2S` последнего байта внешний хост записью значения `0x00` в регистр `U2S_UW` подтверждает прием сообщения, освобождая буфер `SPI_RX`. Хост может подтвердить прием сообщения в любой момент, не прочитав из `U2S` всех байтов сообщения.

Перед началом чтения принятого сообщения из буфера хост должен сбросить флаг `u2s_irq` записью соответствующей маски в регистр `IRQ_FLAG`.

## Данные статистики

Модем позволяет получать данные статистики и состояния соединения от любого интерфейса цепочки регенераторов, подключенной к порту DSL. Для отображения статистики интерфейса DSL порт модема имеет набор регистров, расположенных на странице статистики.

Выбор интерфейса цепочки, данные от которого будут отображаться в эти регистры, производится записью идентификатора интерфейса в регистр IFC\_SEL. Если в IFC\_SEL помещено значение 0x00, страница статистики будет содержать данные от локального порта модема. Если два модема включены напрямую, без регенераторов, в IFC\_SEL может быть записано значение 0x01. В этом случае страница статистики интерфейса будет содержать данные от порта удаленного модема.

Получение данных статистики от выбранного интерфейса производится через канал EOC. Модем периодически опрашивает выбранный интерфейс цепочки и обновляет данные в регистрах страницы статистики. Если в IFC\_SEL выбран локальный порт модема, сообщения с данными статистики не передаются через EOC.

Для синхронизации процесса получения статистики с внешним хостом используется регистр IFC\_ID, находящийся в странице статистики. Этот регистр содержит идентификатор интерфейса, данные от которого отображены в регистры статистики. Если интерфейс с идентификатором в IFC\_SEL недоступен или данные статистики от него еще не получены через EOC, из регистра IFC\_ID читается значение 0xff.

Сброс счетчиков статистики всех интерфейсов цепочки производится записью любого значения в регистр CLR\_STAT.

В страницу статистики интерфейса отображаются параметры, имеющие размер 1 или 4 байта.

Счетчики статистики занимают 4 байта, и содержатся в нескольких регистрах, расположенных по соседним адресам. Байт с младшими разрядами счетчика (регистр XXX\_0) располагается по меньшему адресу. Затем располагаются байты счетчика по возрастанию старшинства (регистры XXX\_1, XXX\_2, XXX\_3). **Имеет значение порядок чтения этих регистров. Для того чтобы получить значение счетчика хост должен сначала прочитать регистр XXX\_0, а вслед за ним XXX\_1, XXX\_2, XXX\_3.**

Параметр SNR может иметь отрицательные значения. В этом случае число представляется в дополнительном коде (знаковый старший разряд = '1'). Для интерпретации таких значений число надо инвертировать и прибавить 1.

## Порты АЦП

Модем имеет АЦП для сбора данных от четырех внешних аналоговых датчиков.

АЦП производит измерение напряжений на входах AIN0 ... AIN3 и с периодом 0.5 секунды выдает отсчеты для каждого канала. Измерение выполняется относительно источника опорного напряжения 2.5В установленного на плате модема. Источник опорного напряжения имеет точность +/- 0.8 %. Результат измерения выдается модемом в mV и лежит в диапазоне от 0 до Vref = 2500 mV. Отчеты каналов АЦП имеют двухбайтовый размер.

Внешний хост может получить результаты измерений через регистры статистики ADC\*\_0 и ADC\*\_1. Результаты измерений каналов АЦП от портов DSL регенераторов передаются внешнему хосту в сообщениях опроса цепочки и также отображаются в страницах статистики интерфейсов цепочки в регистрах ADC\*\_0 и ADC\*\_1. Отсчеты дублируются в каждом интерфейсе модема (то есть, все порты DSL на одной плате передают отчеты от одного и того же АЦП).

Отсчеты каналов АЦП занимают 2 байта, и содержатся в двух регистрах, расположенных по соседним адресам. Регистр ADC\*\_0 с младшими разрядами отсчета располагается по меньшему адресу. Затем располагается регистр ADC\*\_1 со старшими разрядами отсчета. **Имеет значение порядок чтения этих регистров. Для того чтобы получить значение отсчета канала АЦП, хост должен сначала прочитать регистр ADC\*\_0, а вслед за ним ADC\*\_1.**

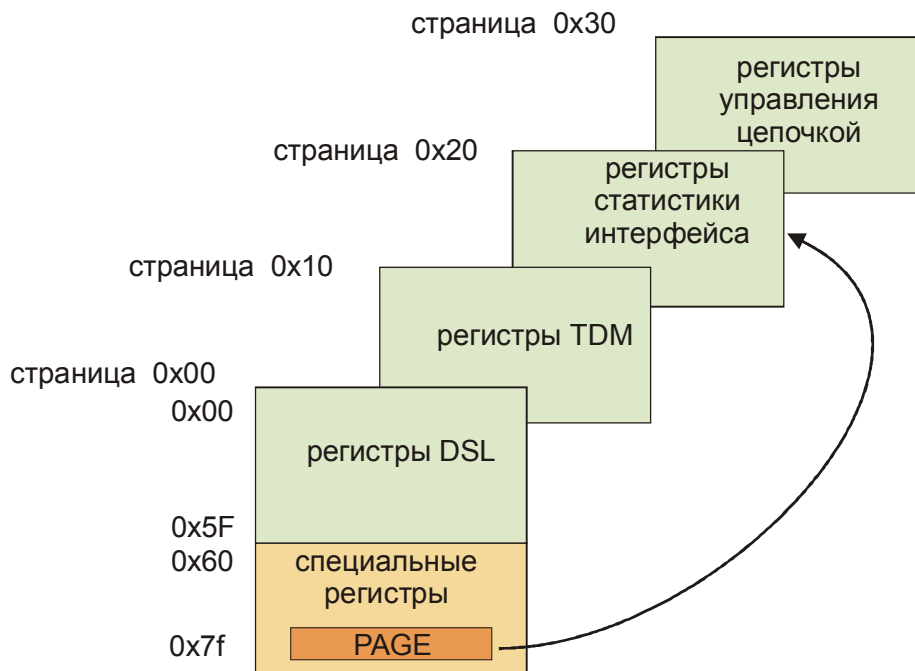
## Программная модель

Управление модемом производится путем чтения/записи его регистров через интерфейс EUP. Регистры расположены по адресам от 0x00 до 0x5f. Среди этих адресов есть зарезервированные, к которым не должны производиться обращения.

Модем имеет 4 класса регистров:

- Набор регистров порта DSL. Эти регистры влияют на работу только порта DSL модема.
- Набор регистров порта TDM. Эти регистры влияют на работу только порта TDM модема.
- Регистры состояния и регистры статистики интерфейса цепочки, подключенной к DSL порту (включая локальный порт). В эти регистры могут быть отображены данные статистики от любого интерфейса в цепочке.
- Специальные регистры, обеспечивающие работу модема на системном уровне. При помощи этих регистров обеспечивается управление конфигурацией, работа системы прерываний и доступ к регистрам портов DSL / TDM.

Ввиду того, что адресное пространство модема ограничено 128-ю адресами, регистровая модель имеет страничную организацию.



В выделяемое адресное пространство с 0x00 по 0x5f может отображаться страница, содержащая регистры порта DSL или TDM.

В адресном пространстве 0x60...0x7f находятся специальные регистры.

Управление отображением страниц производится регистром PAGE, находящимся в области специальных регистров. Для того, чтобы в диапазоне адресов с 0x00 по 0x5f была отображена страница, в регистр PAGE необходимо записать номер этой страницы. Страницы нумеруются от 0x00 до 0xff.

- Страница 0x00 имеет набор регистров порта DSL.
- Страница 0x10 имеет набор регистров порта TDM.
- Страница 0x20 имеет набор регистров в которые отображается состояние соединения и статистика любого интерфейса цепочки регенераторов, подключенной к порту DSL.
- Страница 0x30 имеет набор регистров, предназначенных для управления портом DSL и подключенной к нему цепочкой регенераторов.

Регистры управления, находящиеся в пространстве страниц 0x00, 0x10, 0x30 имеют 2 значения: изменяемое и текущее. Текущее значение регистра определяет поведение порта модема. Изменяемое значение не оказывает влияния на работу порта модема. Операции записи в регистры управления приводят к модификации изменяемого значения. Изменяемое значение регистра становится его текущим значением после записи кода команды update в регистр CMD.

Для портов DSL или TDM набор изменяемых значений управляющих регистров представляют собой изменяемую конфигурацию порта, а набор текущих значений – текущую конфигурацию порта. Операция чтения возвращает внешнему хосту изменяемое или текущее значение регистра, в зависимости от значения регистра CONFIG (адрес 0x71).

Регистры статистики / состояния портов доступны только для чтения в любой момент времени.

Регистры системы прерываний и регистры для работы с сообщениями EOC находятся в области специальных регистров (0x60-0x7f). Все регистры в этой области имеют только текущие значения.

## Специальные регистры

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение																
0x60	DEV_ID	?	Регистр идентификации устройства																
0x61	VER	?	Регистр, содержащий версию ПО в формате XXXX.YYYY																
0x62	Reserved	0x00																	
0x63	IRQ_MASK	0xFF	<p>Регистр содержит набор битов, соответствующих флагам прерываний регистра IRQ_FLAG. Биты IRQ_MASK представляют собой маски прерывания. В том случае, если маска установлена в '1', то переход флага прерывания в активное состояние (уровень '1') не будет приводить к выдаче сигнала D_IRQ.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>7</th> <th>6</th> <th>5</th> <th>4</th> <th>3</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>stc_msk</td> <td>u2s_msk</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>s2u_msk</td> </tr> </tbody> </table> <p>После включения питания или сброса модема все прерывания замаскированы. Сигнал D_IRQ – в неактивном состоянии.</p>	7	6	5	4	3	2	1	0	1	1	stc_msk	u2s_msk	1	1	1	s2u_msk
7	6	5	4	3	2	1	0												
1	1	stc_msk	u2s_msk	1	1	1	s2u_msk												

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение																
0x64	IRQ_FLAG	0xF0	<p>Регистр предназначен для синхронизации работы модема с внешним хостом. Регистр содержит набор флагов прерываний модема.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>stc_irq</td> <td>u2s_irq</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>s2u_irq</td> </tr> </table> <p>u2s_irq – выставляется в 1 в случае, если в приемном буфере SPI_RX находятся данные сообщения EOC. Служит для запуска процесса получения данных сообщения хостом.</p> <p>s2u_irq – выставляется в 1 в момент опустошения буфера на передачу сообщений EOC. Активный уровень флага информирует внешний хост о том, что сообщение отправлено, и в буфер на передачу может быть помещено новое сообщение.</p> <p>stc_irq - выставляется в момент изменения значения регистра LSTAT.</p> <p>С флагами u2s_irq, s2u_irq и stc_irq регистра связаны события, возникновение которых сопровождается установкой флага в активное состояние (уровень '1') и выдачей активного уровня сигнала D_IRQ. Прерывания от каждого из указанных флагов могут быть замаскированы в регистре IRQ_MASK.</p> <p>Сброс флагов в регистре IRQ_FLAG в неактивное состояние (значение '0') производится хостом записью в IRQ_FLAG маски, в которой '1' соответствует сбрасываемому флагу. Если после сброса в регистре не остается ни одного установленного флага, D_IRQ переводится в неактивное состояние.</p> <p>После включения питания или сброса модема флаг u2s_irq переводится в активное состояние (значение '1'). Флаг s2u_irq находится в неактивном состоянии (значение '0').</p>	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	stc_irq	u2s_irq	0	0	0	s2u_irq
7	6	5	4	3	2	1	0												
0	0	stc_irq	u2s_irq	0	0	0	s2u_irq												
0x65	U2S	-	Из регистра U2S внешний хост читает байты сообщения принятого портом модема.																
0x66	U2S_UW	0	Регистр содержит количество байт сообщения, ожидающего чтения хостом в буфере U2S. Чтение хостом сообщения из буфера должно завершаться записью в регистр значения 0x00. После записи 0x00 буфер сбрасывается и готов к получению нового сообщения.																
0x67	S2U	-	Через этот регистр внешний хост записывает в буфер байты сообщения EOC.																
0x68	S2U_UW	0	<p>Регистр содержит количество байт последнего сообщения помещенного хостом в буфер на отправку.</p> <p>После завершения копирования байтов сообщения в регистр S2U, хост должен дать команду на отправку сообщения, записав значение 0x00 в S2U_UW. Команда на отправку сбрасывает регистр S2U_UW.</p> <p>Хост может сбросить буфер на отправку записью значение 0x01 в S2U_UW. После выполнения команды буфер готов к получению от хоста нового сообщения. Команда сбрасывает регистр S2U_UW.</p>																

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
0x69.. 0x6F	Reserved	0	
0x70	CMD	0	<p>Командный регистр для сохранения конфигурации порта DSL или TDM. Сохраняются / модифицируются регистры страницы выбранной в регистре PAGE. Запись кода команды в CMD инициирует ее выполнение.</p> <p>Коды команд:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 – store – (STR_CNF[page] &lt;= WRK_CNF[page]) После выполнения команды изменяемая конфигурация данного порта становится текущей. Порт начинает работу с новыми параметрами. Новая конфигурация сохраняется в EEPROM.</li> <li>1 – update – (WRK_CNF[page] &lt;= MOD_CNF[page]) После выполнения изменяемая конфигурация данного порта становится текущей. Порт начинает работу с новыми параметрами.</li> <li>2 – cancel – (MOD_CNF[page] &lt;= WRK_CNF[page]) Команда отменяет изменения, произведенные в изменяемой конфигурации данного порта. После выполнения команды изменяемая конфигурация порта становится равной текущей. Команда не оказывает влияние на работу модема.</li> <li>3 – set defaults – (WRK_CNF[page] &lt;= DEF_CNF[page], MOD_CNF[page] &lt;= DEF_CNF[page]) Команда записывает значения по умолчанию в регистры изменяемой и текущей конфигураций.</li> <li>4 – reload – (WRK_CNF[page] &lt;= STR_CNF[page], MOD_CNF[page] &lt;= STR_CNF[page]). Команда загружает в текущую и изменяемую конфигурации значения, сохраненные в EEPROM.</li> <li>5 – update_all – (WRK_CNF[all pages] &lt;= MOD_CNF[all pages]) После выполнения изменяемая конфигурация ВСЕХ портов становится текущей. Порты начинают работу с новыми параметрами.</li> </ul> <p>Выполнение команды, в зависимости от конфигурации портов DSL и TDM, занимает время от единиц миллисекунд до единиц секунд. Внешний хост может определить готовность выполнения команды, анализируя значение регистра CMD.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Если при чтении регистра CMD возвращается значение 0x80, модем завершил выполнение команды и готов к получению новой команды от хоста.</li> <li>• Если при чтении регистра CMD возвращается значение отличное от 0x80, это означает, что модем не завершил обработку предыдущей команды. В процессе выполнения команды модем игнорирует новые коды команд, помещенные в регистр CMD.</li> </ul>
0x71	CONFIG	0	<p>Регистр для выбора конфигурации порта, из которой будет производиться чтение значений регистров (только для регистров страниц DSL, TDM). Изменение области может быть произведено в любой момент времени.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 – Последующие чтения будут производиться из изменяемой конфигурации.</li> <li>1 – Последующие чтения будут производиться из текущей конфигурации.</li> </ul>
0x72	UPD_TIME	0	<p>Значение регистра определяет значение таймера отката команды UPDATE. Если на момент выполнения команды регистр имеет значение 0, команда UPDATE выполняется без отката. Если регистр на момент выполнения UPDATE имеет значение отличное от 0, это значение интерпретируется как значение таймера отката в минутах. Диапазон значений отката от 1 до 20 минут. Если задано значение более 20, принимается таймаут 20 мин.</p> <p>Чтение из регистра возвращает количество минут, оставшихся до истечения таймаута</p>



Адрес hex	Регистр	Default	Назначение																
0x73	HDLC_FLAGS	02	<p>Регистр предназначен для синхронизации работы контроллера HDLC с внешним хостом. Регистр содержит набор флагов прерываний.</p> <table border="1"> <tr> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>u2h_flag</td> <td>h2u_flag</td> </tr> </table> <p>h2u_flag – выставляется в 1, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1/2 приемного буфера (512 байт) или 1/2 дескрипторов на прием (32 сегмента) занято принятыми данными.</li> <li>истек таймаут на прием. Таймер запускается в момент сброса флага h2u_flag если буфер не пуст или в момент завершения приема первого сегмента после сброса флага.</li> </ul> <p>u2h_flag – выставляется в 1, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>освободилось 1/2 буфера на передачу (256 байт) и 1/2 дескрипторов на передачу (32 сегмента).</li> <li>истек таймаут на передачу. Таймер запускается в момент сброса флага u2h_flag при условии, что на момент сброса флага свободно 1/2 буфера и 1/2 дескрипторов на передачу.</li> </ul> <p>Установка флагов h2u_flag и u2h_flag в активный уровень (значение '1') приводит к выдаче активного уровня сигнала D_IRQ. Прерывания от каждого из указанных флагов могут быть замаскированы в регистре HDLC_MASK.</p> <p>Сброс флагов в регистре HDLC_FLAGS в неактивное состояние (значение '0') производится хостом записью в HDLC_FLAGS маски, в которой '1' соответствует сбрасываемому флагу. Если после сброса в регистре не остается ни одного установленного флага, D_IRQ переводится в неактивное состояние.</p> <p>После включения питания или сброса модема флаг u2h_flag переводится в активное состояние (значение '1'). Флаг h2u_flag находится в неактивном состоянии (значение '0').</p>	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	u2h_flag	h2u_flag
7	6	5	4	3	2	1	0												
0	0	0	0	0	0	u2h_flag	h2u_flag												
0x74	HDLC_MASK	FF	<p>Регистр содержит набор битов, соответствующих флагам прерываний регистра HDLC_FLAGS. Биты HDLC_MASK представляют собой маски прерывания. В том случае, если маска установлена в '1', то переход флага прерывания в '1' не будет приводить к выдаче сигнала D_IRQ.</p> <table border="1"> <tr> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>u2h_msk</td> <td>h2u_msk</td> </tr> </table> <p>После включения питания или сброса модема все прерывания замаскированы.</p>	7	6	5	4	3	2	1	0	-	-	-	-	-	-	u2h_msk	h2u_msk
7	6	5	4	3	2	1	0												
-	-	-	-	-	-	u2h_msk	h2u_msk												
0x75	HDLC_LEN	0	<p>Регистр содержит размер принятого сегмента, доступного для чтения внешним хостом:</p> <p>[Количество байт в сегменте – 1].</p> <p>Регистр содержит некорректную длину в случае, если принятый сегмент имеет статус HDLC_BAD_BLOCK_STATUS (значение 2 в регистре HDLC_STAT).</p>																
0x76	HDLC_DATA	0	<p>В HDLC_DATA внешний хост записывает байты передаваемого пакета и читает из HDLC_DATA байты принятого пакета.</p>																

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
0x77	HDLC_STAT	0	<p>Внешний хост записывает в регистр HDLC_STAT статус передаваемого сегмента и читает из HDLC_STAT статус принятого сегмента, доступного для чтения.</p> <p>Сегмент может иметь следующий статус:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 = HDLC_NOT_LAST_BLOCK_STATUS сегмент не последний в пакете. Предполагается наличие еще одного или более сегментов.</li> <li>• 1 = HDLC_LAST_BLOCK_STATUS сегмент последний в пакете.</li> <li>• 2 = HDLC_BAD_BLOCK_STATUS сегмент содержит некорректные данные и может иметь некорректную длину в регистре HDLC_LEN. Если принимаемый сегмент имеет такой статус, все данные в текущем пакете (принятые в этом и предыдущих сегментах) игнорируются.</li> </ul>
0x78	HDLC_MEM_USAGE	0	<p>Чтение регистра по данному адресу, в зависимости от команды записанной в HDLC_CMD может возвращать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• текущее количество занятой памяти в приемном буфере в единицах HDLC_MEM_UNIT.</li> <li>• текущее количество свободной памяти в буфере на передачу в единицах HDLC_MEM_UNIT.</li> <li>• текущее значение счетчика переполнений в буфере на приеме</li> <li>• текущее значение счетчика опустошений в буфере на передачу.</li> </ul> <p>Для возможности передачи информации о количестве использованной в буферах памяти через 8-разрядный регистр HDLC_MEM_USAGE, количество памяти возвращается в единицах HDLC_MEM_UNIT. Один HDLC_MEM_UNIT равен 8 байтам.</p>
	HDLC_OVRN_UNDR	0	
0x79	HDLC_DESCR_USAGE	0	<p>Чтение регистра по данному адресу, в зависимости от команды записанной в HDLC_CMD может возвращать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• текущее количество занятых дескрипторов на прием</li> <li>• текущее количество свободных дескрипторов на передачу</li> <li>• текущее значение счетчика пакетов отброшенных на приеме из-за нарушения формата или ошибок по CRC</li> </ul>
	HDLC_CRC_ERR	0	
	HDLC_CMD	0	<p>Байт, записываемый в HDLC_CMD (по данному адресу) интерпретируется как команда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 = HDLC_RD_END_CMD Хост завершил чтение сегмента, текущий дескриптор помечается как свободный, освобождается память в буфере.</li> <li>• 2 = HDLC_WR_END_CMD Хост завершил запись сегмента, текущий дескриптор помечается как занятый, сегмент готов к передаче.</li> <li>• 3 = HDLC_RD_MEM_CMD Данная команда помещает в регистр HDLC_DESCR_USAGE текущее количество занятых дескрипторов на прием, а в HDLC_MEM_USAGE количество занятой памяти в приемном буфере. Количество памяти возвращается в единицах HDLC_MEM_UNIT. Один HDLC_MEM_UNIT равен 8 байтам.</li> <li>• 4 = HDLC_WR_MEM_CMD Данная команда помещает в регистр HDLC_DESCR_USAGE текущее количество свободных дескрипторов на передачу, а в HDLC_MEM_USAGE количество свободной памяти в буфере на передачу. Количество памяти возвращается в единицах HDLC_MEM_UNIT. Один HDLC_MEM_UNIT равен 8 байтам.</li> <li>• 5 = HDLC_RD_STAT_CMD По данной команде в регистр HDLC_OVRN_UNDR помещается текущее значение счетчика переполнений на приеме, а в регистр HDLC_CRC_ERR помещается значение счетчика отброшенных пакетов.</li> <li>• 6 = HDLC_WR_STAT_CMD По данной команде в регистр HDLC_OVRN_UNDR помещается текущее значение счетчика опустошений буфера на передачу.</li> </ul>

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение																
0x7A	HDLC_CTL	0	<p>Регистр используется для настройки и управления контроллером HDLC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>USE_STT</td> <td>LOOP_ON</td> <td>RUN_HDLC</td> <td>IDLE_7E</td> <td colspan="2">U2H_TIMEOUT</td> <td colspan="2">H2U_TIMEOUT</td> </tr> </table> <p>H2U_TIMEOUT – поле определяет интервал времени, через который приемник контроллера HDLC сгенерирует прерывание от таймера. Таймер запускается в момент сброса флага h2u_flag, если буфер не пуст или в момент завершения приема первого сегмента после сброса флага. Поле может принимать значения: 0=4мс, 1=2мс, 2=1мс, 3=500мкс.</p> <p>U2H_TIMEOUT – поле определяет интервал времени, через который передатчик контроллера HDLC сгенерирует прерывание от таймера. Таймер запускается в момент сброса флага u2h_flag, если свободно не менее 1/2 буфера и не менее 1/2 дескрипторов на передачу. Поле может принимать значения: 0=4мс, 1=2мс, 2=1мс, 3=500мкс.</p> <p>IDLE_7E бит для выбора значения константы, передаваемой фреймером HDLC между пакетами. Если IDLE_7E = 0, между пакетами передается константа 0xFF (все '1'); если IDLE_7E = 1, между пакетами передается константа 0x7E (флаг).</p> <p>RUN_HDLC бит для запуска и остановки контроллера. Контроллер остановлен, если бит равен 0 и запущен, если бит равен 1.</p> <p>LOOP_ON бит для включения локального заворота по данным со стороны TDM. Если LOOP_ON равен 1 то данные, передаваемые в TDM, возвращаются в приемник контроллера. Если LOOP_ON=0, заворот выключен. При работе заворота ширина полосы контроллера определяется стробом STT. Следует учитывать, что для нормальной работы заворота, TDM должен получать корректный сигнал битовой синхронизации, и полоса строга STT должна иметь ненулевую ширину.</p> <p>USE_STT бит для выбора полосы контроллера. Если USE_STT=0, полоса для приема и передачи определяется стробом TC. Ширина строга TC равна скорости соединения по линии. Если USE_STT=1, то полоса контроллера определяется стробом STT. Контроллер передает и принимает данные во временных позициях, в которых STT=1 и TC=0. Данный режим может использоваться для совместной передачи данных от внешнего устройства и от встроенного контроллера HDLC.</p>	7	6	5	4	3	2	1	0	USE_STT	LOOP_ON	RUN_HDLC	IDLE_7E	U2H_TIMEOUT		H2U_TIMEOUT	
7	6	5	4	3	2	1	0												
USE_STT	LOOP_ON	RUN_HDLC	IDLE_7E	U2H_TIMEOUT		H2U_TIMEOUT													
0x7B... 0x7D	Reserved	0																	
0x7E	RST_F	A5	Регистр принимает значение 0xA5 после включения питания модема, а также после снятия сигнала сброса nRESET. При первом чтении из регистра возвращается A5. При последующих чтениях – 0. Регистр может использоваться для определения факта перезапуска модема (например, при пропадании питания).																
0x7F	PAGE	0	<p>Регистр используется для выбора страницы, отображаемой в адресное пространство от 0x00 до 0x5F.</p> <p>Для отображения страницы регистр должен быть записан ее номер:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0x00 – набор регистров порта DSL</li> <li>0x10 – набор регистров порта TDM</li> <li>0x20 - регистры статистики интерфейсов цепочки</li> <li>0x30 - регистры управления и состояния цепочки</li> </ul>																

## Регистры порта DSL (Page 0x00)

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
0x00	ALGTYPE	0	<p>В регистре задается значение, соответствующее выполняемому алгоритму канала. От выбранного алгоритма зависит поведение модема после сброса, а также после разрыва соединения. Возможные значения регистра:</p> <p>0 – Режим на линии определяется значением регистра LMODE, скорость определяется значением регистров FRATE и FRATE1. При разрыве соединения канал модема соединяется снова в том же режиме и с той же скоростью.</p>
0x01	LMODE	0	<p>Режим порта DSL на линии:</p> <p>0 – COT</p> <p>1 – RTA</p> <p>255 – порт DSL выключен.</p>
0x02	FRATE	32	<p>В регистр FRATE хостом заносится скорость в количестве В-каналов (8-битных канальных интервалов), на которой модем будет устанавливать и удерживать соединение. Минимальное значение, которое может быть помещено в регистр – 3. Максимальное значение – 359.</p> <p>Скорость соединения на линии будет определяться минимальным значением регистров FRATE рабочей конфигурации сторон COT и RTA. Фактическое значение скорости соединения может быть получено хостом чтением регистра PRATE (см Регистры управления цепочкой).</p> <p>Для определения скорости на линии также служит регистр FRATE1. С его помощью можно наращивать скорость с шагом 8Кбит/с</p>
0x03	FRATE1	0	<p>Регистр используется в случае, когда необходимо передавать данные TDM, полоса которых не кратна В-каналу (8 битам). Внешний хост может помещать в этот регистр значения от 0 до 7. Эти значения – количество дополнительных бит (Z-бит) на TDM, которые будут занимать данные. Каждый дополнительный бит дает прирост скорости в линии на 8Кбит/с. На TDM дополнительные биты располагаются в позициях перед полосой, определяемой регистром FRATE.</p> <p>В регистр FRATE1 хостом заносится дополнительная полоса в количестве Z-каналов (1-битных канальных интервалов). Данная полоса будет суммироваться с полосой, определенной в регистре FRATE рабочей конфигурации.</p> <p>Скорость соединения на линии будет определяться минимальным значением регистров FRATE1 рабочей конфигурации сторон COT и RTA. Фактическое значение приращения скорости соединения с шагом 8Кбит/с может быть получено хостом чтением регистра PRATE1 (см Регистры управления цепочкой).</p>

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
0x04	Reserved	255	Регистр должен иметь значение 0xFF
0x05	Reserved	0	Регистр должен иметь значение 0x00
0x06	POFFS	0	В этот регистр хостом заносится смещение полосы данных в циклах TDM. Смещение задается в количестве таймслотов относительно начала цикла. Дополнительно при помощи регистра POFFS1 можно задать битовое смещение на TDM.
0x07	POFFS1	0	В этот регистр хостом заносится смещение полосы данных в циклах TDM. Смещение задается относительно начала цикла в количестве бит от 0 до 7 дополнительно к смещению в байтах, определенному в регистре POFFS.
0x08	PBO	0	Значение запрашиваемой выходной мощности трансивера в дБ относительно номинального уровня: Регистр содержит значения ослабления выходной мощности относительно уровня 14.5дБм – от 0 до 30дБ.
0x09	PBO_MODE	0	Режим согласования значений выходной мощности трансиверов каналов: <ul style="list-style-type: none"> <li>Значение регистра 0 определяет способ понижения мощности передачи согласно ITU-T G991.2. Параметр PBO содержит значение ослабления выходной мощности на передаче удаленной стороны. То есть, для изменения мощности RTA настройки должны производиться на COT, и наоборот. Значение регистра PBO не определяет точного значения выходной мощности. В процессе установления соединения трансиверы каждой из сторон измеряют уровень принимаемого сигнала и производят оценку возможного уменьшения мощности передачи на удаленной стороне (от 0 до -6дВ, в зависимости от протяженности линии). Далее, в процессе согласования параметров соединения, каждый трансивер выбирает максимальное значение из оценочного уровня ослабления мощности и значения PBO. То есть, выбирается значение, соответствующее минимальной мощности передачи. Найденное значение будет определять мощность передачи на удаленной стороне.</li> <li>Значение регистра 1 определяет способ понижения мощности передачи аналогичный предыдущему, но без учета уровня принимаемого сигнала. В этом случае значение PBO, заданное на COT определяет уровень мощности передачи RTA и наоборот.</li> </ul>
0x0A	LEDMODE	0	Выбор варианта включения индикатора локального порта (см. <i>Индикация состояния локального порта</i> ). Регистр может иметь значения 0-3.
0x0B	RCOMP	0	В этот регистр может быть помещено значение сопротивления цепей защиты в Омах. Трансивер порта DSL учитывает значения из этого регистра в параметрах линейных цепей. В RCOMP могут быть помещены значения от 0 до 10 Ом.

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение															
0x0C	PAM	0	<p>Регистр предназначен для выбора линейного кода PAM4/8/16/32/64/128, который будет использоваться для передачи:</p> <p>0 – Автоматический выбор кода. Код определяется для следующих диапазонов скорости:</p> <table> <tr> <td>192..2304Кбит/с (3В..36В)</td> <td>–</td> <td>TSPAM-16</td> </tr> <tr> <td>2368..3776Кбит/с (37В..59В)</td> <td>–</td> <td>TSPAM-16 extended</td> </tr> <tr> <td>3840..5696Кбит/с (60В..89В)</td> <td>–</td> <td>TSPAM-32</td> </tr> <tr> <td>5760..12736Кбит/с (90В..199В)</td> <td>–</td> <td>TSPAM-64</td> </tr> <tr> <td>12800..15352Кбит/с (200В..239В)</td> <td>–</td> <td>TSPAM-128</td> </tr> </table> <p>1 – Принудительный выбор TSPAM-4 (1 бит на символ + 1 избыточный)  2 – Принудительный выбор TSPAM-8 (2 бита на символ + 1 избыточный)  3 – Принудительный выбор TSPAM-16 (3 бита на символ + 1 избыточный)  4 – Принудительный выбор TSPAM-32 (4 бита на символ + 1 избыточный)  5 – Принудительный выбор TSPAM-64 (5 бит на символ + 1 избыточный)  6 – Принудительный выбор TSPAM-128 (6 бит на символ + 1 избыточный)</p> <p>Линейный код соединения на линии будет определяться минимальным значением регистров PAM рабочей конфигурации сторон COT и RTA. Фактический тип линейного кода соединения может быть получен хостом чтением регистра PAM (см Регистры управления цепочкой).</p>	192..2304Кбит/с (3В..36В)	–	TSPAM-16	2368..3776Кбит/с (37В..59В)	–	TSPAM-16 extended	3840..5696Кбит/с (60В..89В)	–	TSPAM-32	5760..12736Кбит/с (90В..199В)	–	TSPAM-64	12800..15352Кбит/с (200В..239В)	–	TSPAM-128
192..2304Кбит/с (3В..36В)	–	TSPAM-16																
2368..3776Кбит/с (37В..59В)	–	TSPAM-16 extended																
3840..5696Кбит/с (60В..89В)	–	TSPAM-32																
5760..12736Кбит/с (90В..199В)	–	TSPAM-64																
12800..15352Кбит/с (200В..239В)	–	TSPAM-128																
0x0D	TMODE	0	<p>Управление тестовыми режимами (см. <i>Тестовые режимы</i>):</p> <p>0 – тестовые режимы выключены (нормальная работа порта DSL)  1 – передача синхронизирующей последовательности Sc/Sr  2 – передача скремблированной константы '1' (DATAc/DATAr)  3 – перевод драйвера передающей стороны в низкоомное состояние</p>															
0x0E	CLK_MODE	0	<p>Выбор режима синхронизации:</p> <p>0 – режим синхронизации 3a  1 – режим синхронизации 1a</p> <p>Если выбран режим <b>3a</b>, включается механизм синхронизации, в котором для тактирования схем приема и передачи используется синхросигнал от TDM стороны COT (режим Sync Slave). Синхросигнал от TDM имеет ограничения на точность +/-32ppm.</p> <p>Режим <b>1a</b> включает механизм синхронизации, в котором синхросигнал от TDM передается вместе с данными в циклах SHDSL (механизм стаффинга). Передача и прием тактируется от локального генератора стороны COT. Данный способ синхронизации традиционно используется в плезиохронных системах передачи. Использование режима 1a позволяет снизить требования к точности частоты от TDM (хуже +/-32ppm), но в сигнал вносится больший джиттер, чем в синхронных режимах (3a).</p>															
0x0F	ACLK_MODE	0	<p>Управление режимом автоматического переключения синхросигнала, выделяемого на приеме портом DSL в режиме Line-timed на внутренний генератор модема при отсутствии соединения по линии:</p> <p>0 – переключение не производится  1 – переключение производится</p>															
0x10... 0x1F	Reserved	0																

## Регистры порта TDM (Page 0x10)

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
0x00	PMODE	0	Регистр позволяет установить режим синхронизации TDM: 0 – Синхронизация от внешнего источника: сигналы CX/FX – входы модема. 1 – Синхронизация от внутреннего генератора: сигналы CX/FX – выходы модема 2 – Синхронизация частотой, выделяемой из принятого сигнала: сигналы CX/FX – выходы модема. Порт TDM модема может получать синхронизацию от порта DSL только в режиме RTA.
0x01	PTSN	1	Регистр PTSN определяет частоту синхронизации порта TDM: 0 – Reserved 1 – 2048Кбит/с 2 – 4096Кбит/с 3 – 8192Кбит/с 4 – 16384Кбит/с
0x02	LP	0	Регистр для управления локальной и удаленной петлями на TDM: 0 – Нормальная работа. Петли выключены. 1 – Локальная петля. Данные от TDM заворачиваются 2 – Удаленная петля. Данные из линии заворачиваются Включение/выключение петель производится сразу после занесения значения в регистр LP - без записи команд store или update в регистр CMD. Значение LP не может быть сохранено в EEPROM.
0x03	STTF_OCT	0	В регистре задается смещение начала строба STT в 8-битных канальных интервалах (таймслотах) относительно начала цикла TDM. Дополнительное битовое смещение задается в регистре STTF_BIT.
0x04	STTF_BIT	0	В регистре задается смещение начала строба STT в битовых канальных интервалах относительно начала цикла TDM. Регистр может принимать значения от 0 до 7.
0x05	STTW_OCT	0	В регистре задается длительность строба STT в 8-битных канальных интервалах (таймслотах). Через регистр STTW_BIT можно изменять ширину строба с шагом 1 бит.
0x06	STTW_BIT	0	В регистре задается длительность строба STT в битовых канальных интервалах. Регистр может принимать значения от 0 до 7.
0x07	Reserved	0	Регистр должен иметь значение 0x00
0x08	Reserved	0	Регистр должен иметь значение 0x00
0x09	Reserved	0	Регистр должен иметь значение 0x00
0x0A.. 0x5F	Reserved	0	

## Регистры состояния и статистики интерфейса цепочки (Page 0x20)

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
Состояние соединения и режимы интерфейса			
0x00	IFC_ID	0	IFC_ID используется для индикации идентификатора интерфейса цепочки, данные от которого отображены в страницу статистики. Номер интерфейса для отображения статистики выбирается в регистре IFC_SEL. Если запрошенный интерфейс недоступен или данные от него еще не получены, регистр содержит значение 0xFF. Остальные регистры страницы содержат произвольные данные. В случае если выбранный интерфейс, выводящий данные статистики в страницу становится недоступным, регистры статистики содержат данные, полученные от интерфейса при последнем удачном опросе.
0x01...0x03	Reserved	0	
0x04	LOSS	0	Текущее значение затухания сигнала в линии в Дб
0x05...0x07	Reserved	0	
0x08	SNR	0	Текущее значение отношения сигнал/шум в линии в Дб. Большие значения соответствуют лучшему качеству сигнала, меньшие – худшему.
0x09...0x0B	Reserved	0	
0x0C	PPBO	0	Фактическое значение выходной мощности трансивера интерфейса в дБ относительно номинального уровня.
0x0D...0x0F	Reserved	0	
0x10	REGEN	0	Данные о типе интерфейса: 0 – Интерфейс находится в регенераторе. 1 – Интерфейс находится в центральной или удаленной стойке.
0x11...0x13	Reserved	0	
0x14	IFC_LMODE	0	Режим интерфейса на линии: 0 – COT, 1 – RTA
0x15...0x17	Reserved	0	
0x18	SWAP	0	Состояние режима зеркального изменения режима портов в регенераторе: 0 – Мощность подводится к регенератору со стороны удаленной стойки. Зеркальное изменение режима портов включено. 1 – Мощность подводится к регенератору со стороны центральной стойки. Нет зеркального изменения режима портов.
0x19...0x1B	Reserved	0	
0x1C	SPLIT	0	Способ включения интерфейса (определяется типом вставки на плате модема): 0 – 2-проводный режим (дуплекс по одной паре) 1 – Передача в 4-проводном режиме 2 – Прием в 4-проводном режиме
0x1D...0x1F	Reserved	0	
0x20	LSTAT_IFC	0	Регистр, содержащий код состояния соединения интерфейса цепочки. Коды состояний – те же, что и в регистре LSTAT.
0x21...0x23	Reserved	0	
0x24	LERR_REASON_IFC	0	Регистр содержит код дополнительный код ошибки, возникшей в процессе установления соединения данным интерфейсом цепочки.
0x25	LERR_CONDITION_IFC	0	Регистр содержит код последней ошибки, возникшей в процессе установления соединения данным интерфейсом цепочки.
0x26...0x27	Reserved	0	



Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
Регистры статистики			
0x28	CONCNT_0	0	Счетчик успешных соединений канала по линии после момента включения питания модема.
0x29	CONCNT_1	0	
0x2A	CONCNT_2	0	
0x2B	CONCNT_3	0	
0x2C	CTIME_0	0	Время, прошедшее с момента установления текущего соединения. Таймер останавливается в момент разрыва соединения и сбрасывается при установлении соединения
0x2D	CTIME_1	0	
0x2E	CTIME_2	0	
0x2F	CTIME_3	0	
0x30	CVCNT_0	0	Счетчик нарушений CRC фреймов SHDSL на приемной стороне. В том случае, если в течение одной секунды регистрируется более 50 плохих CRC, счетчик не наращивается на 50, а вместо этого инкрементируется SESCNT. Счетчик останавливается в случае, если соединение разорвано. Счетчик сбрасывается при включении питания модема и при записи любого значения в регистр CLR_STAT(N).
0x31	CVCNT_1	0	
0x32	CVCNT_2	0	
0x33	CVCNT_3	0	
0x34	ESCNT_0	0	Счетчик односекундных интервалов, в течение которых на приемной стороне обнаружен 1 или более фреймов SHDSL с плохим CRC или была потеря синхронизации. Счетчик останавливается в случае, если соединение разорвано. Счетчик сбрасывается при включении питания модема и при записи любого значения в регистр CLR_STAT (N).
0x35	ESCNT_1	0	
0x36	ESCNT_2	0	
0x37	ESCNT_3	0	
0x38	SESCNT_0	0	Счетчик односекундных интервалов, в течение которых на приемной стороне обнаружено 50 или более фреймов SHDSL с плохим CRC или была потеря синхронизации. Счетчик останавливается в случае, если соединение разорвано. Счетчик сбрасывается при включении питания модема и при записи любого значения в регистр CLR_STAT (N).
0x39	SESCNT_1	0	
0x3A	SESCNT_2	0	
0x3B	SESCNT_3	0	
0x3C	LOSWSCNT_0	0	Счетчик односекундных интервалов, в течение которых наблюдалось 1 или более случаев потери синхронизации. Под потерей синхронизации понимается обнаружение на приеме канала как минимум, трех последовательно пришедших фреймов с поврежденной синхропосылкой. Счетчик сбрасывается при включении питания модема и при записи любого значения в регистр CLR_STAT (N).
0x3D	LOSWSCNT_1	0	
0x3E	LOSWSCNT_2	0	
0x3F	LOSWSCNT_3	0	
0x40	UASCNT_0	0	Количество секунд, в течение которых линия канала была недоступна по причине отсутствия соединения. Счетчик сбрасывается при включении питания модема.
0x41	UASCNT_1	0	
0x42	UASCNT_2	0	
0x43	UASCNT_3	0	
0x44	TIME_0	0	Время в секундах, прошедшее с момента включения питания канала
0x45	TIME_1	0	
0x46	TIME_2	0	
0x47	TIME_3	0	

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
0x48	EOC_OVR_0	0	Счетчик сообщений EOC, которые были приняты из канала, но не были помещены в очередь на прием по причине ее переполнения. Эта ситуация может возникать, если хост не успевает забирать сообщения из приемной очереди.
0x49	EOC_OVR_1	0	
0x4A	EOC_OVR_2	0	
0x4B	EOC_OVR_3	0	
0x4C	EOC_UND_0	0	Счетчик попыток хоста поместить сообщение EOC в занятый буфер канала на отправку.
0x4D	EOC_UND_1	0	
0x4E	EOC_UND_2	0	Счетчик сбрасывается при включении питания модема и при записи любого значения в регистр CLR_STAT (N).
0x4F	EOC_UND_3	0	
0x50	ADC0_0	0	16-битный отсчет канала АЦП0 в милливольтгах. Регистр ADC0_0 содержит младшие биты значения, ADC0_1 – старшие биты. Диапазон значений 0-2500 мВ.
0x51	ADC0_1	0	
0x52...0x53	Reserved	0	
0x54	ADC1_0	0	16-битный отсчет канала АЦП1 в милливольтгах. Регистр ADC1_0 содержит младшие биты значения, ADC1_1 – старшие биты. Диапазон значений 0-2500 мВ.
0x55	ADC1_1	0	
0x56...0x57	Reserved	0	
0x58	ADC2_0	0	16-битный отсчет канала АЦП2 в милливольтгах. Регистр ADC2_0 содержит младшие биты значения, ADC2_1 – старшие биты. Диапазон значений 0-2500 мВ.
0x59	ADC2_1	0	
0x5A...0x5B	Reserved	0	
0x5C	ADC3_0	0	16-битный отсчет канала АЦП3 в милливольтгах. Регистр ADC3_0 содержит младшие биты значения, ADC3_1 – старшие биты. Диапазон значений 0-2500 мВ.
0x5D	ADC3_1	0	
0x5E...0x5F	Reserved	0	

## Регистры управления цепочкой (Page 0x30)

Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
Состояние соединения локального порта и управление цепочкой регенераторов.			
0x00	LSTAT	0	<p>Регистр, содержащий код состояния соединения локального порта DSL модема.</p> <p>0 – Порт DSL отключен. Порт находится в данном состоянии, если в регистр LSTAT помещено значение 255, а также во время инициализации модема.</p> <p>1 – Согласование параметров с выполнением PMMS. Состояние возникает в процессе работы процедуры автоматического выбора скорости для алгоритмов 1, 3.</p> <p>2 – Модем производит попытки установления соединения и выполняет согласование параметров без выполнения PMMS. В случае обрыва линии канал модема находится в этом состоянии до ее восстановления.</p> <p>3 – Установление соединения на номинальной скорости (training). Канал модема переходит в это состояние, если не было ошибок в состоянии 2.</p> <p>4 – Удержание соединения. Канал модема переходит в это состояние, если не было ошибок в состоянии LSTAT=3.</p> <p>5 – Тестовый режим включен. Регистр LSTAT принимает это значение после записи значений 1-3 в регистр TMODE и сохранения конфигурации.</p> <p>В момент изменения значения LSTAT флаг <code>stc_irq</code> регистра <code>IRQ_FLAG</code> выставляется в активное состояние (значение '1').</p>
0x01	CHAIN_STAT	0	<p>Регистр содержит информацию о состоянии цепочки регенераторов, подключенной к данному порту.</p> <p>0 – Цепочка не установлена, интерфейсы недоступны. Идет установление соединения.</p> <p>1 – Цепочка установлена полностью. Идентификатор последнего интерфейса в цепочке (интерфейса стойки на другой стороне цепочки) находится в регистре <code>CHAIN_LEN</code>.</p> <p>2 – Цепочка установлена не полностью. Доступен только сегмент цепочки с максимальным идентификатором интерфейса, содержащимся в регистре <code>CHAIN_LEN</code>.</p>
0x02	CHAIN_LEN	0	Регистр содержит идентификатор последнего интерфейса в цепочке регенераторов, подключенных к данному DSL порту.
0x03	CLR_STAT	0	<p>Запись любого значения в <code>CLR_STAT</code> приводит к сбросу регистров, содержащих значения счетчиков ошибок: <code>CVCNT</code>, <code>ESCNT</code>, <code>SESCNT</code>, <code>LOSSWSCNT</code>, <code>EOC_OVR</code>, <code>EOC_UND</code>.</p> <p>Сброс статистики производится для всех интерфейсов цепочки регенераторов, подключенных к данному порту DSL.</p>
0x04	IFC_SEL	0	<p>Регистр выбора интерфейса цепочки, данные от которого будут отображаться в странице состояния и статистики интерфейса. Для вывода данных статистики от интерфейса, в <code>IFC_SEL</code> должен быть помещен идентификатор этого интерфейса.</p> <p>После того, как в данный регистр хост помещает идентификатор интерфейса для отображения, в регистре <code>IFC_ID</code> страницы состояния интерфейса выводится значение <code>0xFF</code> – признак того, что данные статистики от интерфейса еще не получены. Через время равное периоду опроса интерфейса, в страницу статистики выводятся полученные данные, а в регистр <code>IFC_ID</code> – идентификатор запрошенного интерфейса.</p>

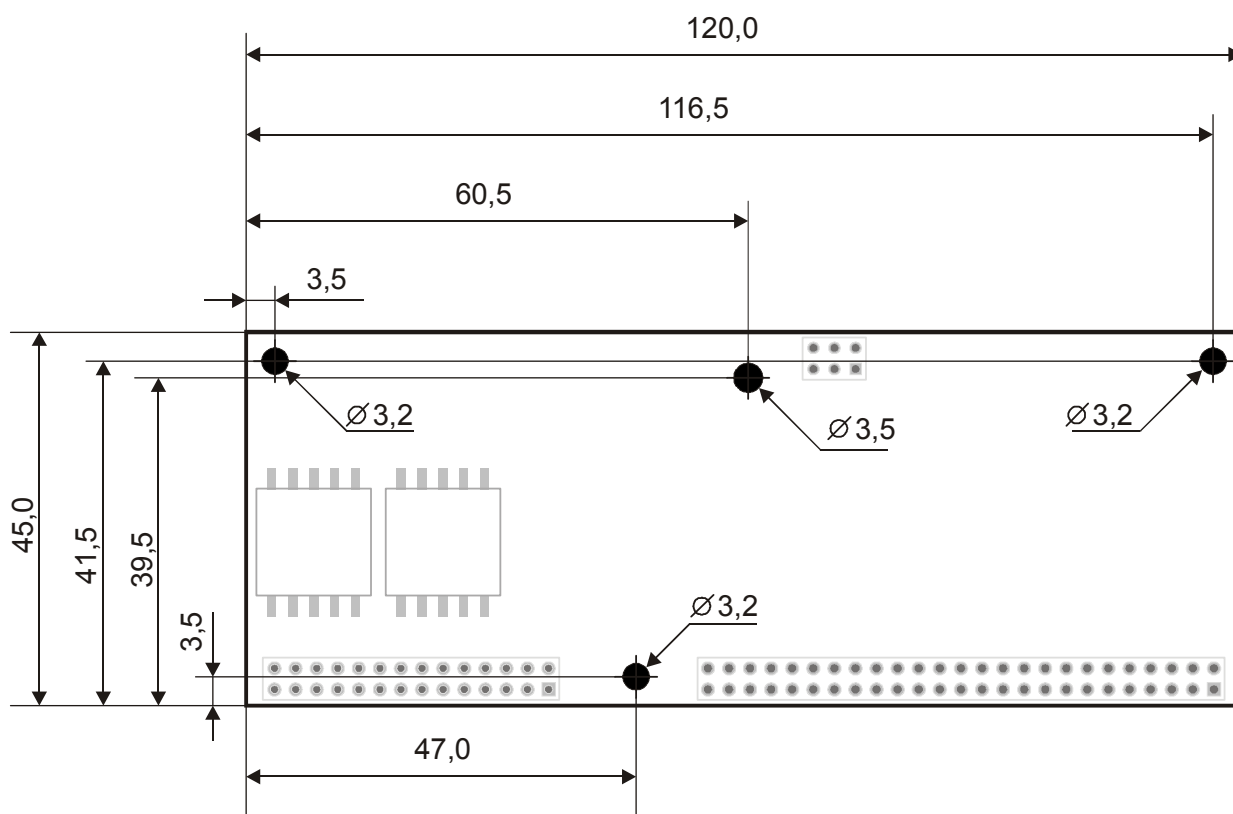
Адрес hex	Регистр	Default	Назначение
0x05	PRATE	0	Фактическое значение скорости соединения цепочки в количестве 8-битных канальных интервалов.
0x06	PRATE1	0	Фактическое значение приращения скорости соединения цепочки в количестве 1-битных канальных интервалов.
0x07	PPAM	0	Фактический тип линейного кода, использующийся в соединении по линии всеми интерфейсами цепочки. Регистр может принимать значения от 1 до 6 (см. регистр PAM на страницах DSL).
0x08	Reserved	0	
0x09	BREAK_LINEADDR	0	Регистр используется для тестирования модема производителем.
0x0A	BR_TIME0	0	Регистр используется для тестирования модема производителем.
0x0B	BR_TIME1	0	Регистр используется для тестирования модема производителем.
0x0C	DEBUG_LEVEL_OUTPUT	0	Регистр используется для тестирования модема производителем.
0x0D	EOC_COT_RT_ADDR	0	Регистр содержит адрес данного интерфейса в цепочке в направлении от центральной стойки (от STU_C к STU_R). EOC_COT_RT_ADDR используется хостом регенератора для организации обмена сообщениями пользователя с хостом центральной стойки (STU_C).
0x0E	EOC_RT_COT_ADDR	0	Регистр содержит адрес данного интерфейса в цепочке в направлении от удаленной стойки (от STU_R к STU_C). EOC_RT_COT_ADDR используется хостом регенератора для организации обмена сообщениями пользователя с хостом центральной стойки (STU_R).
0x0F	Reserved	0	
0x10	DEBUG_OUT_ADDR	0	Регистр используется для тестирования модема производителем.
0x11	LERR_CONDITION	0	Регистр содержит код последней ошибки локального порта, возникшей в процессе установления соединения.
0x12	LERR_REASON	0	Регистр содержит дополнительный код ошибки локального порта, возникшей в процессе установления соединения.
0x13.. 0x5F	Reserved	0	

## Приложение 1. Установочные размеры.

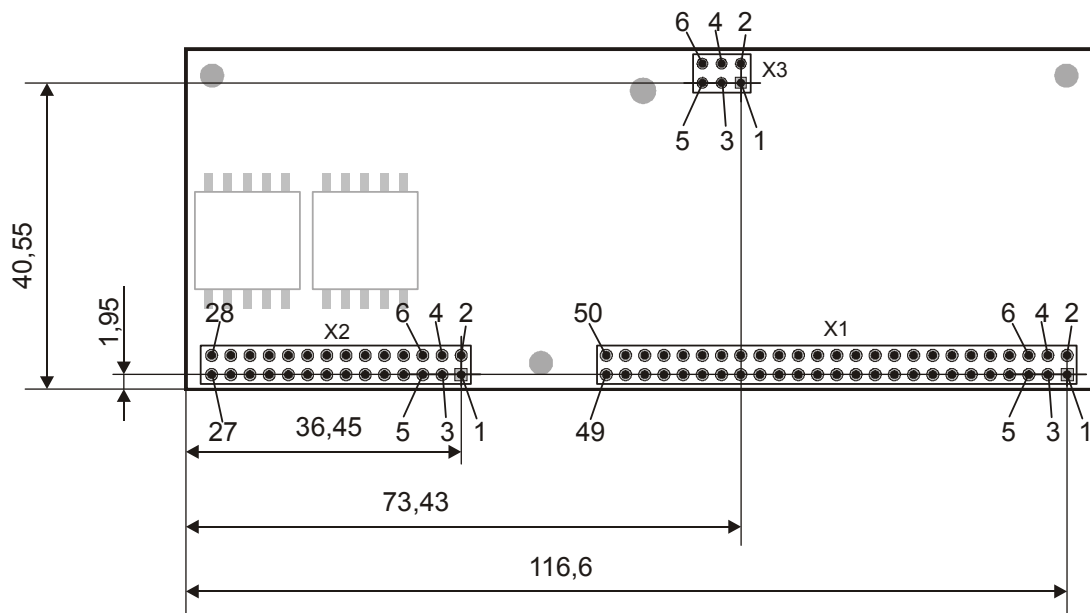
Далее на рисунках показана проекция модема SHDSL-B1-H на базовую плату. Модем устанавливается компонентами вниз.

В качестве соединителей используются удлиненные двухрядные штыри с шагом 2.54мм. Высота профиля базовой платы с установленным модемом не превышает 20мм.

### *Габариты и координаты крепежных отверстий*

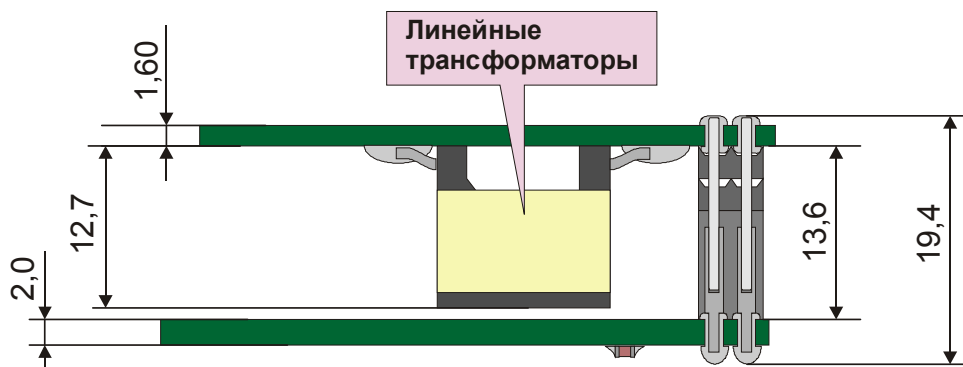


### Координаты соединителей

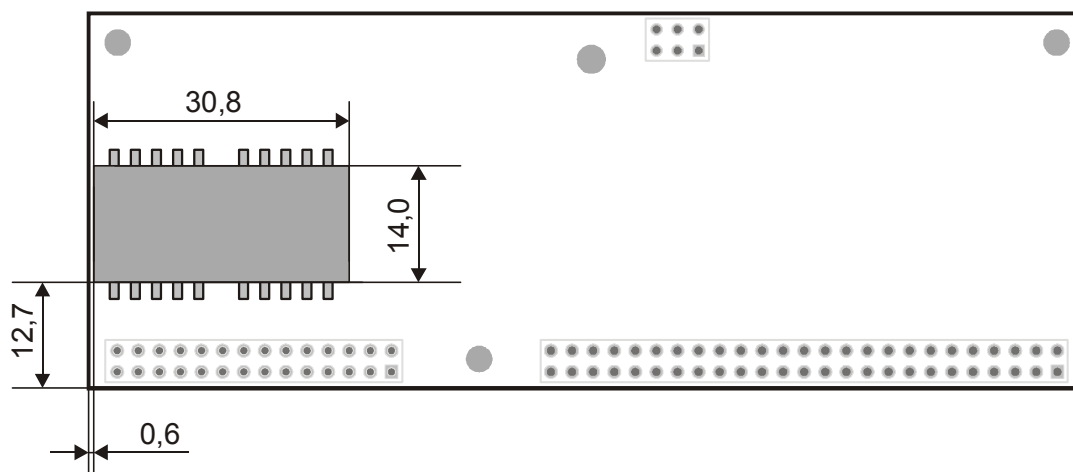


## Высота компонентов

Наибольшую высоту на плате модема имеют линейные трансформаторы.



В зоне прилегания линейных трансформаторов на базовой плате не должны размещаться компоненты. Также в этой зоне не рекомендуется размещение сигнальных цепей. Координаты и размер зоны показаны на рисунке.



## Приложение 2. Расположение контактов модема SHDSL-B1-H.

X1		X2	
GND	② ①	GND	② ①
RXD1	④ ③	TXD1	④ ③
CTS1	⑥ ⑤	RTS1	⑥ ⑤
+3.3V	⑧ ⑦	+3.3V	⑧ ⑦
TDI	⑩ ⑨	TDO	⑩ ⑨
GND	⑫ ⑪	GND	⑫ ⑪
LED	⑭ ⑬	D_IRQ	⑭ ⑬
D_WR	⑯ ⑰	D_A0	⑯ ⑰
nRESET	⑱ ⑲	D_RD	⑱ ⑲
NC	⑳ ⑳	D_CS	⑳ ⑳
D_D6	㉒ ㉑	D_D7	㉒ ㉑
IND_D	㉔ ㉓	TCK	㉔ ㉓
+3.3V	㉖ ㉕	+3.3V	㉖ ㉕
TC	㉘ ㉗	DATA	㉘ ㉗
FX	㉚ ㉙	CX	㉚ ㉙
DR	㉜ ㉛	DT	㉜ ㉛
FR	㉞ ㉝	CR	㉞ ㉝
GND	㉟ ㉠	REFCLK	㉟ ㉠
SWAP	㉢ ㉡	GND	㉢ ㉡
CLK20.48	㉤ ㉣	REGEN	㉤ ㉣
D_D5	㉦ ㉥	Reserved, NC	㉦ ㉥
D_D3	㉨ ㉧	D_D4	㉨ ㉧
D_D1	㉪ ㉩	D_D2	㉪ ㉩
D_D0	㉬ ㉭	MSTR	㉬ ㉭
Reserved, NC	㉯ ㉰	IND_CLK	㉯ ㉰
		RING3	② ①
		SRT_R3	④ ③
		NC	⑥ ⑤
		NC	⑧ ⑦
		SRT_T3	⑩ ⑨
		TIP3	⑫ ⑪
		NC	⑭ ⑬
		NC	⑯ ⑰
		RING	⑱ ⑲
		SRT_R	⑳ ⑳
		NC	㉒ ㉑
		NC	㉔ ㉓
		SRT_T	㉖ ㉕
		TIP	㉘ ㉗