

Galios

**ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ВСТРАИВАЕМЫЙ
МОДЕМ SHDSL
РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ V2.2**

www.galios.ru
support@galios.ru
(495) 789-58-04

Содержание

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	2
ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ.....	3
ПАРАМЕТРЫ ПОРТА SHDSL.....	3
ПАРАМЕТРЫ ПОРТА РСМ.....	3
СИНХРОНИЗАЦИЯ ДЛЯ НЕЗАВИСИМОЙ КОНФИГУРАЦИИ МОДЕМА.....	4
Режимы порта РСМn. Определения режимов РСМ.....	4
Режимы на линии. Определения режимов на линии.....	5
РАБОТА В СИНХРОННЫХ РЕЖИМАХ.....	5
РАБОТА В ПЛЕЗИОХРОННОМ РЕЖИМЕ.....	6
СИНХРОНИЗАЦИЯ ДЛЯ КОНФИГУРАЦИИ С РАСЩЕПЛЕНИЕМ ПОТОКА.....	8
Режимы порта РСМ0.....	8
Режимы на линии.....	8
РАБОТА В СИНХРОННЫХ РЕЖИМАХ.....	9
РАБОТА В ПЛЕЗИОХРОННОМ РЕЖИМЕ.....	11
АЛГОРИТМ РАБОТЫ МОДЕМА В НЕЗАВИСИМОЙ КОНФИГУРАЦИИ.....	12
УСТАНОВЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЯ.....	14
АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫБОР СКОРОСТИ.....	14
АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫБОР РЕЖИМА НА ЛИНИИ.....	16
АЛГОРИТМ РАБОТЫ МОДЕМА В КОНФИГУРАЦИИ С РАСЩЕПЛЕНИЕМ ПОТОКА.....	17
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ.....	18
ПРОГРАММИРУЕМЫЕ СТРОБЫ.....	18
УПРАВЛЕНИЕ МОЩНОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ.....	19
ПЕТЛИ.....	19
ВНЕШНИЕ СИГНАЛЫ.....	21
ТРЕБОВАНИЯ К ЧАСТОТЕ СИНХРОНИЗАЦИИ СХN.....	29
УПРАВЛЕНИЕ МОДЕМОМ. ПОРТ SPI.....	30
ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ СИГНАЛОВ ИНТЕРФЕЙСА УПРАВЛЕНИЯ.....	32
ОПЕРАЦИЯ ЗАПИСИ В РЕГИСТР КАНАЛА N.....	33
ОПЕРАЦИЯ ЧТЕНИЯ ИЗ РЕГИСТРА КАНАЛА N.....	34
ОБРАБОТКА ПРЕРЫВАНИЙ.....	35
ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ВНЕШНЕМУ ХОСТУ НЕСКОЛЬКИХ МОДЕМОВ SHDSL.....	38
ОБМЕН СООБЩЕНИЯМИ.....	39
ПЕРЕДАЧА СООБЩЕНИЙ.....	39
ПРИЕМ СООБЩЕНИЙ.....	40
ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ.....	40
ФОРМАТ СООБЩЕНИЙ.....	41
ДАННЫЕ СТАТИСТИКИ.....	41
ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ.....	42

Назначение и условия эксплуатации.

Двухканальный модем предназначен для работы в составе необслуживаемой аппаратуры цифровых систем передачи и коммутации, а также в составе сетевого оборудования.

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

Общее описание.

Модем SHDSL представляет собой устройство, обеспечивающее прием/передачу данных от двух портов РСМ по двум медным витым парам. Устройство ориентировано на работу по кабелям с диаметром провода 0,9-1,2мм.

Модем имеет режимы синхронизации, позволяющие его использование для построения многоуровневых цифровых систем передачи, включающих пункты регенерации и оконечные устройства.

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

Модем может иметь две конфигурации:

- **Независимая** – когда данные от каждого из портов РСМ передаются в линии независимо друг от друга. Каждому из портов РСМ0 и РСМ1 поставлен в соответствие свой линейный порт DSL0 и DSL1. Порт РСМ и соответствующий порт DSL в независимом режиме далее в Руководстве упоминаются как **канал модема**. Каналы модема в процессе работы не влияют друг на друга.
- **С расщеплением потока** – когда данные от порта РСМ0 разделяются на две части и передаются по двум линиям через порты DSL0 и DSL1. На удаленной стороне потоки от DSL портов собираются в один специальным устройством **frame aligner**, компенсирующим разность задержек в каналах DSL. Собранный поток передается на порт РСМ0. Порт РСМ1 в этом режиме не используется.

Выбор конфигурации и режимов работы производится программированием регистров модема. Управление модемом производится некоторым внешним устройством, упоминаемым далее как **внешний хост**. Для управления модем имеет последовательный порт SPI, включающий дополнительные сигналы синхронизации и сигнал прерывания. Настройки модема могут быть сохранены в энергонезависимой памяти, и использоваться при последующей работе. Через порт SPI могут быть прочитаны текущие настройки модема, а также состояние соединения и данные статистики. Модем поддерживает передачу HDLC сообщений через биты ЕОС фреймов DSL.

Параметры порта SHDSL.

- Код передачи: TC-PAM16
- Общая скорость цифрового потока на линии: 200...2320 Кбит/с.
- Скорость данных в потоке на линии: 192...2312 Кбит/с.
- Дискретность выбора скорости 8 Кбит/с.
- Напряжение изоляции линейного трансформатора не хуже 1500В
- Защита порта от перенапряжений: первичная – отсутствует
вторичная - смонтирована на модеме

Параметры порта РСМ.

- Частота битовой синхронизации: 2048 Кбит/с или 4096 Кбит/с
- Режимы: Master, Slave, Plesio
- Требуемая точность входной частоты в синхронных режимах не хуже +/- 32ppm
- Точность выходной частоты в синхронных режимах +/- 25ppm

Синхронизация для независимой конфигурации модема.

Режимы порта РСМn. Определения режимов РСМ.

Каждый канал модема поддерживает 3 режима работы порта РСМn¹: Sync master, Sync slave и Plesio.

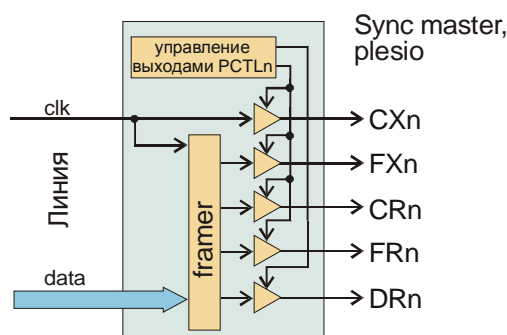
Sync master – синхронный режим, в котором CXn и FXn являются выходами модема. На эти выходы модем выдает частоту синхронизации и сигнал начала цикла - общие для приема и для передачи данных (DTn, DRn). CRn и FRn не используются.

Sync slave – синхронный режим, в котором CXn и FXn являются входами модема. На них извне должна быть подана частота синхронизации и сигнал начала цикла - общие для приема и для передачи данных (DTn, DRn). CRn и FRn не используются.

Plesio – плезиохронный режим, в котором CXn и FXn являются входами модема. CRn и FRn – выходы модема. CXn и FXn – это частота синхронизации и сигнал начала цикла для данных, передаваемых в линию (DTn). CRn и FRn – это частота синхронизации и сигнал начала цикла для данных, принимаемых из линии (DRn).

Режим РСМn определяется содержимым регистра PMODE(N)² независимо от режимов на линии COT/RTA (0- Sync master, 1- Sync slave, 2- Plesio).

Выходы синхронизации канала модема находятся в отключенном состоянии во время инициализации. Это позволяет избежать появления на выходах CXn, FXn (в плезиохронном режиме также и CRn, FRn) частот, отличных от номинальной и нарушения временной диаграммы. Выход данных DRn отключаются от внешнего РСМ во время отсутствия соединения для исключения возникновения кратковременных шумов на выходах данных трансивера в момент установления соединения. DRn подключаются к внешнему РСМ после перехода трансивера канала в режим передачи данных.



Данные на порт РСМn выдаются и принимаются со смещением относительно начала цикла. Смещение задается в регистре POFFS(N) в количестве пустых таймслотов между сигналом FXn и первым таймслотом с данными. Дополнительно через регистр POFFS1(N) можно задать количество бит смещения (0-7).

Порт РСМn модема может быть настроен на работу со скоростями 2048Кбит/с (32 таймслота) или 4096Кбит/с (64 таймслота). Выбор скорости производится через регистр PTSN(N).

В момент установления соединения возможны однократные изменения фазы сигналов CXn и FXn в случае, если РСМn находится в режиме Sync master или Plesio. Это связано с ресинхронизацией PLL SOCRATES при захвате частоты, выделяемой из принимаемого сигнала.

¹ Символ 'n' в названиях РСМn, <Обозначение сигнала>n означает, что в них подразумеваются порт РСМ или его сигналы как канала 0 и к канала 1. Эти обозначения используются только для описания работы модема при независимой конфигурации.

² Символ 'N' в названиях 'канал N', <Имя порта(N)> означает, что в названиях подразумеваются канал 0 или канал 1 и их регистры, доступные для обмена с внешним хостом при SS0=0 или SS1=0 соответственно. Эти обозначения используются только для описания работы модема при независимой конфигурации.

Режимы на линии. Определения режимов на линии.

Каждый из каналов модема поддерживает 2 режима синхронизации на линии: COT и RTA

COT (Central Office Terminal) – режим, в котором линейное окончание канала модема передает в линию синхросигнал, производный от опорной частоты, получаемой от:

- порта РСМ (для режима Sync slave)
- внутреннего генератора (для режимов Sync master, Plesio).

Частота, которая используется для передачи по линии в режиме COT, должна иметь точность не хуже $\pm 32\text{ppm}$.

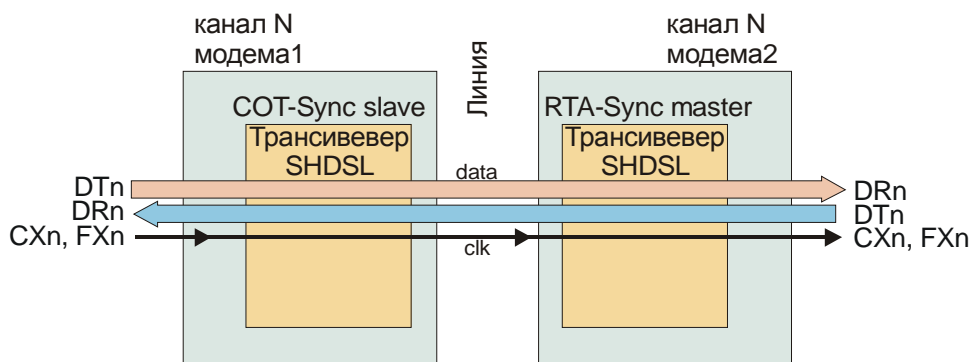
RTA (Remote Terminal Adapter) – режим, в котором линейное окончание канала модема выделяет тактовую частоту из принимаемого сигнала. Частота, производная от выделенной на приеме, используется для синхронизации порта РСМ_n (в режиме Sync master) или используется для буферизации принимаемых данных (в режиме Plesio). Канал модема, находящийся в режиме RTA определяет скорость, с которой будет устанавливаться соединение на линии.

На противоположных концах выделенной линии каналы модемов должны иметь разные режимы на линии COT и RTA. Выбор режима производится пользователем в явном виде или процедурой автоматического выбора режима.

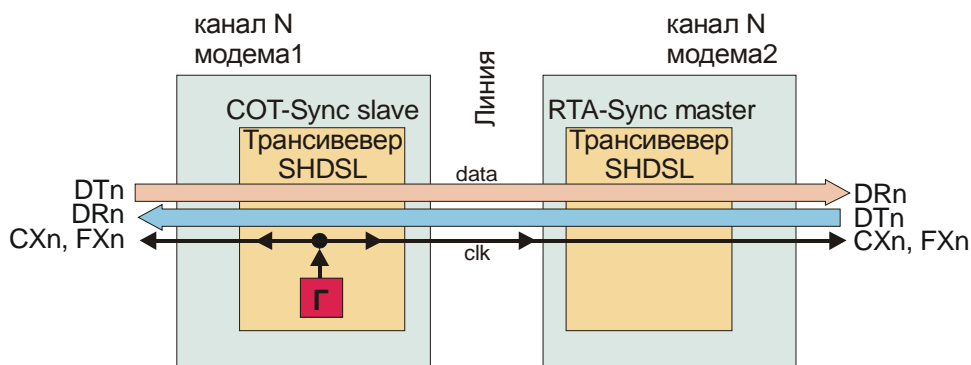
Работа в синхронных режимах

На рисунках показаны возможные сочетания синхронных режимов работы РСМ_n и режимов работы на линии.

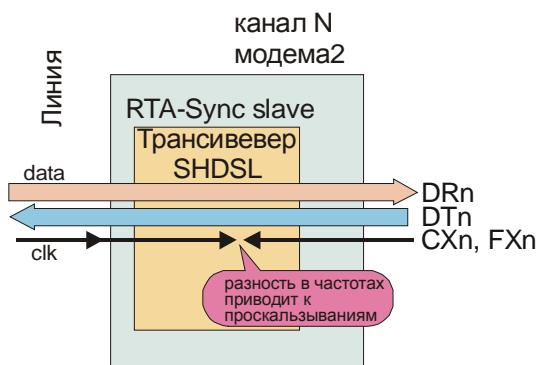
В синхронном режиме тактовая частота для работы по линии берется от порта РСМ_n. Эта частота выделяется на приеме и выдается на удаленный порт РСМ_n. Для этого варианта существует ограничение на точность частоты, получаемой от порта РСМ_n. Поскольку частота СХ_n используется для передачи по линии, она должна быть не хуже $\pm 32\text{ppm}$.



Также есть вариант, когда источником частоты в системе является внутренний генератор модема. Частота от генератора используется каналом модема в режиме COT. В этом случае РСМп обоих модемов находятся, как правило, в режиме Sync master.



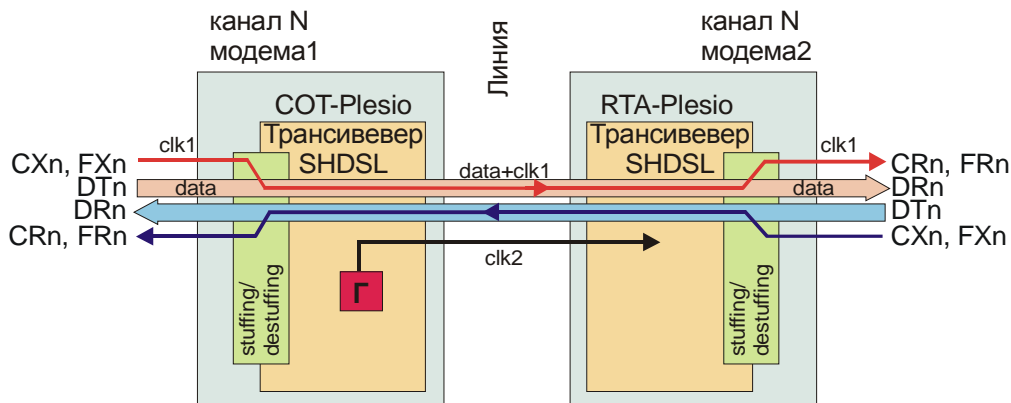
Для RTA Sync slave передача данных происходит с проскальзываниями, то есть накопление фазовой ошибки приводит к периодической потере циклов данных РСМп. Работа без потери данных в этом случае возможна только при условии, что частота clk является производной от частоты CXn .



Работа в плездохронном режиме

Отличие плездохронного режима работы от синхронного состоит в том, что частота для передачи по линии и частота портов РСМп не связаны друг с другом. Модель работы модемов в плездохронном режиме показана на рисунке. Далее рассматривается передача данных в одном направлении от модема 1 к модему 2.

Для передачи данных по линии используется независимая частота $clk2$, формируемая внутренним генератором модема со стороны COT. Синхронный поток данных от порта РСМп модема 1 и частота синхронизации $clk1$ от РСМп попадают на устройство в модеме, которое производит стаффинг. Смысл этой процедуры состоит в том, что данные перед посылкой в линию форматируются в виде блоков, имеющих переменную длину. Длина блоков варьируется в зависимости от фазовой ошибки между частотами $clk1$ и $clk2$. Частота $clk2$ выбирается максимально приближенной к $clk1$. В случае если $clk1 = clk2$, то в линию уходят блоки одинаковой длины. Если частота $clk1 > clk2$, то длина передаваемого в линию блока увеличивается на 1..2 бита. Если $clk1 < clk2$, то длина уменьшается на 1..2 бита. Таким образом, по линии передаются не только данные от РСМп, но и информация об отклонении частоты CXn от некоторого номинального значения $clk2$. На удаленной стороне производится обратное преобразование – дестаффинг. Длина принимаемых из линии блоков измеряется, и на основании полученной информации формируется частота, передаваемая на CRn порта РСМп. Для этого преобразования в модеме 2 используется цифровая ФАПЧ, усредняющая отклонения длины блоков, а следовательно и отклонения частоты от номинального значения.



Плезиохронный режим работы позволяет передавать по линии синхронные потоки, имеющие значительные отклонения скорости от номинального значения. При уменьшении скорости в линии возможное отклонение частоты увеличивается.

Скорость потока данных в линии	Отклонение частоты РСМ от номинала
2312 (36В + 1Z) max скорость	±143ppm
192 (3В + 0Z) min скорость	±1666ppm

Для плезиохронного режима требование к точности частоты порта РСМ значительно ослаблено по сравнению с требованием ±32ppm синхронного режима. Это расширяет область применения модемов, в частности – для построения модемов E1, где точность частоты синхронизации может находиться в пределах ±100ppm.

Описанная выше модель предполагает передачу данных/синхронизации только в одну сторону. Однако модемы позволяют работать в дуплексе – данные/синхронизация передается и в другую сторону. Частоты синхронизации на приеме и на передаче могут быть независимы друг от друга. Это дает возможность построения противонаправленных стыков, что невозможно в случае использования синхронных режимов.

Синхронизация для конфигурации с расщеплением потока

В этой конфигурации модема передача данных производится через порт РСМ0. Порт РСМ1 находится в отключенном состоянии. Управление работой модема производится через регистры канала 0.

Данные с входа РСМ0 перед передачей расщепляются на две части с одинаковой полосой. На удаленной стороне после приема из линии эти два потока объединяются в исходный. Поскольку задержка потоков в каждой из линий зависит от условий передачи, на приемной стороне DSL портов данные имеют смещение. Для компенсации этого смещения используется специальное устройство – frame aligner. Это устройство задерживает один из потоков, принимаемых из линий, и объединяет принятые данные в общий поток. Frame aligner имеет два входных порта и один выходной порт. Все порты синхронизируются от одной и той же частоты.

Передающая часть каждого трансивера синхронизирует устройства выравнивания удаленной стороны через дополнительные каналы 8Кбит/с. Данные синхронизации передаются по линиям вместе с данными РСМn.

Дополнительные каналы используются только в конфигурации с расщеплением потока.

Для управления РСМ0, скоростью и режимом на линии в этом режиме используется набор регистров, соответствующих каналу 0 независимой конфигурации.

Режимы порта РСМ0

При работе с расщеплением потока модем поддерживает 3 режима работы порта РСМ0: Sync master, Sync slave и Plesio. Определения режимов порта РСМ приведены в разделе *Режимы порта РСМn. Определения режимов РСМ.*

Режим РСМ0 определяется содержимым регистра РMODE(0) независимо от режимов на линии COT/RTA (0-Sync master, 1-Sync slave, 2- Plesio).

Выходы синхронизации канала 0 модема находятся в отключенном состоянии во время инициализации. Это позволяет избежать появления на выходах CX0, FX0 (в плезиохронном режиме также и CR0, FR0) частот, отличных от номинальной и нарушения временной диаграммы. Выход данных DR0 отключаются от внешнего РСМ во время отсутствия соединения для исключения возникновения кратковременных шумов на выходах данных трансивера в момент установления соединения. DR0 подключаются к внешнему РСМ после перехода трансивера канала в режим передачи данных.

Данные на порт РСМ0 выдаются и принимаются со смещением относительно начала цикла. Смещение задается в регистре POFFS(0) в количестве пустых таймслотов между сигналом FX0 и первым таймслотом с данными. Дополнительно через регистр POFFS1(0) можно задать количество бит смещения (0-7).

Порт РСМ0 модема может быть настроен на работу со скоростями 2048Кбит/с (32 таймслота) или 4096Кбит/с (64 таймслота). Выбор скорости производится через регистр PTSN(0).

В момент установления соединения возможны однократные изменения фазы сигналов CX0 и FX0 в случае, если РСМn находится в режиме Sync master или Plesio. Это связано с ресинхронизацией PLL SOCRATES и устройства компенсации задержки в каналах (frame aligner) при захвате частоты, выделяемой из принимаемого сигнала.

Режимы на линии

В конфигурации с расщеплением потоков пара DSL окончаний модема находятся в одинаковом режиме COT или RTA. Пара DSL окончаний модема с одной стороны линий должна иметь режим COT, а с другой стороны линии - RTA. Далее в Руководстве используются понятия “**модем в режиме COT**” и “**модем в режиме RTA**”.

При этом имеется в виду, что в этих режимах находятся пары DSL интерфейсов модемов. Определения режимов COT и RTA приведены в разделе *Режимы на линии. Определения режимов на линии.*

Выбор режима производится пользователем в явном виде (алгоритм 0).

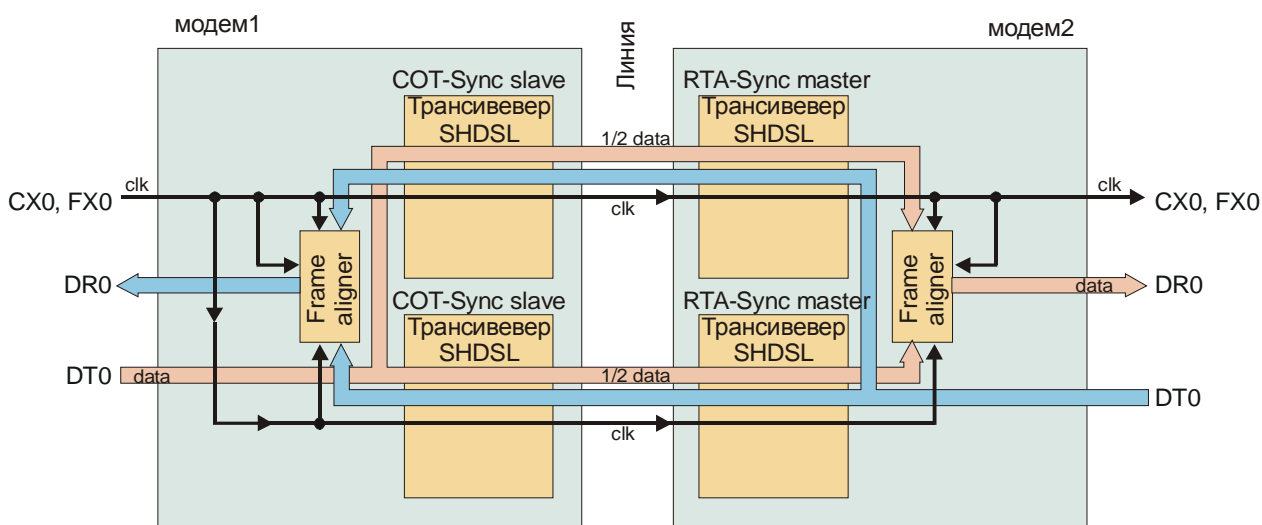
Работа в синхронных режимах

Для конфигурации с расщеплением потока DSL порты модема – неравноправны. Порты DSL0 и DSL1 модема в режиме COT передают на удаленную сторону одну и ту же частоту, однако, для синхронизации портов PCM0 обоих модемов используется частота, полученная от порта DSL0.

На рисунках показаны возможные сочетания синхронных режимов работы PCM0 и режимов работы на линии.

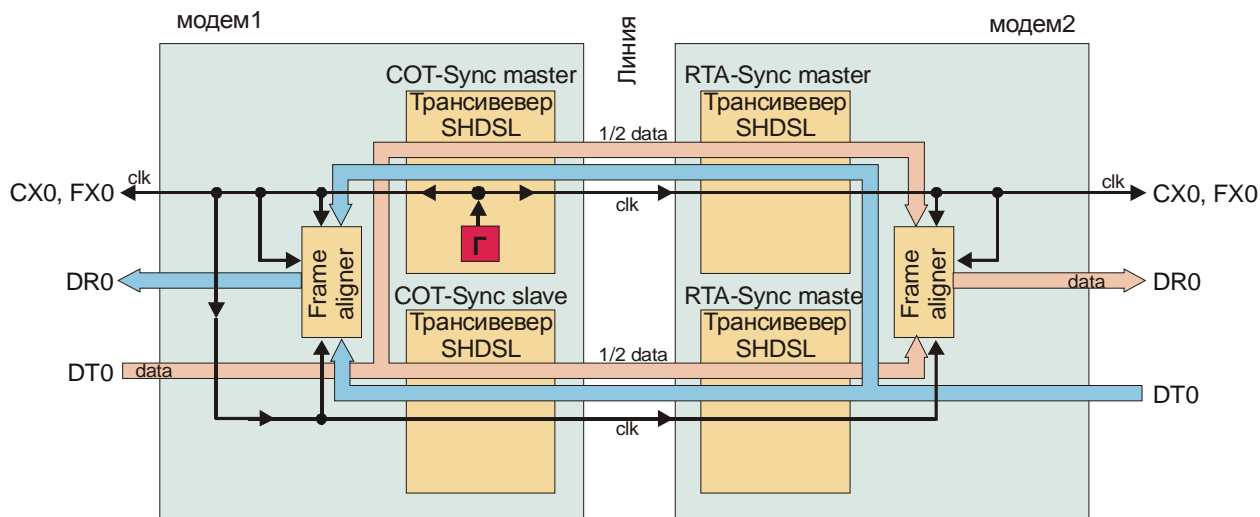
В первом варианте использования модемов в синхронном режиме тактовая частота clk для работы по линии берется от порта PCM0 модема в режиме COT. Порты frame aligner синхронизируются также от частоты clk порта PCM0. Оба канала модема транслируют clk на удаленную сторону. Выделенная из линий каждого канала clk используется для синхронизации входных портов frame aligner модема в режиме RTA. Выходной порт frame aligner и порт PCM0 стороны RTA тактируются от clk, принятой от порта DSL0.

Для такого варианта синхронизации системы существует ограничение на точность частоты, получаемой от порта PCM0 модема 1. Поскольку частота CX0 используется для передачи по линии, она должна быть не хуже $\pm 32\text{ppm}$.



Для второго варианта синхронизации источником частоты clk в системе является внутренний генератор модема. Частота от генератора используется модемом в режиме COT в качестве опорной для передачи. Также от частоты внутреннего генератора синхронизируются порты frame aligner и РСМ0 стороны COT. Синхронизация стороны RTA аналогична предыдущему случаю.

Для рассмотренной схемы синхронизации РСМ0 обоих модемов находятся, как правило, в режиме Sync master.



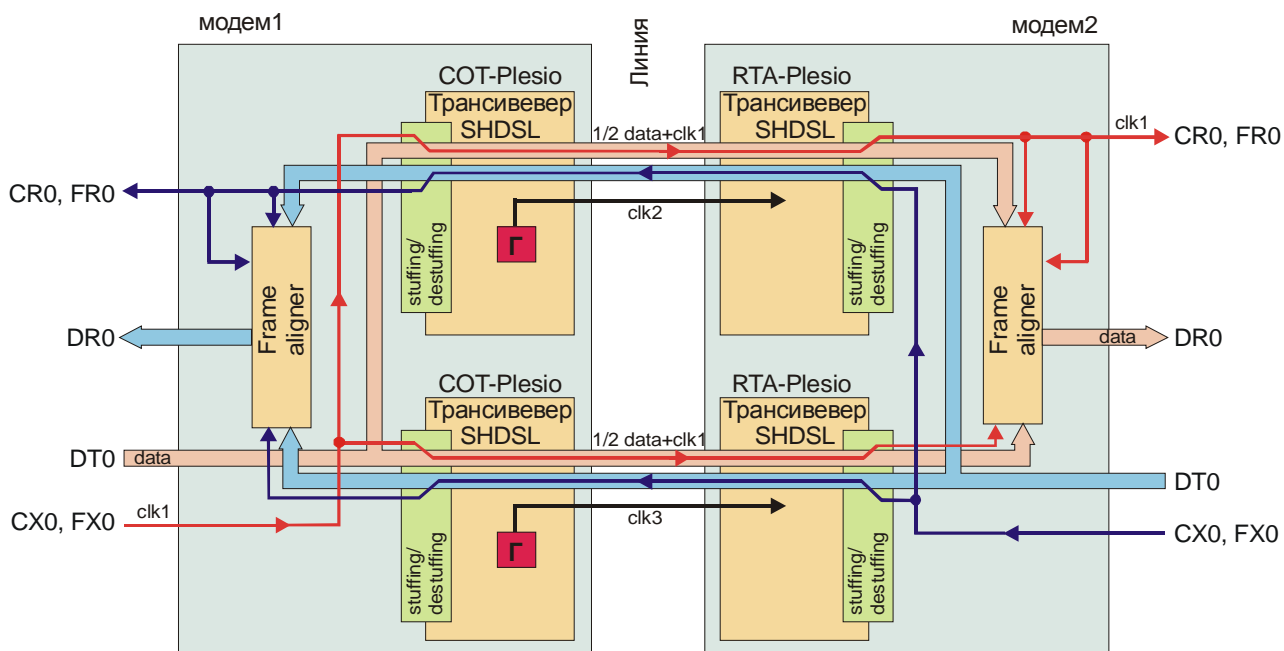
Возможно использование модема в режиме RTA Sync slave. Однако передача данных происходит с проскальзываниями, то есть накопление фазовой ошибки приводит к периодической потере циклов данных РСМ0. Работа без потери данных в этом случае возможна только при условии, что частота clk является производной от частоты $CX0$. Нормальная работа модемов в этом случае не гарантируется.

Работа в плезиохронном режиме

В плезиохронном режиме с расщеплением потока для передачи в линию оба DSL порта модема в режиме COT используют внутренний генератор модема. Перенос частоты от порта PCM0 модема 1 на порт PCM0 модема 2 (а также в другую сторону) производится с использованием механизма стаффинга. Стаффинг работает для каждого канала.

Далее на рисунке проиллюстрирована схема синхронизации для плезиохронного режима. Поток данных от порта разбивается на два потока с одинаковой шириной полосы, которые передаются через DSL0 и DSL1. Частота $clk1$ от входа PCM0 порта модема 1 форматируется вместе с передаваемыми данными с использованием стаффинга. Образованный поток передается по линии на удаленную сторону через порт DSL0. Для передачи по линии используется независимая частота внутреннего генератора $clk2$. Вторая половина потока от PCM0 модема 1 передается через порт DSL1 точно так же. На приемной стороне модема потоки, принимаемые из линии, подвергаются дестаффингу. Частоты, полученные после дестаффинга и номинально равные $clk1$, используются для синхронизации входных портов frame aligner. Для синхронизации выходного порта frame aligner и порта PCM0 (сигнал CR0) модема 2 используется частота из потока, принимаемого DSL0.

Передача данных и синхронизации в другую сторону – от модема 2 к модему 1, производится аналогично.

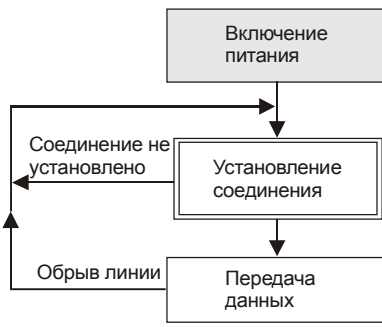


Алгоритм работы модема в независимой конфигурации.

Каждый канал модема SHDSL устанавливает и удерживает соединение по линии автоматически, без дополнительных воздействий через управляющий порт SPI. Поведение канала модема в процессе работы определяется его настройками. Под настройками понимаются режимы портов канала, установки скорости и алгоритм работы. В любой момент времени через порт SPI настройки могут быть изменены. В процессе изменения настроек каналы модема продолжают работу со старыми настройками. Измененные настройки вступают в действие только после получения каналом модема через порт SPI специальной команды (*store* или *update*). При получении такой команды канал модема разрывает соединение и начинает свою работу с новыми настройками. В независимой конфигурации настройки канала 0 не влияют на работу канала 1 и наоборот.

Реакция канала модема на разрыв соединения, а также его действия после сброса, изменения настроек или включения питания определяются выбранным алгоритмом работы. Алгоритм выбирается записью в регистр ALGTYPE(N) соответствующего значения. Далее в таблице представлены все возможные алгоритмы работы канала модема в независимой конфигурации и соответствующие им значения регистра ALGTYPE(N).

Блок-схемы на рисунках таблицы состоят из блоков, представляющих собой процедуры, последовательность и условия выполнения которых, зависит от типа алгоритма. Более подробное описание этих процедур можно найти в последующих разделах Руководства.

Блок-схема	Значение ALGTYPE	Описание
 <pre> graph TD A[Включение питания] --> B[Установка соединения] B --> C[Передача данных] C -- "Обрыв линии" --> B B -- "Соединение не установлено" --> B </pre>	0	<p>После включения питания, сброса или сохранения настроек канал модема начинает установление соединения в режиме на линии определенным в регистре LMODE(N), на скорости заданной в регистре FRATE(N).</p> <p>После разрыва соединения модем пытается установить его повторно с теми же параметрами.</p> <p>Этот алгоритм работы является стандартным для телекоммуникационных приложений.</p> <p>Для работы алгоритма в процессе настройки должны быть корректно заданы значения регистров LMODE(N), PMODE(N) и FRATE(N)</p>
 <pre> graph TD A[Включение питания] --> B[Автоматический выбор скорости] B --> C[Установка соединения] C --> D[Передача данных] D -- "Обрыв линии" --> C C -- "Соединение не установлено" --> C </pre>	1	<p>После включения питания, сброса или сохранения настроек канал модема начинает автоматический выбор скорости и сохраняет найденное значение в регистре FRATE(N). Далее следует установление соединения в режиме на линии, определенным в регистре LMODE(N), на скорости заданной в регистре FRATE(N).</p> <p>После разрыва соединения канал повторно производит выбор скорости соединения и пытается установить его повторно с теми же параметрами, но с новой скоростью.</p> <p>Данный алгоритм работы полезен при использовании модема в составе сетевого оборудования.</p> <p>Для работы алгоритма в процессе настройки должны быть корректно заданы значения регистров LMODE(N) и PMODE(N). Также должны быть определены таблицы PMMS_RATE(N) [1..8] и RATE(N) [1..8]</p>

Продолжение на следующей странице

Блок-схема	Значение ALGTYPE	Описание
<pre> graph TD A[Включение питания] --> B[Автоматический выбор режима на линии] B --> C[Установление соединения] C --> D[Передача данных] C -- "Соединение не установлено" --> B D -- "Обрыв линии" --> B </pre>	<p>2</p>	<p>После включения питания, сброса или сохранения настроек канал модема начинает автоматический выбор режима на линии. Найденный режим сохраняется в регистре LMODE(N). Далее следует установление соединения в режиме на линии, определенным в регистре LMODE(N), на скорости заданной в регистре FRATE(N).</p> <p>После разрыва соединения канал модема повторно производит автоматический выбор режима на линии и пытается восстановить его повторно на той же скорости, но в новом режиме.</p> <p>Данный алгоритм работы полезен при использовании модема в составе сетевого оборудования и в составе оборудования для систем автоматизации. Алгоритм позволяет полностью исключить настройки порта SHDSL.</p> <p>Для работы алгоритма в процессе настройки должно быть корректно задано значение регистров PMODE(N) (как Sync Master), FRATE и FRATE1.</p>
<pre> graph TD A[Включение питания] --> B[Автоматический выбор режима на линии] B --> C[Автоматический выбор скорости] C --> D[Установление соединения] D --> E[Передача данных] D -- "Соединение не установлено" --> B E -- "Обрыв линии" --> B </pre>	<p>3</p>	<p>После включения питания, сброса или сохранения настроек канал модема начинает автоматический выбор режима на линии. Найденный режим сохраняется в регистре LMODE(N). Затем автоматически выбирается скорость на линии, и ее значение сохраняется в регистре FRATE(N). Далее следует установление соединения в режиме на линии, определенным в регистре LMODE(N), на скорости заданной в регистре FRATE(N).</p> <p>После разрыва соединения канал модема повторно производит автоматический выбор режима на линии и выбор скорости соединения. Далее канал пытается установить соединение повторно с новым режимом на линии и с новой скоростью.</p> <p>Данный алгоритм работы полезен при использовании модема в составе сетевого оборудования и в составе оборудования для систем автоматизации. Алгоритм позволяет полностью исключить настройки порта SHDSL.</p> <p>Для работы алгоритма в процессе настройки должно быть корректно задано значение регистра PMODE(N) (как Sync Master). Также должны быть определены таблицы PMMS_RATE(N) [1..8] и RATE(N) [1..8]</p>

Установка соединения

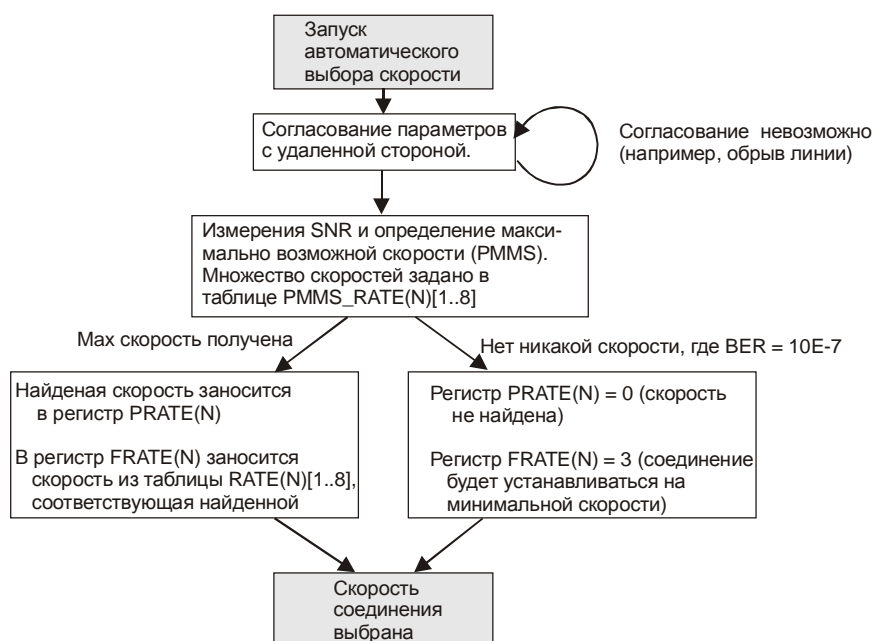
Процедура установления соединения по линии производится в соответствии с требованиями соответствующих стандартов и опирается на алгоритм соединения, реализованный в ПО трансивера SOCRATES.

Для выполнения процедуры необходимо, чтобы на противоположных сторонах линии каналы модемов имели разные режимы. С одной стороны модем был настроен как COT, а с другой – как RTA. Скорость, с которой модем будет устанавливать соединение, определяется регистром FRATE(N) стороны RTA. Значение FRATE(N) стороны COT игнорируется.



Автоматический выбор скорости

Выбор скорости производится автоматически в соответствии со стандартной процедурой SHDSL PMMS. Процедура измерения параметров линии, реализованная в ПО трансивера, рассчитана на работу по городским линиям с диаметром проводов кабеля 0.4 – 0.5мм. При работе по линиям с большим диаметром проводов (например, МКС или КСПП) стандартная процедура находит скорость с отклонением от фактического значения. Для того чтобы канал модема мог использоваться на таких линиях, процедура реализованная в трансивере дополнена алгоритмом “подмены” найденной скорости.



Выбор скорости производится автоматически в соответствии со стандартной процедурой SHDSL PMMS.

Трансивер канала производит тестирование параметров линии на восьми скоростях $PMMS_RATE[1] \div PMMS_RATE[8]$.

Из этих скоростей PMMS выбирает максимальную, но так, чтобы коэффициент ошибок BER не превышал 10^{-7} . Выбранная скорость заносится в регистр PRATE(N).

Пусть выбрана скорость $PMMS_RATE[i]$.

Каждой из скоростей $PMMS_RATE[1] \div PMMS_RATE[8]$ поставлены в соответствие скорости $RATE[1] \div RATE[8]$.

После завершения PMMS модем останавливает процесс установления соединения, автоматически перепрограммируется на работу со скоростью $RATE[i]$ (соответствующей $PMMS_RATE[i]$) и пытается установить соединение на этой скорости. Т.е. производит “подмену” скорости. Значение подменной скорости заносится в регистр FRATE(N).

Значения скоростей $PMMS_RATE[1] \div PMMS_RATE[8]$ и $RATE[1] \div RATE[8]$ хранятся в регистрах (таблицы скоростей), заполняемых внешним хостом до запуска алгоритма установления и удержания соединения.

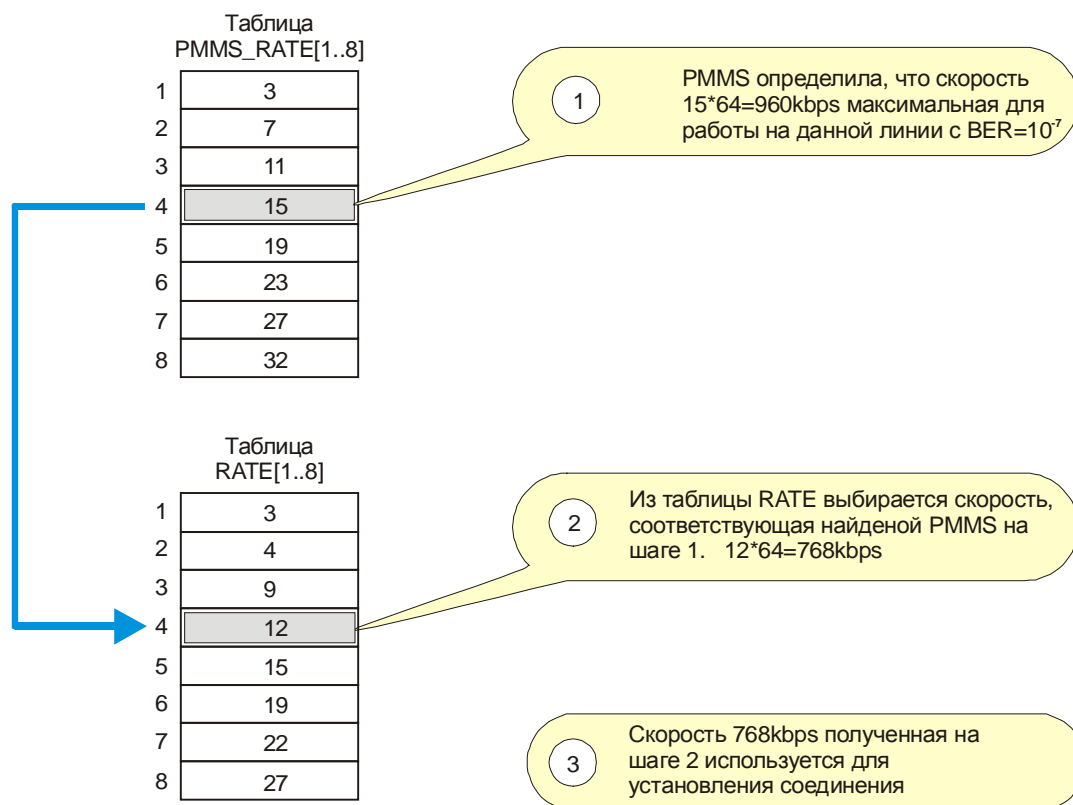
Скорости $PMMS_RATE[1] \div PMMS_RATE[8]$ и $RATE[1] \div RATE[8]$ задаются в количестве таймслотов PCMn, т.е. имеют диапазон значений от 3 до 36. Ограничения на соотношения скоростей $PMMS_RATE[k]$ и $RATE[k]$ не накладываются.

Пример:

Пусть во время инициализации внешний хост определил таблицу $PMMS_RATE$ для скоростей: 192, 448, 704, 960, 1216, 1472, 1728, 2048kbps.

Также внешний хост определил таблицу $RATE$ для подмены скоростей на:

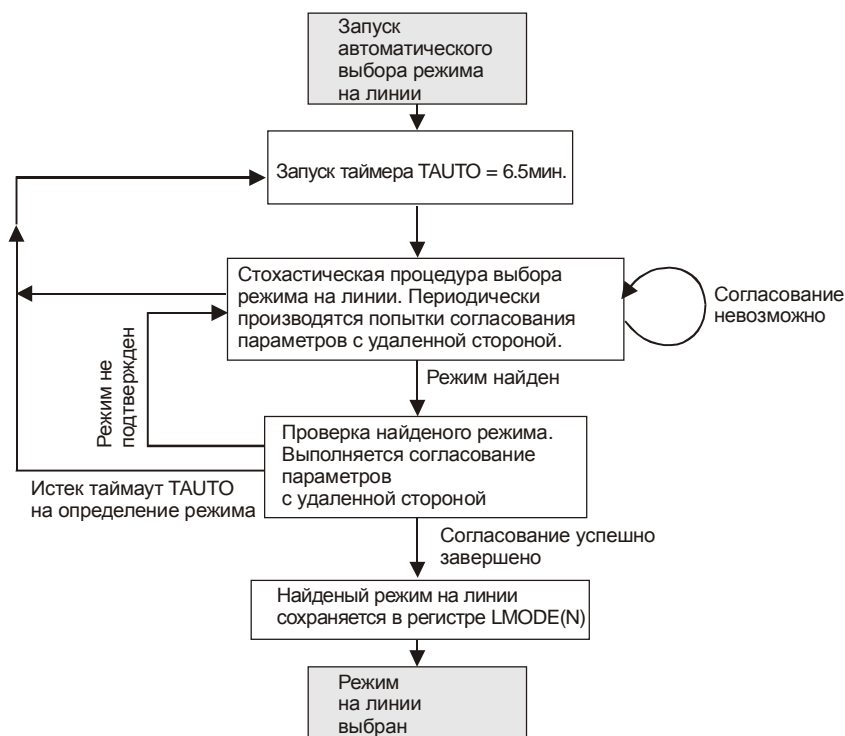
192, 256, 576, 768, 960, 1216, 1408, 1728kbps



В том случае, если в результате выполнения процедуры автоматического выбора скорости на линии не найдена ни одна из скоростей, при которой коэффициент ошибок $BER < 10^{-7}$, модем начинает попытки соединения на скорости 192kbps. В регистр PRATE(N) заносится значение 0.

Автоматический выбор режима на линии

Результатом выполнения процедуры является такой режим канала модема на линии, в котором возможно соединение с удаленной стороной. Если SHDSL порт удаленной стороны имеет режим COT, после выполнения процедуры будет определен режим RTA и наоборот. Процедура может быть выполнена успешно вне зависимости от того, какой тип алгоритма запущен на удаленной стороне. Время выполнения процедуры зависит от состояния канала модема на удаленной стороне и лежит в пределах от 25сек до 6.5мин.



Алгоритм работы модема в конфигурации с расщеплением потока.

Управление модемом в конфигурации с расщеплением потока производится через набор регистров канала 0. Из регистров канала 1 задействованы только регистры статистики, регистры системы прерываний, регистры состояния соединения и регистры обмена сообщениями.

Перевод модема в конфигурацию с расщеплением потока производится выбором типа алгоритма 8 канала 0 (В регистр ALGTYPE(0) заносится значение 8).

Блок-схема	Значение ALGTYPE(0)	Описание
<pre> graph TD A[Включение питания] --> B[Установление соединения] B --> C[Передача данных] C --> D{ } D -- Обрыв линии --> B D -- Соединение не установлено --> B </pre>	8	<p>После включения питания, сброса или сохранения настроек оба канала модема начинают установление соединения в режиме на линии определенным в регистре LMODE(0), на скорости равной половине значения, заданного в регистре FRATE(0) и FRATE1(0). Поток данных от PCM разбивается на два канала при передаче и собирается на приеме.</p> <p>После разрыва соединения хотя бы одним каналом, модем пытается установить его повторно с теми же параметрами.</p> <p>Для работы алгоритма в процессе настройки должны быть корректно заданы значения регистров LMODE(0), PMODE(0) и FRATE(0)</p>

Алгоритмы 0,1,2,3 с автоматическим выбором скорости и режима на линии недоступны в конфигурации с расщеплением потока. Для упрощения настройки модема, значения, помещенные в регистры канала 0, трактуются как настройки сразу для обоих каналов. Управление модемом в конфигурации с расщеплением потока производится через следующие регистры: FRATE(0), FRATE1(0), PMODE(0), POFFS(0), POFFS1(0), PTSN(0), LMODE(0). Порт PCM1 переводится в отключенное состояние.

Значения управляющих регистров трактуются следующим образом:

- FRATE(0), FRATE1(0) определяют скорость каналов. Каждый канал будет работать со скоростью, равной половине суммарной скорости, заданной в этих регистрах. Поскольку скорость каждого из каналов задается с дискретностью 8Кбит/с, суммарная скорость должна иметь дискретность 16Кбит/с. То есть значения, помещаемые в FRATE1(0) должны быть четными.
- PMODE(0), POFFS(0), POFFS1(0), PTSN(0) определяют режим PCM0.
- LMODE(0) определяют режим обоих каналов модема на линии. Режим работы канала 0 и канала 1 – одинаковый. Оба COT или оба RTA.

Опции выбора мощности передачи определяются *независимо для каждого из каналов* регистрами PBO(N), PBO_MODE(N), PPBO(N).

Дополнительные функции

Программируемые стробы

Модем имеет 4 программируемых выхода для стробирования данных портов РСМ – STT0, STR0, STT1, STR1. Каждый из этих сигналов позволяет выделять на TDM произвольные группы смежных битовых позиций. Функционирование сигналов стробирования независимо друг от друга.

С каждым из портов РСМ_n связана пара сигналов STT_n и STR_n. Сигнал STT_n синхронизируется от передающей части РСМ_n (CX_n, FX_n), а STR_n – от приемной части (CX_n, FX_n в синхронных режимах или CR_n, FR_n в плезиохронном режиме).

Каждому стробирующему сигналу соответствуют 4 регистра модема.

Управление стробом STT_n производится через STTF_OCT(N), STTF_BIT(N), STTW_OCT(N) и STTW_BIT(N). В регистре STTF_OCT(N) задается смещение строба в 8-битных канальных интервалах на TDM относительно начала цикла. В регистре STTF_BIT(N) можно задать дополнительное смещение начала строба в битах. В регистре STTW_OCT(N) задается длительность строба в количестве 8-битных канальных интервалах на TDM. Через регистр STTW_BIT(N) длительность стробирующего сигнала можно изменять с шагом в одну битовую позицию.

Управление стробом STR_n производится через STRF_OCT(N), STRF_BIT(N), STRW_OCT(N) и STRW_BIT(N) аналогично.

Строб	Порт	Синхронизация от		Смещение от начала цикла		Длительность	
		Синхронные режимы	Плезиохронный режим	байтовое	+ битовое	в байтах	+ в битах
STT0	PCM0	CX0, FX0	CX0, FX0	STTF_OCT(0)	STTF_BIT(0)	STTW_OCT(0)	STTW_BIT(0)
STR0			CR0, FR0	STRF_OCT(0)	STRF_BIT(0)	STRW_OCT(0)	STRW_BIT(0)
STT1	PCM1	CX1, FX1	CX1, FX1	STTF_OCT(1)	STTF_BIT(1)	STTW_OCT(1)	STTW_BIT(1)
STR1			CR1, FR1	STRF_OCT(1)	STRF_BIT(1)	STRW_OCT(1)	STRW_BIT(1)

Например, начало строба STR0 будет иметь смещение в $(STRF_OCT(0) * 8) + STRF_BIT(0)$ битовых позиций. Длительность STR0 будет $(STRW_OCT(0) * 8) + STRW_BIT(0)$ битовых позиций. Строб будет синхронизирован от приемной части PCM0.

Управление мощностью передачи

Управление мощностью трансиверов модема производится при помощи регистров PBO(N), PBO_MODE(N) и PPBO(N). Регистр PBO_MODE определяет алгоритм согласования параметров уровня мощности обеих сторон. Регистр PBO(N) определяет уровень выходной мощности относительно номинального уровня (14,5dBm).

Значение PBO_MODE(N)	Значение PBO(N)	Описание режима
0	0..30 dB	<p>Понижение мощности передачи согласно ITU-T G991.2 (non-forced power backoff).</p> <p>Регистр PBO(N) 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 COTи наоборот.</p> <p>Значение регистра PBO(N) не определяет точного значения выходной мощности.</p> <p>В процессе установления соединения трансиверы измеряют мощность принимаемого сигнала и производят оценку возможного уменьшения мощности передачи³ на удаленной стороне. Далее трансивер выбирает максимальное значение из оценочного уровня ослабления мощности и значения PBO(N). То есть выбирается значение, соответствующее минимальной мощности передачи. Найденное значение будет определять мощность передачи на удаленной стороне.</p>
1	0..30 dB	<p>Понижение мощности передачи согласно ITU-T G991.2 (forced power backoff).</p> <p>Значение PBO(N) стороны COT определяет уровень ослабления мощности передачи обеих сторон соединения.</p>
2	0..3 dB	<p>Повышение мощности передачи (power boost). Режим является нестандартным и использует установки, рекомендуемые производителем трансивера.</p> <p>Значение PBO(N) стороны COT определяет уровень повышения мощности передачи обеих сторон соединения.</p>

Регистр PPBO(N) содержит фактическое значение ослабления/повышения мощности передачи на трансивере данного канала, установленное в ходе согласования параметров. Значение регистра обновляется в момент установления соединения. Регистр содержит число со знаком, характеризующее ослабление (отрицательное значение) или повышение (положительное значение) мощность передачи.

Петли

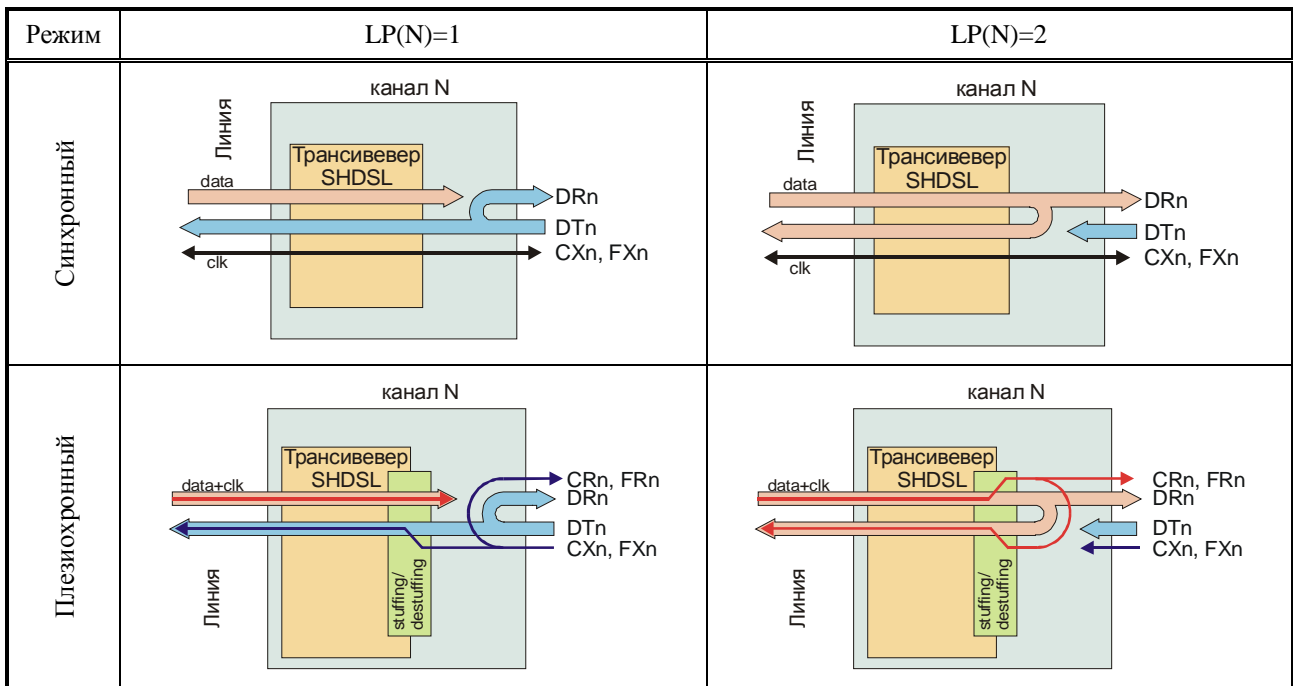
Модем имеет поддержку локальной и удаленной петель по каждому из каналов. Петли включаются на цифровых входах/выходах портов DSL. В независимой конфигурации управление петлями канала N производится через регистр LP(N). Если LP(N)=0, то петли выключены и канал передает данные в нормальном режиме. Если LP(N)=1, то включается локальная петля, и данные от PCMn заворачиваются обратно. Если LP(N)=2, включается удаленная петля, и данные, пришедшие из линии на порт DSLn, передаются обратно в линию.

В том случае, если порт работает в плезиохронном режиме, при включении петель кроме данных заворачиваются и соответствующие сигналы битовой и цикловой синхронизации. Из-за переключения частоты в момент включения удаленных петель в плезиохронном режиме возможен разрыв соединения канала.

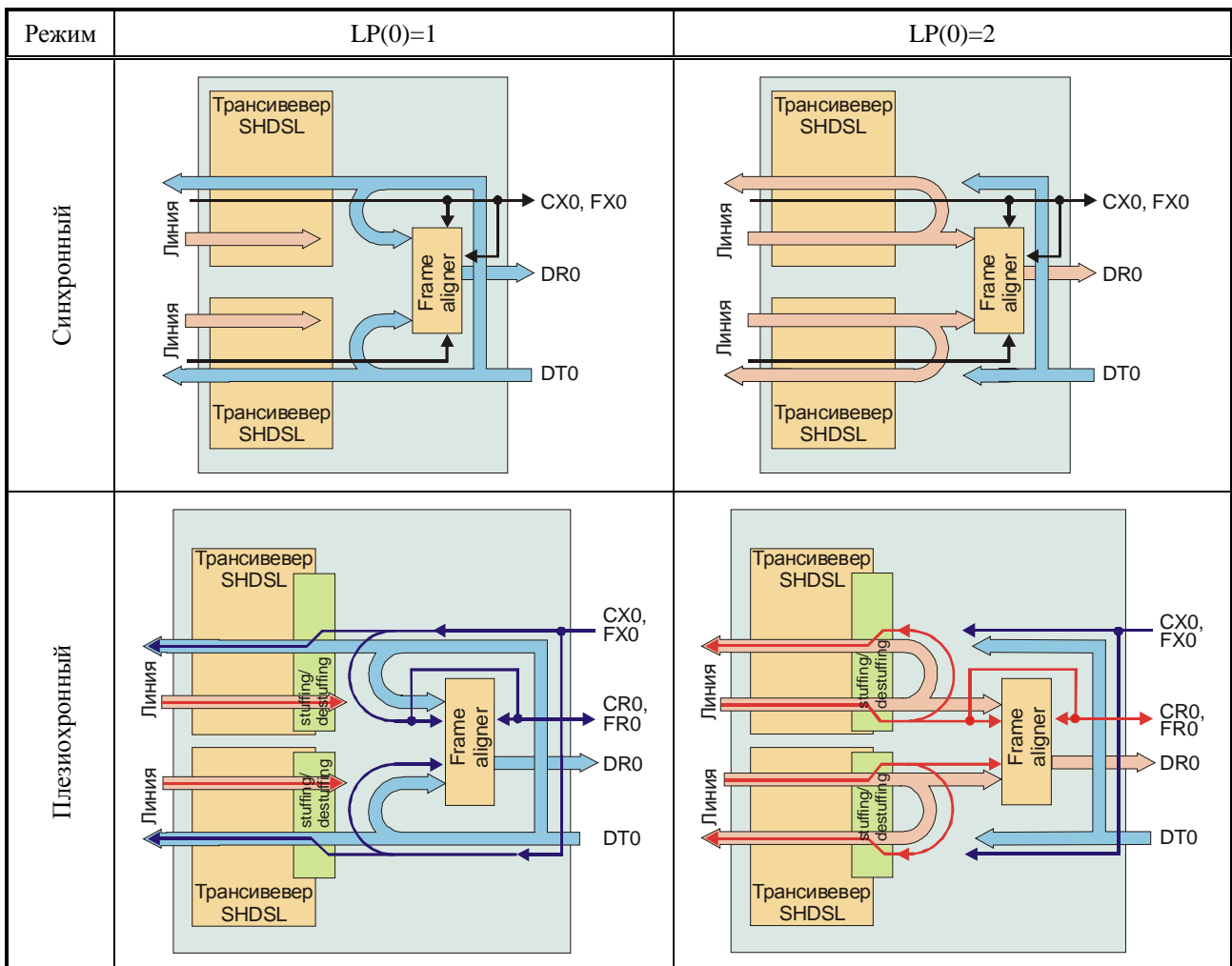
Включение/выключение петель производится в момент записи в регистр LP(N). Текущие значения регистров управления петлями также могут быть сохранены в EEPROM. В этом случае петли могут устанавливаться после включения питания модема.

Далее на рисунках показаны схемы прохождения данных и синхронизации в независимой конфигурации модема.

³ Оценочное значение ослабления мощности передатчика лежит в пределах 0..-6dB в зависимости от протяженности линии.



Оба типа петель также могут использоваться и при работе модема с расщеплением потока. Управление петлями обоих каналов производится через регистр LP(0). Содержимое LP(1) не влияет на работу каналов.



Внешние сигналы.

Модем имеет следующие сигналы:

Сигнал	Контакт DIN ⁴	Описание
Порты РСМ		
<p>The diagram illustrates the timing of PCM ports. It shows two cycles of data transfer. The first cycle shows DTn (in) and DRn (out) with data values 254, 255, 0, 1, 2, 3, ..., 254, 255, 0. The second cycle shows DTn (in) with values 255, 0, and DRn (out) with 'Z' (high impedance) values. A shaded area indicates the 'Полоса, занимаемая модемом SHDSL' (band occupied by SHDSL modem). The diagram also shows signals CXn (inout), CRn (out), FXn (inout), FRn (out), STTn (out), and STRn (out) with their respective timing parameters: STTF(N)=2, STTW(N)=2 and STRF(N)=2, STRW(N)=2.</p>		
REFCLK	23A, 23B	<p>Выход модема. На него выводится сигнал опорной частоты 2048 или 4096 КГц +/- 32ppm источником которой является:</p> <ul style="list-style-type: none"> В режиме sync master DSL порт канала 0. Во всех остальных режимах - внутренний генератор модема.

Продолжение на следующей странице

⁴ Номера контактов приведены для угловой вилки DIN41612 B-64M

Сигнал	Контакт DIN	Описание
CX0	12A, 12B	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Тактовая частота 2048 или 4096 КГц порта РСМ0 (канал 0)</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Выход канала 0, если он находится в Sync master.</p> <p>Вход канала 0, если он находится в режиме Sync slave.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Вход канала 0. На него подается частота синхронизации для цифрового потока, передаваемого в порт DSL0 от DT0.</p>
		<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Тактовая частота 2048 или 4096 КГц порта РСМ0. CX0 используется для тактирования обоих каналов модема.</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Выход модема, если он находится в Sync master.</p> <p>Вход модема, если он находится в режиме Sync slave.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Вход модема. На него подается частота синхронизации для цифрового потока, передаваемого в DSL порты обоих каналов от DT0.</p>
FX0	11A	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Фрейм 8 КГц порта РСМ0 (канал 0). Сигнал формируется по переднему фронту CX0 и имеет длительность 1 такт CX0. На приемной стороне сигнал сэмплируется по заднему фронту CX0. FX0 занимает на TDM позицию, соответствующую первому биту фрейма.</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Выход канала 0, если он находится в Sync master.</p> <p>Вход канала 0, если он находится в режиме Sync slave.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Вход канала 0. На него подается сигнал начала фрейма для цифрового потока, передаваемого в порт DSL0 от DT0.</p>
		<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Фрейм 8 КГц порта РСМ0. FX0 используется для синхронизации обоих каналов модема. Сигнал формируется по переднему фронту CX0 и имеет длительность 1 такт CX0. На приемной стороне сигнал сэмплируется по заднему фронту CX0. FX0 занимает на TDM позицию, соответствующую первому биту фрейма.</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Выход модема, если он находится в Sync master.</p> <p>Вход модема, если он находится в режиме Sync slave.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Вход модема. На него подается сигнал начала фрейма для цифрового потока, передаваемого в DSL порты обоих каналов от DT0.</p>

Продолжение на следующей странице

Сигнал	Контакт DIN	Описание
CR0	14A	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Тактовая частота 2048 или 4096 КГц порта PCM0 (канал 0)</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Выход канала 0. На него выводится частота синхронизации для цифрового потока, принимаемого из порта DSL0 и выдаваемого на DR0.</p>
		<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Тактовая частота 2048 или 4096 КГц порта PCM0. Оба канала модема используют эту частоту для выдачи данных на PCM0.</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Выход модема. На него выводится частота синхронизации для цифрового потока, принимаемого из порта DSL0 и выдаваемого на DR0. Такая-же частота, выделяемая из принимаемого потока портом DSL1 используется только для работы frame aligner и на внешние порты не выводится.</p>
FR0	13A	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Фрейм 8 КГц порта PCM0 (канал 0). Сигнал формируется по переднему фронту CR0 и имеет длительность 1 такт CR0. На приемной стороне сигнал сэмпляется по заднему фронту CR0. FR0 занимает на TDM позицию, соответствующую первому биту фрейма.</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Выход канала 0. На него выводится сигнал начала фрейма для цифрового потока, принимаемого из порта DSL0 и выдаваемого на DR0.</p>
		<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Фрейм 8 КГц порта PCM0. По этому сигналу оба канала модема синхронизируют выдачу фреймов принятых данных на порт PCM0. FR0 формируется по переднему фронту CR0 и имеет длительность 1 такт CR0. На приемной стороне сигнал сэмпляется по заднему фронту CR0. FR0 занимает на TDM позицию, соответствующую первому биту фрейма.</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Выход модема. На него выводится сигнал начала фрейма для цифрового потока, принимаемого из порта DSL0 и выдаваемого на DR0. Аналогичный сигнал начала фрейма порта DSL1 используется только для работы frame aligner и на внешние порты не выводится.</p>
DT0	15A, 15B	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Вход канала 0 данные. Биты данных сэмпляются по заднему фронту CX0. Данные занимают на TDM позицию со смещением от начала цикла, определенным в регистрах POFFS(0) (в таймслотах) и POFFS1(0) (в битах). Данные на TDM занимают полосу, соответствующую скорости, с которой порт DSL0 канала 0 установил соединение на линии.</p>
		<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Вход модема данные. Биты данных сэмпляются по заднему фронту CX0. Данные занимают на TDM позицию со смещением от начала цикла, определенным в регистрах POFFS(0) (в таймслотах) и POFFS1(0) (в битах). Данные на TDM занимают полосу, соответствующую сумме скоростей, с которыми порты DSL0 и DSL1 каналов установили соединение на линии.</p>

Продолжение на следующей странице

Сигнал	Контакт DIN	Описание
DR0	16A, 16B	В независимой конфигурации Выход канала 0 данные. Биты данных выдаются на выход по переднему фронту CX0. Данные занимают на TDM позицию со смещением от начала цикла, определенным в регистрах POFFS(0) (в таймслотах) и POFFS1(0) (в битах). Данные на TDM занимают полосу, соответствующую скорости, с которой порт DSL0 канала 0 установил соединение на линии. В незанятых позициях TDM выход переводится в Z состояние.
		В конфигурации с расщеплением потока Выход модема данные. Биты данных выдаются на выход по переднему фронту CX0. Данные занимают на TDM позицию со смещением от начала цикла, определенным в регистрах POFFS(0) (в таймслотах) и POFFS1(0) (в битах). Данные на TDM занимают полосу, соответствующую сумме скоростей, с которыми порты DSL0 и DSL1 каналов установили соединение на линии. В незанятых позициях TDM выход переводится в Z состояние.
STT0	13B	В независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока Выход канала 0 программируемый строб. Сигнал высоким уровнем обозначает позицию группы смежных бит на TDM. Смещение строба относительно начала цикла и его длительность задается в регистрах STTF_OCT(0), STTF_BIT(0), STTW_OCT(0) и STTW_BIT(0). Сигнал выдается и снимается по заднему фронту CX0 в битовых позициях, предшествующих определенным в этих регистрах.
STR0	14B	В независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока Выход канала 0 программируемый строб. Сигнал высоким уровнем обозначает позицию группы смежных бит на TDM. Смещение строба относительно начала цикла и его длительность задается в регистрах STTF_OCT(0), STTF_BIT(0), STTW_OCT(0) и STTW_BIT(0). Сигнал выдается и снимается по переднему фронту CX0 в синхронных режимах или CR0 в плезиохронном режиме. Фаза изменения сигнала соответствует границам временных позиций на TDM, определенных в управляющих регистрах.
CX1	18A, 18B	В независимой конфигурации Тактовая частота 2048 или 4096 КГц порта PCM1 (канал 1) Синхронные режимы Выход канала 1 , если он находится в Sync master. Вход канала 1 , если он находится в режиме Sync slave. Плезиохронный режим Вход канала 1 . На него подается частота синхронизации для цифрового потока, передаваемого в порт DSL1 от DT1.
		В конфигурации с расщеплением потока Не используется и находится в состоянии 'Z'.

Продолжение на следующей странице

Сигнал	Контакт DIN	Описание
FX1	17A, 17B	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Фрейм 8 КГц порта PCM1 (канал 1). Сигнал формируется по переднему фронту CX1 и имеет длительность 1 такт CX1. На приемной стороне сигнал сэмпляется по заднему фронту CX1. FX1 занимает на TDM позицию, соответствующую первому биту фрейма.</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Выход канала 1, если он находится в Sync master.</p> <p>Вход канала 1, если он находится в режиме Sync slave.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Вход канала 1. На него подается сигнал начала фрейма для цифрового потока, передаваемого в порт DSL1 от DT1.</p>
		<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p>
CR1	20A	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Тактовая частота 2048 или 4096 КГц порта PCM1 (канал 1)</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Выход канала 1. На него выводится частота синхронизации для цифрового потока, принимаемого из порта DSL1 и выдаваемого на DR1.</p>
		<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p>
FR1	19A	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Фрейм 8 КГц порта PCM1 (канал 1). Сигнал формируется по переднему фронту CR1 и имеет длительность 1 такт CR1. На приемной стороне сигнал сэмпляется по заднему фронту CR1. FR1 занимает на TDM позицию, соответствующую первому биту фрейма.</p> <p>Синхронные режимы</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p> <p>Плезиохронный режим</p> <p>Выход канала 1. На него выводится сигнал начала фрейма для потока, принимаемого из порта DSL1 и выдаваемого на DR1.</p>
		<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p>
DT1	21A	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Вход канала 1 данные. Биты данных сэмпляются по заднему фронту CX1. Данные занимают на TDM позицию со смещением от начала цикла, определенным в регистрах POFFS(1) (в таймслотах) и POFFS(1) (в битах). Данные на TDM занимают полосу, соответствующую скорости, с которой порт DSL1 канала 1 установил соединение на линии.</p>
		<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Не используется и находится в состоянии 'Z'.</p>

Продолжение на следующей странице

Сигнал	Контакт DIN	Описание
DR1	22A	В независимой конфигурации Выход канала 1 данные. Биты данных выдаются на выход по переднему фронту CX1. Данные занимают на TDM позицию со смещением от начала цикла, определенным в регистрах POFFS(1) (в таймслотах) и POFFS1(1) (в битах). Данные на TDM занимают полосу, соответствующую скорости, с которой порт DSL1 канала 1 установил соединение на линии. В незанятых позициях TDM выход переводится в Z состояние.
		В конфигурации с расщеплением потока Не используется и находится в состоянии 'Z'.
STT1	19B	В независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока Выход канала 0 программируемый строб. Сигнал высоким уровнем обозначает позицию группы смежных бит на TDM. Смещение строба относительно начала цикла и его длительность задается в регистрах STTF_OCT(1), STTF_BIT(1), STTW_OCT(1) и STTW_BIT(1). Сигнал выдается и снимается по заднему фронту CX1 в битовых позициях, предшествующих определенным в этих регистрах.
STR1	20B	В независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока Выход канала 0 программируемый строб. Сигнал высоким уровнем обозначает позицию группы смежных бит на TDM. Смещение строба относительно начала цикла и его длительность задается в регистрах STTF_OCT(1), STTF_BIT(1), STTW_OCT(1) и STTW_BIT(1). Сигнал выдается и снимается по переднему фронту CX1 в синхронных режимах или CR1 в плезиохронном режиме. Фаза изменения сигнала соответствует границам временных позиций на TDM, определенных в управляющих регистрах.

Продолжение на следующей странице

Сигнал	Контакт DIN	Описание
Порт управления		
<p>The diagram shows the timing of signals during a data transfer. SCK is a clock signal. SSn is a strobe signal that goes low to initiate a transfer. MOSI and MISO show data transfer with MSB and LSB labels. RDY is a ready signal that goes high during the transfer. AC is an address/command signal that is low for address/command and high for data from the register.</p>		
SCK	4A	<p>Вход модема. Тактовая частота управляющего порта. Максимальное значение 4MHz. Сигнал предназначен для синхронизации обмена с внешним хостом на уровне битов.</p> <p>В случае подключения к внешнему хосту нескольких модемов, сигнал SCK – общий для всех.</p>
SS0	7A	<p>Вход модема. Сигнал предназначен для синхронизации обмена с внешним хостом на уровне байтов (посылок). Сигнал низкого уровня на входе выбирает канал 0 для обмена данными по последовательному управляющему порту низким уровнем на время передачи посылки из 8 бит. Когда сигнал имеет высокий уровень, входы SCK, MOSI могут иметь любые значения. После завершения передачи посылки из 8 бит, сигнал должен переходить в '1'.</p> <p>В случае подключения к внешнему хосту нескольких модемов, сигнал SS0 – отдельный выход внешнего хоста для каждого модема.</p>
SS1	7B	<p>Вход модема. Сигнал предназначен для синхронизации обмена с внешним хостом на уровне байтов (посылок). Сигнал низкого уровня на входе выбирает канал 1 для обмена данными по последовательному управляющему порту низким уровнем на время передачи посылки из 8 бит. Когда сигнал имеет высокий уровень, входы SCK, MOSI могут иметь любые значения. После завершения передачи посылки из 8 бит, сигнал должен переходить в '1'.</p> <p>В случае подключения к внешнему хосту нескольких модемов, сигнал SS0 – отдельный выход внешнего хоста для каждого модема.</p>

Продолжение на следующей странице

Сигнал	Контакт DIN	Описание
MOSI	5A	Вход модема данные управляющего порта. Биты данных сэмпляются по переднему фронту SCK когда SS0='0' или SS1='0'. В случае подключения к внешнему хосту нескольких модемов, сигнал MOSI – общий для всех.
MISO	6A	Выход модема данные управляющего порта. Биты данных выдаются на выход по заднему фронту SCK когда SS0='0' или SS1='0'. Если SS0='1' и SS1='1', выход находится в Z состоянии. Сигналы MISO от нескольких модемов могут быть объединены и подключены к одному порту внешнего хоста. В этом случае общая линия должна быть подтянута к напряжению питания резистором 3,3КОм со стороны внешнего хоста.
AC	9A	Вход модема Сигнал предназначен для синхронизации обмена модема с внешним хостом на уровне формата передаваемых данных. Внешний хост выставляет этот сигнал в 0 во время выдачи на MOSI посылки, содержащей тип операции и адрес регистра. Во время передачи посылки с данными AC='1'. AC сэмпляются модемом по переднему фронту SCK одновременно с приемом последнего бита посылки от внешнего хоста. В случае подключения к внешнему хосту нескольких модемов, сигнал AC – общий для всех.
RDY	10A	Выход модема. Сигнал предназначен для передачи от модема к внешнему хосту признака готовности канала модема к обмену данными. Сигнал активен только когда SS0='0' или SS1='0'. Если SS0='0' RDY выдает признак готовности канала 0, если SS1='0' – признак готовности канала 1. Когда SS0='1' и SS1='1', выход находится в Z состоянии. RDY=0 при готовности канала к обмену. Если для канала N RDY=1, канал не готов к обмену и внешний хост должен отложить передачу очередной посылки для этого канала. Модем переводит сигнал из 0 в 1 по заднему фронту SCK во время передачи/приема первого бита посылки когда SS0='0' или SS1='0'. Перевод сигнала из '1' в '0' производится модемом асинхронно, по факту готовности к обмену. Сигналы RDY от нескольких модемов могут быть объединены и подключены к одному порту внешнего хоста. В этом случае общая линия должна быть подтянута к напряжению питания резистором 3,3КОм со стороны внешнего хоста.
IRQ	8A	Выход модема. 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 регистром флагов IRQ_F и регистром масок IRQ_M. В случае, если прерывание не замаскировано и возникло событие, в IRQ_F устанавливается соответствующий флаг, а сигнал IRQ принимает активное значение '0'. Сигнал IRQ переходит в неактивное состояние (IRQ='Z') с небольшой задержкой после момента чтения процессором регистра IRQ_F. Сигнал должен быть подтянут к напряжению питания резистором 3,3КОм со стороны внешнего хоста. Это обеспечит восприятие внешним хостом перехода сигнала IRQ от модема из 0 в 'Z' как логической 1, а также позволит объединить IRQ от нескольких модемов на одном входе прерываний внешнего хоста.

Продолжение на следующей странице

Сигнал	Контакт DIN	Описание
Технологические выводы		
4B, 5B, 6B, 8B, 9B, 10B		Дополнительные сигналы, используемые для подключения к стендовому оборудованию и предназначенные для загрузки firmware и передачи отладочной информации. Эти цепи должны оставаться неподключенными при работе модема.
Линия		
TIP0	25A, 25B	Выводы линейной части модема.
RING0	27A, 27B	
SRT_R0	26A	Вывод средней точки полуобмотки трансформатора со стороны RING0
SRT_T0	26B	Вывод средней точки полуобмотки трансформатора со стороны TIP0
TIP1	30A, 30B	Выводы линейной части модема.
RING1	32A, 32B	
SRT_R1	31A	Вывод средней точки полуобмотки трансформатора со стороны RING1
SRT_T1	31B	Вывод средней точки полуобмотки трансформатора со стороны TIP1
Модем может поставляться с двумя опциями включения линейных цепей:		
Опция 1		Опция 2
Питание		
+3,3B	2A, 2B	Напряжение, питающее трансивер и остальные цифровые компоненты
+5B	3A, 3B	Напряжение, питающее линейную часть трансивера и драйверы сигналов синхронизации. Также из него вырабатывается 2В для питания ядра трансивера
GND	1A, 1B, 11B, 21B	
Прочее		
ID	22B	Линия идентификации. К выводу подключен резистор 10 КОм на землю.
n.c.	24A, 24B, 28A, 28B, 29A, 29B,	Неподключенные выводы. Контактные площадки удалены.

Требования к частоте синхронизации СХп.

СХп в режиме Sync slave – это вход, на который подается частота синхронизации, используемая в качестве опорной для работы трансивера. К сигналу предъявляются следующие требования:

- Сквозность от 42% до 58% ($T_H > 208\text{нс}$, $T_L > 208\text{нс}$)
- Частота 2048КГц +/- 32ppm

Управление модемом. Порт SPI.

Управление модемом заключается в модификации значений его управляющих регистров. Каждый канал модема имеет свой набор регистров. Эти наборы регистров идентичны для каждого из каналов – одноименные регистры для каждого канала находятся по одному и тому же адресу. В независимой конфигурации управление каналом N осуществляется через соответствующий набор регистров, а в конфигурации модема с расщеплением потока – через набор регистров канала 0.

Далее в Руководстве под **текущей конфигурацией** понимается набор значений регистров, определяющих поведение канала модема в данный момент времени. Под **изменяемой конфигурацией** понимается другой набор значений тех же регистров этого канала, который доступен для изменения извне. Изменяемая конфигурация не влияет на работу канала модема до получения специальной команды, делающей произведенные изменения текущими. Таким образом, после получения команды, регистры канала принимают значения изменяемой конфигурации. Изменяемая конфигурация может быть также сохранена в энергонезависимой памяти (EEPROM). Сохраненные значения регистров используются каналами модема при перезапуске после включения питания или сброса. Настройка каналов модема может быть произведена один раз с сохранением измененной конфигурации в EEPROM, после чего модем работает автономно, без необходимости модификации его регистров. Во время модификации изменяемой конфигурации каналы модема продолжают свою автономную работу. Команды изменения/сохранения конфигурации представляют собой обращения записи в регистр CMD(N).

В процессе работы модема в любой момент могут быть прочитаны его регистры, содержащие состояние соединения и данные статистики канала N. Также в произвольный момент доступны для чтения и записи регистры обоих каналов, связанные с системой прерываний, передачей и приемом HDLC сообщений через канал EOC.

Для доступа к регистрам каналов модем имеет порт SPI, включающий в себя сигналы данных MOSI и MISO, синхронизации SCK и AC, выбора канала SS0 и SS1, готовности к обмену RDY, прерывания IRQ. Все транзакции через последовательный интерфейс инициируются внешним хостом. Он выдает сигналы синхронизации для обмена, производит выбор канала для обмена и анализирует признак готовности каналов к обмену.

Выбор канала для обмена (то есть набора регистров, к которому будет выполнено обращение) производится сигналами SS0 и SS1. Эти сигналы, находясь в состоянии '0' сопровождают передачу данных по линиям MOSI и MISO. Когда обращение к каналам модема не производится, SS0 и SS1 удерживаются внешним хостом в '1'.

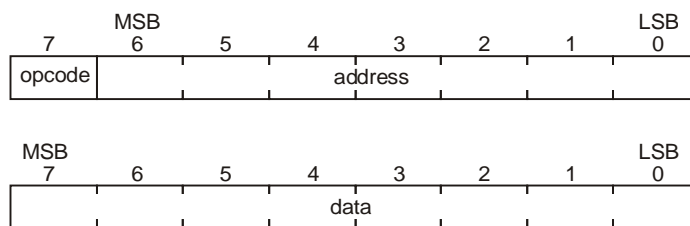
Обмен данными с модемом производится в полудуплексе парами байтовых посылок. Пара посылок составляет операцию чтения из регистра или операцию записи в регистр. Посылки одной операции должны следовать друг за другом и сопровождаются одним и тем же сигналом $SSn^5=0$. Между посылками операции и между последовательными операциями SSn должен принимать значение '1'.

Обращение внешнего хоста к регистру канала модема начинается с выдачи на MOSI посылки, содержащей адрес регистра для чтения или записи и соответствующий код операции. Эти посылки сопровождаются выдачей сигнала AC=0.

Далее на линии данных интерфейса управления выдается вторая посылка, содержащая данные для записи в регистр канала модема (выдаются внешним хостом на MOSI) или данные, возвращаемые каналом модемом во время операции чтения из регистра (выдаются модемом на MISO). Выдача посылки с данными завершает операцию обращения внешнего хоста к регистру канала. Во время ее передачи внешний хост должен удерживать сигнал AC=1.

⁵ Под SSn понимаются сигналы SS0 и SS1 выбора для обмена канала 0 или канала 1.

Посылки имеют формат:



opcode – поле, содержащее код операции.

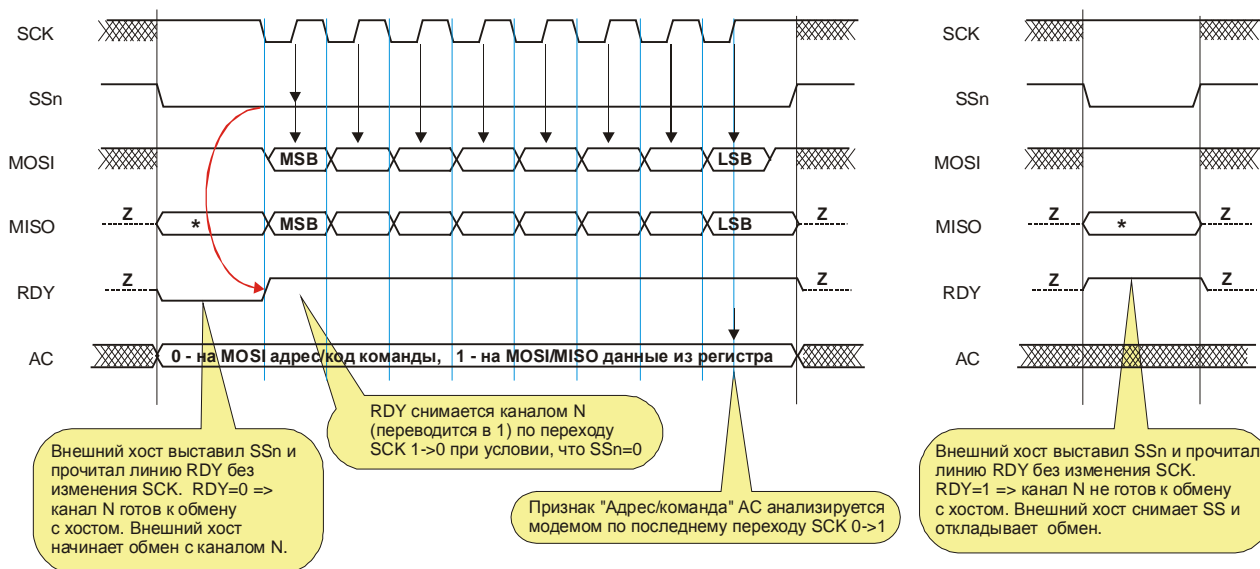
address – поле, содержащее адрес регистра, к которому будет произведено обращение.

data – поле, содержащее данные, записываемые в регистр или получаемые из регистра.

Поле **opcode** может принимать следующие значения:

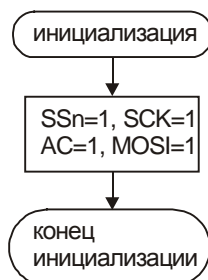
0	Операция записи в регистр
1	Операция чтения регистра

Особенностью взаимодействия внешнего хоста с модемом является то, что операции обращения к регистрам модема не могут выполняться мгновенно. Для определения готовности канала модема к получению очередной посылки или готовности прочитанных данных используется механизм опроса. Опрос построен на анализе сигнала RDY. Для проверки готовности канала N к восприятию очередной посылки, внешний хост должен выставить сигнал SSn='0' и проверить значение RDY. Если RDY='0', то внешний хост может инициировать передачу посылки этому каналу. Если RDY='1', то канал N не готов к обмену. Внешний хост в этом случае должен вернуть исходное состояние сигнала SSn и повторить проверку на готовность позже.



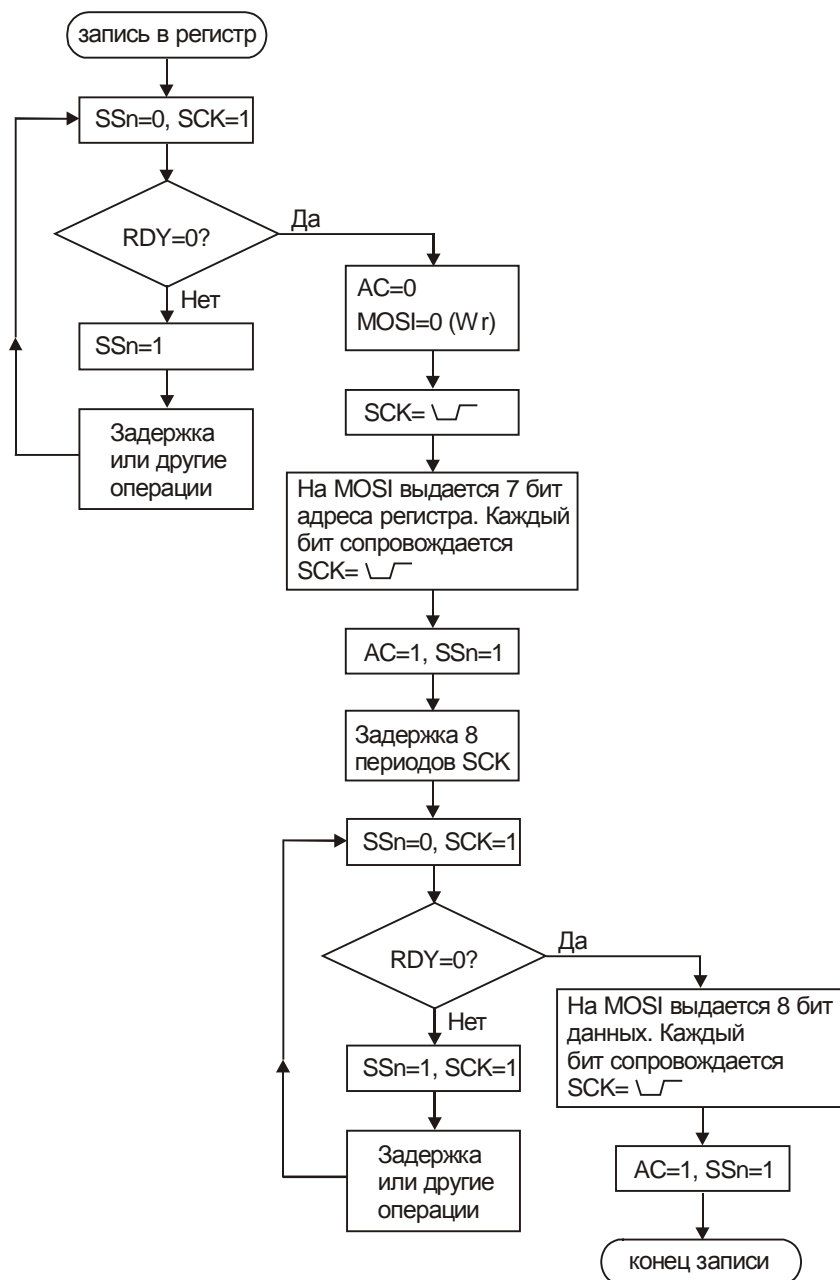
Инициализация сигналов интерфейса управления

После включения питания или перезапуска внешний хост должен выставить следующие уровни на своих выходных сигналах.



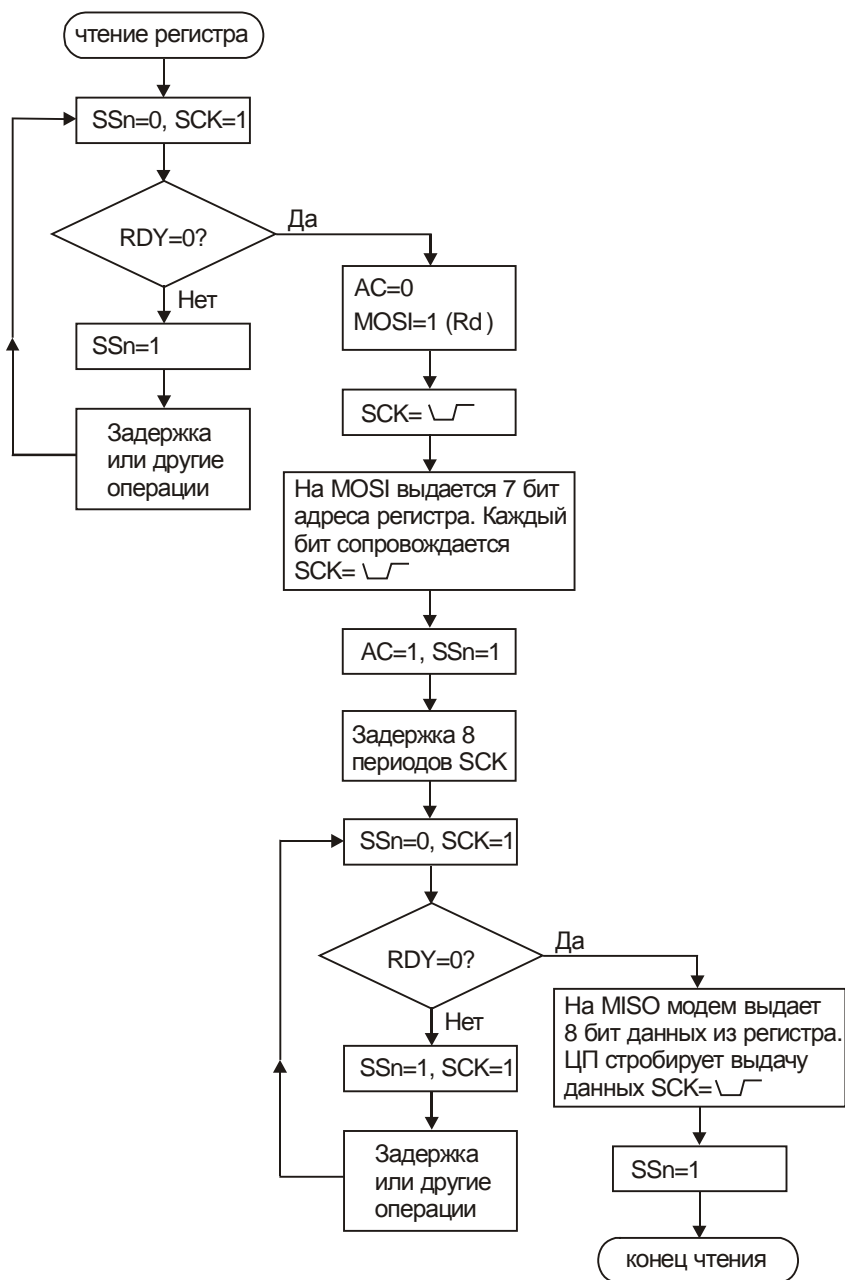
Модем после перезапуска производит инициализацию. Управляющий интерфейс модема заблокирован, и модем удерживает признак готовности к обмену в неактивном состоянии ($RDY='1'$).

Операция записи в регистр канала N



В первой послылке на модем передается код операции записи и адрес регистра. Вторая послылка содержит 8 бит данных, которые требуется поместить в регистр. Перед передачей каждой из посылок внешний хост опрашивает сигнал готовности канала N к обмену RDY.

Операция чтения из регистра канала N

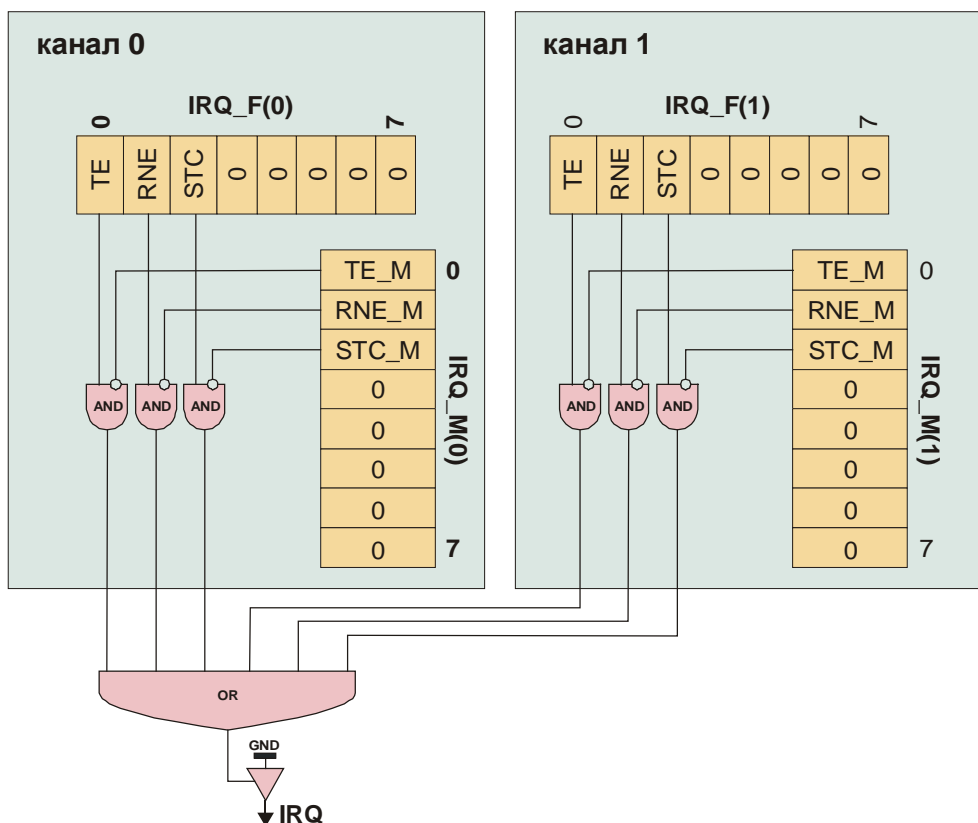


В первой посылке на модем передается код операции чтения и адрес регистра. Вторая посылка содержит 8 бит данных, которые модем прочитал из регистра и передает в сторону внешнего хоста. Перед передачей каждой из посылок внешний хост опрашивает сигнал готовности канала N к обмену RDY.

Обработка прерываний

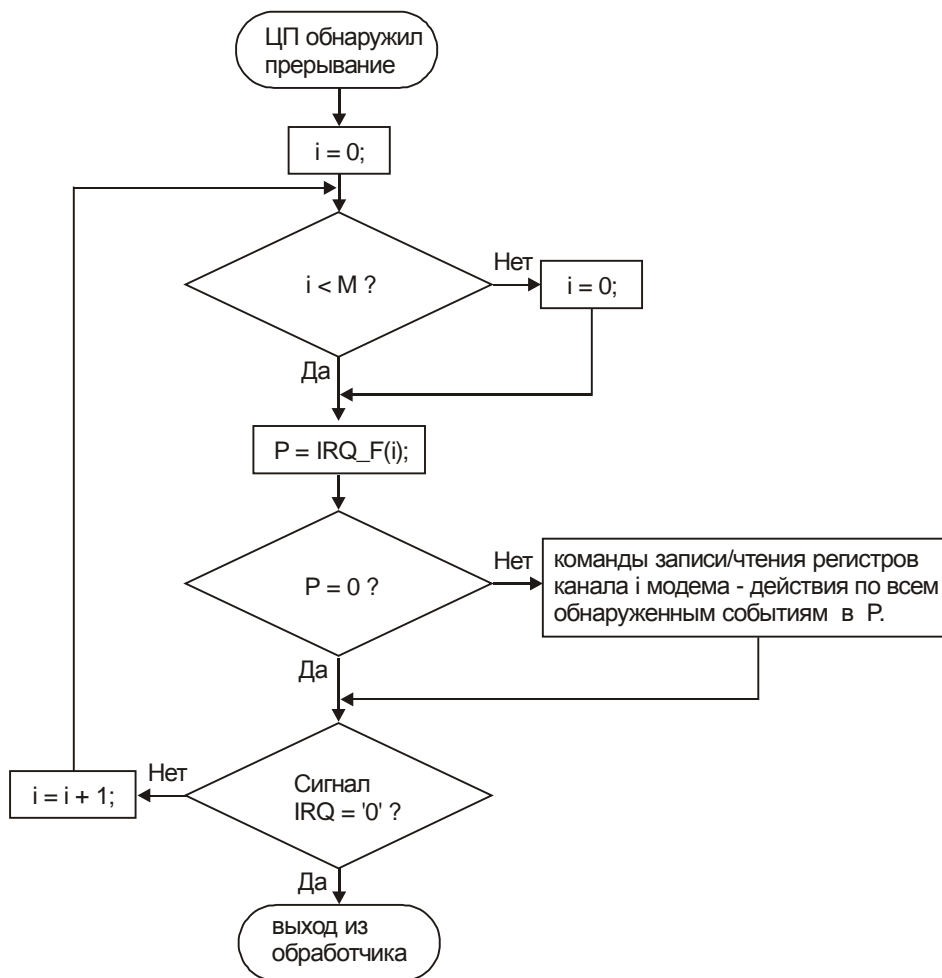
Для организации системы прерываний модема имеет сигнал IRQ, а каждый канал имеет два регистра IRQ_F и IRQ_M.

Разряды регистра IRQ_F(N) представляют собой набор флагов. Каждому флагу поставлено в соответствие событие, приводящее к выставлению сигнала прерывания в активный уровень (IRQ=0). При возникновении события, связанный с ним флаг IRQ_F устанавливается в '1'. Каждому флагу IRQ_F соответствует разряд в IRQ_M. В том случае, если разряд IRQ_M установлен в '1', изменения флага в IRQ_F не приводит к изменению сигнала IRQ. Если в результате возникновения событий хотя бы один незамаскированный флаг IRQ_F перешел в состояние '1', то сигнал IRQ через некоторое время принимает активный уровень.



Внешний хост анализирует состояние IRQ и при обнаружении прерывания, запускает обработчик прерываний. Обработчик читает состояние IRQ_F для каждого из каналов и проверяет, какие флаги установлены. В момент чтения регистра IRQ_F его флаги сбрасываются в '0'. Обработчик анализирует все установленные флаги в прочитанном состоянии IRQ_F. По каждому из этих флагов внешний хост выполняет необходимые действия, в том числе и обращения к регистрам канала. После завершения обработки прерываний от канала, обработчик анализирует состояние сигнала IRQ. Если сигнал прерывания все еще имеет активный уровень, то анализируется состояние IRQ_F следующего канала и так далее. Если сигнал IRQ снят, это значит, что все события обработаны и производится выход из обработчика. Выбор IRQ_F для анализа должен выполняться циклически по всем каналам. Это позволит обеспечить равенство приоритетов событий от каждого канала модема.

На блок-схеме показан алгоритм обработчика прерываний для системы с M каналами. Предложенная схема построения обработчика может использоваться в системах с одним (M=2) или с несколькими модемами (M > 2). Выбор канала для проверки состояния IRQ_F(i) производится перебором в бесконечном цикле. Выход из цикла (из обработчика) выполняется по снятию сигнала прерывания.

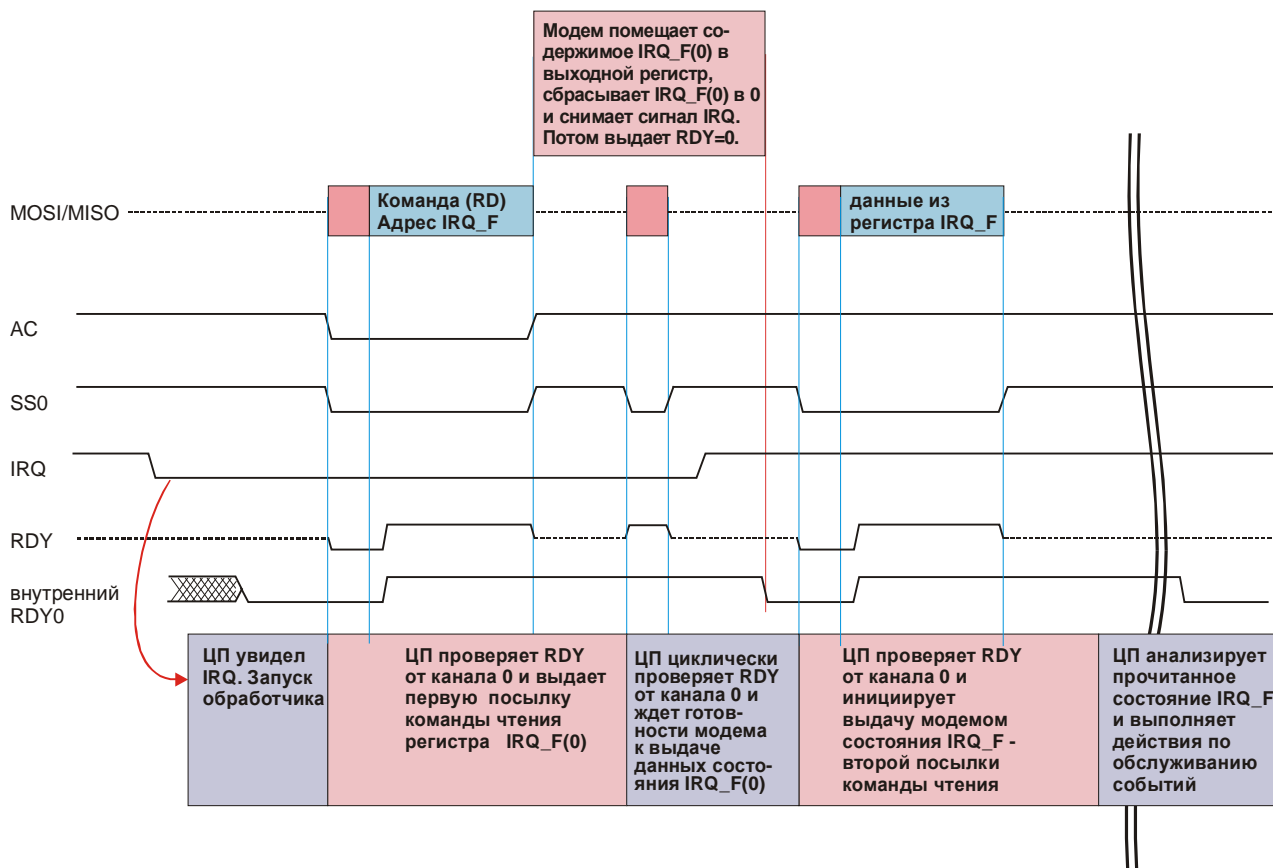


Временная диаграмма, поясняющая работу обработчика прерываний, показана далее на рисунке. Источником прерывания в этом примере является канал 0.

Операция чтения регистра $IRQ_F(0)$ приводит к снятию сигнала прерывания. Сигнал прерывания снимается модемом следующим образом:

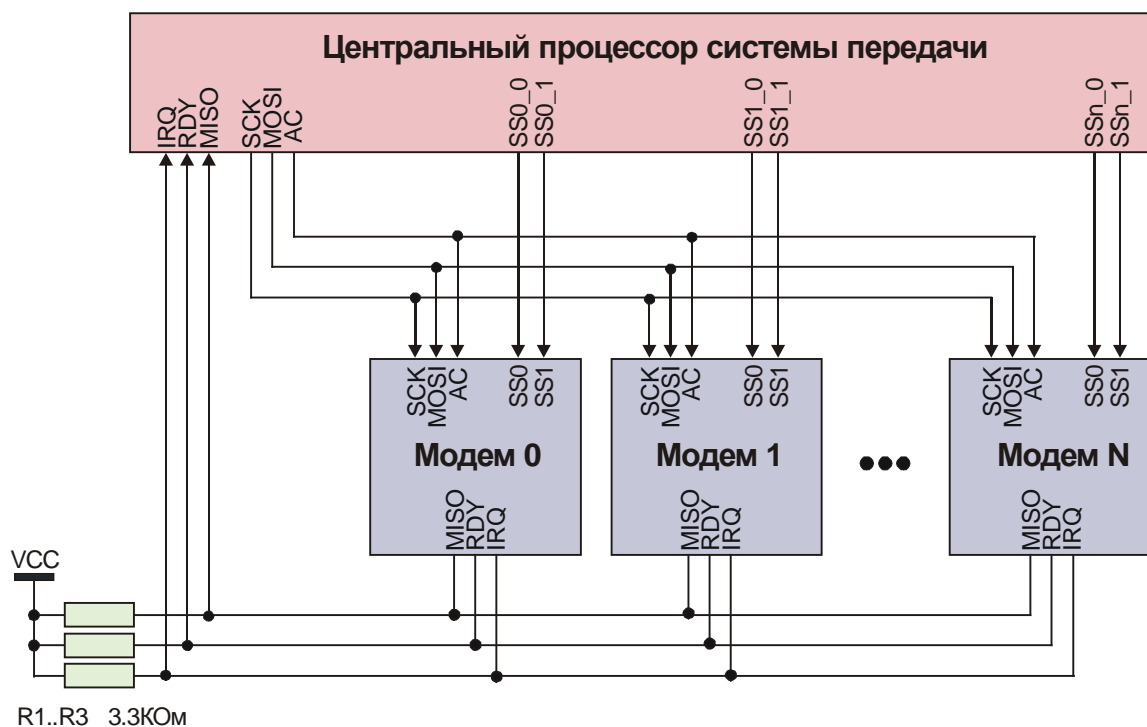
К моменту завершения передачи первой посылки операции чтения (адрес IRQ_F +код операции чтения) сигнал $RDY=1$ – модем не готов к обмену. Поэтому внешний хост не инициирует передачу посылки с данными от модема. В это время модем анализирует адрес и тип операции из первой посылки; видит, что они соответствуют чтению регистра IRQ_F , и снимает сигнал IRQ . Далее модем готовит данные из регистра IRQ_F и помещает в выходной регистр. После этого модем выставляет $RDY=0$. Внешний хост в этот момент находится в состоянии опроса сигнала готовности. Как только он замечает, что RDY имеет значение 0, то инициирует передачу второй посылки операции чтения – забирает состояние регистра IRQ_F .

Таким образом, сигнал прерывания снимается корректно, до момента получения внешним хостом состояния регистра IRQ_F .



Подключение к внешнему хосту нескольких модемов SHDSL

Последовательный интерфейс модемов предусматривает вариант подключения нескольких модемов к центральному процессору системы передачи. Выбор того или иного канала модема для обмена данными производится сигналами SS0_0, SS0_1..SSn_0, SSn_1. На каждый модем заводится пара сигналов SS – по одному на канал. Сигналы SCK, MOSI, AC – общие для всех модемов. Выходы модемов MISO, RDY, IRQ объединены по монтажному ИЛИ.



Сигнал IRQ может быть заведен на вход внешнего прерывания внешнего хоста или на порт ввода-вывода. В последнем случае сигнал IRQ опрашивается периодически.

Для реализации последовательного интерфейса желательно использование аппаратных средств внешнего хоста, поддерживающих приведенные выше форматы обмена. Для этих целей наилучшим образом подходит контроллер SPI в режиме MASTER. Однако возможна и реализация на портах ввода-вывода внешнего хоста.

Обмен сообщениями

Модем обеспечивает обмен сообщениями длиной до 75 байт с удаленной стороной. Каждый из каналов модема может принимать от удаленной стороны и передавать на удаленную сторону сообщения в HDLC формате. Формат передачи сообщений – HDLC пакеты в соответствии с ITU-T G.997.1. Каналы модема обеспечивают необходимое фреймирование передаваемых данных. Сообщения передаются через биты embedded operation channel (EOC) в DSL фреймах. Ширина полосы потока для передачи сообщений составляет 3.333Кбит/с и не зависит от скорости соединения по линии. Ввиду того, что в передаваемые данные вносится избыточность (флаги и контрольная сумма), реальная скорость передачи будет меньше этой цифры.

Данными принятого или отправляемого сообщения модем обменивается с внешним хостом через регистры каналов. Для синхронизации обмена используется механизм прерываний.

Передача сообщений

На передачу каждый канал модема имеет буфер на одно сообщение. Буфер доступен или на запись со стороны внешнего хоста или на чтение при передаче данных в трансивер. Для доступа и управления этим буфером каждый канал модема имеет регистры:

H_DATA_T(N) – в него внешний хост кладет байты, из которых состоит сообщение на отправку. Байты помещаются в буфер на отправку.

H_LEN_T(N) – регистр, откуда внешний хост может прочитать количество байт сообщения, находящихся в выходном буфере. Если количество байт, которые внешний хост записал в H_DATA_T(N) превышает размер буфера, то H_LEN_T(N) будет равен размеру буфера. Также регистр H_LEN_T(N) имеет и другую функцию. После завершения копирования всех байтов сообщения в H_DATA_T(N), внешний хост производит запись в регистр H_LEN_T(N) значения 0x00. Это – сигнал модему, что сообщение скопировано полностью, и можно его отправлять. Запись значения 0x01 приводит к сбросу буфера на передачу и H_LEN_T(N) в 0. Регистр может быть прочитан внешним хостом в любой момент времени. После завершения передачи сообщения H_LEN_T(N) имеет значение 0.

IRQ_F(N).TE – флаг прерывания в регистре IRQ_F(N).

Флаг TE принимает значение '1' каждый раз, когда буфер на передачу становится пуст. То есть в момент, когда в порт DSLn уходит последний байт сообщения или когда внешний хост сбрасывает непустой буфер.

Флаг TE сбрасывается в 0 в момент чтения регистра IRQ_F(N).

Сгенерированное этим событием прерывание сигнализирует внешнему хосту о том, что он может передавать данные сообщения в канал N.

Пусть прикладная задача, запущенная на внешнем хосте решила передать сообщение через канал 0. Внешний хост помещает свое сообщение байт за байтом в H_DATA_T(0). Модем считает байты, которые были записаны, инкрементируя H_LEN_T(0). Если буфер закончился, то все последующие обращения к H_DATA_T(0) игнорируются, а H_LEN_T(0) не изменяется. В процессе копирования внешний хост может сбросить буфер на передачу и H_LEN_T(0) в 0 записью 0x01 в H_LEN_T(0). По завершении заполнения буфера на отправку внешний хост производит запись в H_LEN_T(0) значения 0x00. Записываемое значение игнорируется, но факт записи инициирует процесс отправки сообщения. Буфер рассасывается, а H_LEN_T(0) декрементируется с каждым байтом, уходящим в порт DSL0. В конце этого процесса H_LEN_T(0) становится равным 0. В тот момент, когда DSL0 подтверждает передачу всего HDLC пакета, выставляется флаг TE в регистре флагов прерываний IRQ_F(0). Вырабатываемое прерывание говорит внешнему хосту о том, что буфер на отправку пуст и можно слать следующее сообщение.

Прием сообщений

На прием из линии каждый канал модема имеет два буфера. Буфера имеют кольцевую структуру. В каждый момент времени один из буферов доступен для записи. Буфер на запись заполняется данными принятых из линии HDLC пакетов. Буфер на запись считается заполненным после помещения в него всех данных HDLC пакета. Как только буфер заполнен, данные из следующего принятого пакета будут помещаться в следующий свободный буфер. В том случае, если нет свободных буферов, и пришел HDLC пакет, все данные этого пакета игнорируются. Также принятые HDLC пакеты отбрасываются, если они имеют плохую контрольную сумму или нарушения формата. Один из буферов доступен для чтения внешним хостом. После получения внешним хостом всех данных из буфера, открытого для чтения, этот буфер считается свободным, а получение данных внешним хостом будет производиться из следующего заполненного буфера. Запись данных из HDLC пакетов и чтение данных внешним хостом могут производиться одновременно независимо друг от друга. Для доступа и управления буферами на прием каждый канал модема имеет регистры:

H_DATA_R(N) – из этого регистра внешний хост забирает байты, из которых состоит принятое сообщение от удаленной стороны. Байты берутся из приемного буфера, открытого для чтения.

H_LEN_R(N) – регистр, откуда внешний хост может прочитать количество байт сообщения, находящихся во входном буфере, открытом для чтения. Запись в регистр H_LEN_R(N) значения 0x00 приводит к сбросу текущего буфера, доступного для чтения – он становится свободным. (это может использоваться, если внешний хост скопировал себе первые байты сообщения, обнаружил, что нет смысла копировать остальные байты) Также регистр H_LEN_R(N) позволяет производить сброс всех приемных буферов (в том числе того, в который производится запись данных из HDLC пакета). Для сброса внешний хост должен записать в H_LEN_R(N) значение 0x01. Регистр может быть прочитан внешним хостом в любой момент времени. После завершения копирования данных из буфера, открытого для чтения H_LEN_R(N) имеет значение 0.

IRQ_F(N).RNE – флаг прерывания в регистре IRQ_F(N). Флаг RNE принимает значение '1' в следующих случаях:

- В момент, когда все буферы на прием были свободны, и в результате приема сообщения из порта DSLn, один из буферов оказался заполненным.
- В момент, когда внешний хост полностью прочитал данные из буфера, доступного для чтения (он стал свободным), однако среди буферов остались заполненные.

Флаг RNE сбрасывается в 0 в момент чтения регистра IRQ_F(N).

Сгенерированное флагом RNE прерывание сигнализирует внешнему хосту о том, что канал N имеет сообщение с удаленной стороны.

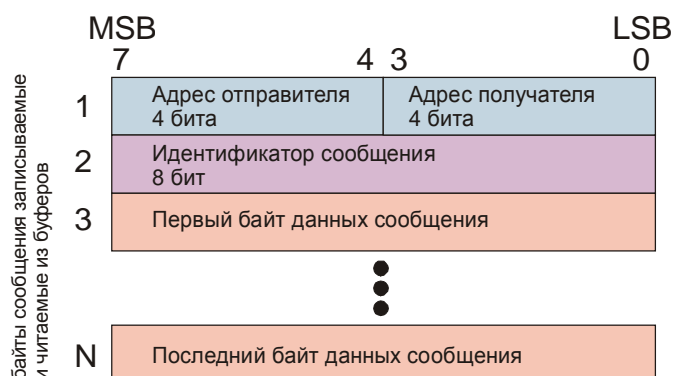
Пусть из линии канала 0 пришел HDLC пакет, и данные из него были помещены во входной буфер. Пусть также до этого момента все входные буфера канала 0 были пусты. Модем делает доступным для чтения буфер, в котором оказались принятые данные и выставляет флаг прерывания RNE. Внешний хост обнаруживает это прерывание и читает регистр H_LEN_R(0), чтобы узнать размер сообщения, которое надо получить от модема. После этого внешний хост забирает данные из H_DATA_R(0) байт за байтом, а регистр H_LEN_R(0) декрементируется. Как только внешний хост забирает последний байт, модем проверяет, есть ли у него еще полностью заполненные буферы на прием и если есть, заносит размер сообщения в H_LEN_R(0) и выставляет флаг прерывания. Процесс повторяется.

Инициализация

В момент перехода модема в состояние IDLE, модем сбрасывает буфера на прием и на передачу. Также буфера сбрасываются модемом в момент установления соединения по линии. Внешний хост может сбросить буфера записью в регистры H_LEN_T(N) и H_LEN_R() в любой момент времени.

Формат сообщений

Формат сообщений соответствует формату данных HDLC пакетов. Поля стартового и стопового флагов и CRC не копируются модемом в приемные буферы при приеме и добавляются к данным из буфера при передаче.



Формат сообщений определен стандартами ITU.

Первый байт – это адрес отправителя и адрес получателя сообщения.

Второй байт – это идентификатор сообщения.

Заполнение и анализ этих полей производится прикладной задачей, выполняющейся на внешнем хосте. Способ их использования в частных решениях систем передачи может отличаться от предлагаемого стандартом. Тем не менее, рекомендуется придерживаться стандартного использования первых двух байтов сообщения. Особенно это касается поля с адресами отправителя и получателя. Некоторые значения этих полей могут быть зарезервированы для поддержки специальных функций.

Для всех данных сообщений модем обеспечивает прозрачность, передавая и принимая данные без изменений.

Данные статистики.

Каждый канал модема имеет регистры, содержащие данные о состоянии соединения и статистики. Подробное описание параметров статистики можно найти в соответствующем разделе таблицы регистров (см. *Регистры статистики*)

Часть параметров занимают четыре байта, и содержатся в нескольких регистрах, расположенных по соседним адресам. Байт с младшими разрядами значения параметра (регистр XXX_0) располагается по меньшему адресу. Затем располагаются байты параметра по возрастанию старшинства (регистры XXX_1, XXX_2, XXX_3). Имеет значение порядок чтения регистров. Для того чтобы получить значение параметра нужно сначала прочитать регистр XXX_0, а вслед за ним XXX_1, XXX_2, XXX_3.

Два параметра SQ и SNR могут 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.

Сброс регистров, содержащих значения счетчиков (NEBECNT, CVCNT, ESCNT, SESCNT, LOSSWSCNT) производится записью любого значения в регистр CLRCNT.

Программная модель

Для каждого канала модем содержит набор из 128 регистров. Доступ к регистрам производится через порт SPI. Выбор того или иного набора регистров для обмена внешним хостом выполняется при помощи сигналов SS0 и SS1.

Если модем работает с расщеплением потока, настройка параметров соединения, порта РСМ, а также опрос состояний алгоритма установления соединения производится через набор регистров канала 0. В этой конфигурации внешний хост не должен производить обращений к регистрам канала 1 за исключением:

- регистров управления мощностью передачи
- регистров прерываний
- регистров обмена сообщениями
- регистров состояния соединения
- регистров статистики

Регистры имеют адреса от 0 до 0x7f. Среди этих адресов есть зарезервированные. Внешний хост не должен производить обращений по зарезервированным адресам любого канала.

Регистры управления каналами расположены по адресам 0x00..0x3f. Каждый из этих регистров имеет 2 значения: изменяемое и текущее. Текущее значение определяет поведение канала модема. Изменяемое значение не оказывает влияния на работу канала модема. Операции записи в регистры управления приводят к модификации изменяемого значения. Изменяемое значение регистра становится его текущим значением после записи кода команды `store` или `update` в регистр CMD(N). Набор изменяемых значений управляющих регистров представляют собой изменяемую конфигурацию, а набор текущих значений – текущую конфигурацию (см. *Управление модемом*). Операция чтения порта SPI возвращает текущее значение регистра управления.

Командный регистр CMD(N) (адрес 0x40) доступен только для записи.

Регистры прерываний и регистры обмена сообщениями доступны на чтение и запись. Обращение к регистрам может быть произведено в любой момент времени.

Регистры состояния соединения и регистры статистики доступны только для чтения в любой момент времени.

Запись в регистры управления петлями LP(N) приводит к включению/выключению петель без записи команд `store` или `update` в регистр CMD(N). Значение LP(N) может быть сохранено в EEPROM.

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение
Регистры управления			
00	ALGTYPE	0	<p>В независимой конфигурации</p> <p>В регистре задается значение, соответствующе выполняемому алгоритму канала N. От выбранного алгоритма зависит поведение модема после сброса, а также после разрыва соединения (см. <i>Алгоритм работы модема в независимой конфигурации.</i>).</p> <p>Возможные значения регистра:</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 – Режим на линии – из регистра LMODE(N), скорость – из регистров FRATE(N), FRATE1(N). При разрыве соединения канал модема соединяется снова в том же режиме и с той же скоростью. 1 – Режим на линии – из регистра LMODE(N), скорость определяется автоматически. При разрыве соединения модем соединяется снова в том же режиме, но с повторным автоматическим выбором скорости. 2 – Режим на линии выбирается автоматически, скорость – из регистров FRATE(N), FRATE1(N). При разрыве соединения канал модема соединяется снова на той же скорости, повторяя процедуру автоматического выбора режима.. 4 – Режим на линии выбирается автоматически, скорость определяется автоматически. При разрыве соединения канал модема соединяется снова, повторяя процедуру автоматического выбора режима и автоматический выбор скорости. <p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>В регистр должно быть помещено значение 8. Выбранный таким образом тип алгоритма переводит модем в конфигурацию с расщеплением потока. В этой конфигурации модем имеет единственный алгоритм. Алгоритмы с автоматическим выбором скорости и режима на линии недоступны.</p> <ul style="list-style-type: none"> 8 – Режим обоих каналов на линии – из регистра LMODE(0), скорость обоих каналов – 1/2 значения регистров FRATE(0), FRATE1(0). При разрыве соединения одним из каналов модем соединяется снова в том же режиме и с той же скоростью.
01	LMODE	0	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Для алгоритмов 0, 1 В регистре задается режим канала на линии: COT или RTA 0 – COT 1 – RTA</p> <p>Для алгоритмов 2, 3 В регистр заносится режим канала модема на линии, найденный процедурой автоматического выбора.</p> <p>В конфигурации с расщеплением потока (алгоритм 8)</p> <p>Регистр, задающий режим обоих каналов на линии: COT или RTA 0 – COT 1 – RTA</p>
<i>Продолжение на следующей странице</i>			

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение
02	FRATE	32	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Для алгоритмов 0, 2</p> <p>В этот регистр заносится скорость в количестве В-каналов (8-битных канальных интервалов), на которой канал модема будет устанавливать и удерживать соединение. Минимальное значение, которое может быть помещено в регистр – 3.</p> <p>Для алгоритмов 1, 3</p> <p>В этот регистр автоматически заносится скорость, найденная в результате работы процедуры подмены. Если PMMS не нашла скорости, удовлетворяющей $BER < 10^{-7}$, в регистр заносится 3 (192kbps). После разрыва соединения значение скорости может меняться при работе алгоритмов.</p> <p>Для определения скорости канала на линии также служит регистр FRATE1. С его помощью можно наращивать скорость с шагом 8Кбит/с</p>
			<p>В конфигурации с расщеплением потока (алгоритм 8)</p> <p>В этот регистр заносится скорость в количестве В-каналов (8-битных канальных интервалов). На половине этой скорости каждый канал будет устанавливать и удерживать соединение. Минимальное значение, которое может быть помещено в регистр – 6.</p> <p>Для определения скорости на линии также служит регистр FRATE1. С его помощью можно наращивать скорость с шагом 16Кбит/с</p>
03	FRATE1	0	<p>В независимой конфигурации</p> <p>Регистр используется в случае, когда необходимо передавать данные PCM, 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 PCM, которые будут занимать данные. Каждый дополнительный бит дает прирост скорости в линии на 8Кбит/с. В случае, если регистр FRATE имеет значение 36, то есть ограничение на количество дополнительных бит: их число не может быть больше 1. На PCM дополнительные биты располагаются в позициях перед полосой, определяемой регистром FRATE.</p> <p>Алгоритмы с автоматическим выбором скорости соединения не изменяют значения регистра FRATE1.</p>
			<p>В конфигурации с расщеплением потока</p> <p>Регистр используется в случае, когда необходимо передавать данные PCM, полоса которых не кратна таймслоту (8 битам). Поскольку шаг изменения скорости при работе с расщеплением потока равен 16Кбит/с, внешний хост может помещать в этот регистр только четные значения значения от 0 до 7 (0, 2, 4, 6). Эти значения – количество дополнительных бит (Z-бит) на PCM, которые будут занимать данные. Полоса, заданная в этом регистре делится поровну между DSL портами обоих каналов.</p>
04..07		0	Reserved

Продолжение на следующей странице

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение
08	PMMS_RATE1	3	Регистры прописываются хостом при инициализации значениями скоростей, для которых модем будет производить измерения на линии. Скорости задаются в количестве таймслотов на PCM. Процедура PMMS SOCRATES после завершения из этих скоростей выберет одну: максимальную, но исходя из условия $BER < 10^{-7}$. Регистры используются только в независимой конфигурации.
09	PMMS_RATE2	6	
0A	PMMS_RATE3	12	
0B	PMMS_RATE4	16	
0C	PMMS_RATE5	20	
0D	PMMS_RATE6	24	
0E	PMMS_RATE7	28	
0F	PMMS_RATE8	32	
10	PRATE	0	В этот регистр заносится скорость, найденная после завершения PMMS. Если PMMS не нашла скорости, удовлетворяющей $BER < 10^{-7}$, в регистр заносится 0. Регистр используется только в независимой конфигурации.
11	RATE1	3	Регистры прописываются хостом при инициализации значениями скоростей, с которыми модем будет устанавливать соединение. Скорости задаются в количестве таймслотов на PCM. Каждой скорости, которая может быть выбрана PMMS, поставлена в соответствие скорость в таблице подмены. После того, как PMMS завершена, из регистра, соответствующего найденной скорости выбирается новое значение скорости, с которой будет продолжена работа. Таким образом, происходит подмена скорости. Регистры используются только в независимой конфигурации.
12	RATE2	6	
13	RATE3	12	
14	RATE4	16	
15	RATE5	20	
16	RATE6	24	
17	RATE7	28	
18	RATE8	32	
19	PBO	0	Значение запрашиваемой выходной мощности трансивера в дБ относительно номинального уровня: Если PBO_MODE(N) = 0 или 1 регистр содержит значения ослабления выходной мощности относительно уровня 14.5дБм – от 0 до 30дБ. Если PBO_MODE(N) = 2 регистр содержит значение превышения выходной мощности относительно уровня 14.5дБм – от 0 до 3дБ.
1A	PBO_MODE	0	Режим согласования значений выходной мощности трансиверов каналов: 0 – Режим понижения мощности NON-forced power backoff согласно ITU-T G991.2. Регистр PBO(N) каждой из сторон соединения содержит запрашиваемый уровень ослабления мощности передатчика удаленной стороны 1 – Режим принудительного понижения мощности forced power backoff согласно ITU-T G991.2. Регистр PBO(N) стороны COT содержит уровень ослабления мощности передатчиков обеих сторон. 2 – Режим повышения мощности power boost. Регистр PBO(N) стороны COT содержит уровень превышения мощности передатчиков обеих сторон.
1B	PPBO	0	Фактическое значение выходной мощности трансивера в дБ относительно номинального уровня.
1B..1F		0	Reserved
20	PMODE	0	Регистр позволяет установить режим PCM: 0 – Sync master 1 – Sync slave 2 – Plesio Регистр используется в независимой конфигурации для портов PCM0, PCM1 и в конфигурации с расщеплением потока для порта PCM0.

Продолжение на следующей странице

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение
21	POFFS	0	<p>В регистр заносится смещение блока выдаваемых и принимаемых данных на РСМ относительно начала цикла. Смещение задается в количестве таймслотов.</p> <p>Дополнительно при помощи регистра POFFS1 можно задать битовое смещение на РСМ.</p> <p>Регистр используется в независимой конфигурации для портов РСМ0, РСМ1 и в конфигурации с расщеплением потока для порта РСМ0.</p>
22	POFFS1	0	<p>В регистр заносится смещение блока выдаваемых и принимаемых данных на РСМ относительно начала цикла. Смещение задается в количестве битов.</p> <p>Смещение с шагом 8 бит (1 таймслот) задается в регистре POFFS</p> <p>Регистр используется в независимой конфигурации для портов РСМ0, РСМ1 и в конфигурации с расщеплением потока для порта РСМ0.</p>
23	PTSN	32	<p>Количество канальных интервалов РСМ. Может иметь значения 32-для скорости РСМ 2048Кбит/с или 64-для скорости 4096Кбит/с.</p> <p>Регистр используется в независимой конфигурации для портов РСМ0, РСМ1 и в конфигурации с расщеплением потока для порта РСМ0.</p>
24		0	Reserved

Продолжение на следующей странице

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение								
25	LP	0	<p>Регистр для управления локальной и удаленной петлями на PCM.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LP</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Нормальная работа. Петли выключены.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Локальная петля. Данные от PCM заворачиваются</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Удаленная петля. Данные из линии заворачиваются</td> </tr> </tbody> </table> <p>В плезиохронном режиме кроме данных заворачиваются также сигналы битовой и цикловой синхронизации. Включение/выключение петель производится сразу после занесения значения в регистр LP(N) - без записи команд store или update в регистр CMD(N). Значение LP(N) может быть сохранено в EEPROM.</p> <p>Для включения петель в конфигурации с расщеплением потока необходимо записать соответствующие значения в регистр LP(0).</p>	LP		0	Нормальная работа. Петли выключены.	1	Локальная петля. Данные от PCM заворачиваются	2	Удаленная петля. Данные из линии заворачиваются
LP											
0	Нормальная работа. Петли выключены.										
1	Локальная петля. Данные от PCM заворачиваются										
2	Удаленная петля. Данные из линии заворачиваются										
26	STTF_OCT	0	<p>В регистре задается смещение начала строба STT в 8-битных канальных интервалах (таймслотах) относительно начала цикла передающей части PCM.</p> <p>Дополнительное битовое смещение задается в регистре STTF_BIT.</p>								
27	STTF_BIT	0	<p>В регистре задается смещение начала строба STT в битовых канальных интервалах относительно начала цикла передающей части PCM. Регистр может принимать значения от 0 до 7.</p> <p>Смещение с шагом 8 бит (1 таймслот) задается в регистре STTF_OCT.</p>								
28	STTW_OCT	0	<p>В регистре задается длительность строба STT передающей части PCM в 8-битных канальных интервалах (таймслотах).</p> <p>Через регистр STTW_BIT можно изменять ширину строба с шагом 1 бит.</p>								
29	STTW_BIT	0	<p>В регистре задается длительность строба STT передающей части PCM в битовых канальных интервалах. Регистр может принимать значения от 0 до 7.</p> <p>Смещение с шагом 8 бит (1 таймслот) задается в регистре STTF_OCT.</p>								
2A	STRF_OCT	0	<p>В регистре задается смещение начала строба STR в 8-битных канальных интервалах (таймслотах) относительно начала цикла приемной части PCM.</p> <p>Дополнительное битовое смещение задается в регистре STRF_BIT.</p>								
2B	STRF_BIT	0	<p>В регистре задается смещение начала строба STR в битовых канальных интервалах относительно начала цикла передающей части PCM. Регистр может принимать значения от 0 до 7.</p> <p>Смещение с шагом 8 бит (1 таймслот) задается в регистре STRF_OCT.</p>								
2C	STRW_OCT	0	<p>В регистре задается длительность строба STR передающей части PCM в 8-битных канальных интервалах (таймслотах).</p> <p>Через регистр STRW_BIT можно изменять ширину строба с шагом 1 бит.</p>								
2D	STRW_BIT	0	<p>В регистре задается длительность строба STR передающей части PCM в битовых канальных интервалах. Регистр может принимать значения от 0 до 7.</p> <p>Смещение с шагом 8 бит (1 таймслот) задается в регистре STRF_OCT.</p>								
2E..3F		0	Reserved								

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение
Командный регистр			
40	CMD	0	<p>Командный регистр. Запись кода команды в CMD инициирует ее выполнение соответствующим каналом.</p> <p>Коды команд:</p> <ul style="list-style-type: none">0 – store – После выполнения команды канал модема разрывает соединение, делает изменяемую конфигурацию текущей и начинает работу с новыми параметрами. Новая конфигурация сохраняется в EEPROM.1 – update – После выполнения команды канал модема разрывает соединение, делает изменяемую конфигурацию текущей и начинает работу с новыми параметрами.2 – cancel – Команда отменяет изменения, произведенные в изменяемой конфигурации канала. После выполнения команды изменяемая конфигурация становится равной текущей. Команда не оказывает влияние на работу алгоритмов канала модема.
<i>Продолжение на следующей странице</i>			

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение																		
Регистры прерываний																					
41	IRQ_F	0	<p>Регистр содержит набор флагов прерываний канала. С каждым из флагов регистра связано событие. Возникновение этого события сопровождается установкой соответствующего флага в '1' и выдачей активного уровня сигнала IRQ. Прерывания от каждого из флагов могут быть замаскированы в регистре IRQ_M. Сброс флагов регистра в '0' производится в момент чтения регистра.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">STC</td> <td style="text-align: center;">RNE</td> <td style="text-align: center;">TE</td> </tr> </table> <p>TE – выставляется в момент опустошения буфера на передачу HDLC сообщений. Информировывает внешний хост о том, что сообщение отправлено и канал готов принять новое сообщение от хоста.</p> <p>RNE – выставляется в случае, если в приемном буфере находятся данные HDLC сообщения. Служит для запуска процесса получения данных сообщения хостом</p> <p>STC - выставляется в момент изменения значения регистра LSTAT канала. Служит для синхронизации процесса получения состояния канала хостом</p> <p>Регистр используется в независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока.</p>	7								0		0	0	0	0	0	STC	RNE	TE
7								0													
	0	0	0	0	0	STC	RNE	TE													
42	IRQ_M	7	<p>Регистр содержит набор битов, соответствующих флагам регистра IRQ_F. Биты IRQ_M представляют собой маски прерывания. В том случае, если маска установлена в '1', то переход флага прерывания в '1' не будет приводить к выдаче сигнала IRQ.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">STC_M</td> <td style="text-align: center;">RNE_M</td> <td style="text-align: center;">TE_M</td> </tr> </table> <p>После включения питания или сброса модема все прерывания канала замаскированы.</p> <p>Регистр используется в независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока.</p>	7								0		0	0	0	0	0	STC_M	RNE_M	TE_M
7								0													
	0	0	0	0	0	STC_M	RNE_M	TE_M													
43..44		0	Reserved																		

Продолжение на следующей странице

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение
Регистры обмена сообщениями			
45	H_DATA_T	0	<p>Внешний хост записывает в этот регистр байты, из которых состоит сообщение на отправку. Байты помещаются в выходной буфер.</p> <p>Регистр используется в независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока.</p>
46	H_LEN_T	0	<p>Регистр выполняет две функции:</p> <p>Возвращает при чтении количество байт сообщения, находящихся в выходном буфере.</p> <p>Путем записи в регистр констант производится управление буфером и передачей сообщений.</p> <ul style="list-style-type: none"> Запись значения 0x00 инициирует отправку в канал содержимого выходного буфера как данных сообщения. Запись значения 0x01 приводит к сбросу буфера на передачу и H_LEN_T в 0. <p>Регистр может быть прочитан внешним хостом в любой момент времени. После завершения передачи сообщения H_LEN_T имеет значение 0.</p> <p>Регистр используется в независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока.</p>
47	H_DATA_R	0	<p>Из этого регистра внешний хост забирает байты, из которых состоит принятое сообщение от удаленной стороны. Байты последовательно помещаются в регистр из приемного буфера, открытого для чтения.</p> <p>Регистр используется в независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока.</p>
48	H_LEN_R	0	<p>Регистр выполняет две функции:</p> <p>Возвращает при чтении количество байт сообщения, находящихся во входном буфере, открытом для чтения.</p> <p>Путем записи в регистр констант производится управление приемными буферами.</p> <ul style="list-style-type: none"> Запись значения 0x00 приводит к сбросу текущего буфера, доступного для чтения – он становится свободным Запись значения 0x01 приводит к сбросу всех приемных буферов, в том числе того, в который производится запись данных из HDLC пакета <p>Регистр может быть прочитан внешним хостом в любой момент времени. После завершения копирования данных из буфера, открытого для чтения H_LEN_R имеет значение 0.</p> <p>Регистр используется в независимой конфигурации и в конфигурации с расщеплением потока.</p>
49..4F		0	Reserved

Продолжение на следующей странице

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение
Состояние соединения			
50	LSTAT	0	Регистр, имеющий код текущего состояния канала модема и соединения. 0 – автоматический выбор режима на линии. Состояние возникает при работе алгоритмов 2, 3. 1 – Согласование параметров с выполнением PMMS. Состояние возникает в процессе работы процедуры автоматического выбора скорости алгоритмов 1, 3. 2 – Согласование параметров без выполнения PMMS. Состояние возникает в процессе работы всех алгоритмов. 3 – Установление соединения на номинальной скорости (training). Состояние возникает в процессе работы всех алгоритмов. Канал модема переходит в это состояние, если не было ошибок в состоянии 2. 4 – Удержание соединения. Состояние возникает в процессе работы всех алгоритмов. Канал модема переходит в это состояние, если не было ошибок в состоянии 3. Изменение значения регистра может сопровождаться выдачей прерывания. Флаг регистра IRQ_F выставляется в '1' в момент изменения значения LSTAT.
51	LOSS	0	Текущее значение затухания сигнала в линии в Дб
52	SQ	0	Текущее оценочное значение качества сигнала в линии в Дб. Большие значения соответствуют лучшему качеству сигнала, меньшие – худшему. 0Дб соответствует BER=10 ⁻⁷ .
53	SNR	0	Текущее значение отношения сигнал/шум в линии в Дб Большие значения соответствуют лучшему качеству сигнала, меньшие – худшему.
Регистры статистики			
54	NEBECNT_0	0	Счетчик нарушений CRC DSL фреймов текущего соединения. Каждые 6 мс проверяется CRC принятых фреймов и счетчик инкрементируется, если обнаружено несовпадение вычисленного и принятого CRC. В случае, если поток ошибок велик, счетчик инкрементируется каждые 6 мс. Счетчик сбрасывается при включении питания модема и при записи любого значения в регистр CLRCNT(N).
55	NEBECNT_1	0	
56	NEBECNT_2	0	
57	NEBECNT_3	0	
58	CTIME_0	0	Время, прошедшее с момента установления текущего соединения. Таймер останавливается в момент разрыва соединения и сбрасывается при установлении соединения
59	CTIME_1	0	
5A	CTIME_2	0	
5B	CTIME_3	0	
5C	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 CLRCNT(N).
5D	CVCNT_1	0	
5E	CVCNT_2	0	
5F	CVCNT_3	0	
60	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 CLRCNT(N).
61	ESCNT_1	0	
62	ESCNT_2	0	
63	ESCNT_3	0	

Продолжение на следующей странице

Адрес, hex	Регистр	Default	Назначение
64	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.
65	SESCNT_1	0	
66	SESCNT_2	0	
67	SESCNT_3	0	Счетчик сбрасывается при включении питания модема и при записи любого значения в регистр CLRCNT(N).
68	LOSSWCNT_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.
69	LOSSWCNT_1	0	
6A	LOSSWCNT_2	0	
6B	LOSSWCNT_3	0	Счетчик сбрасывается при включении питания модема и при записи любого значения в регистр CLRCNT(N).
6C	UASCNT_0	0	Количество секунд, в течение которых линия канала была недоступна по причине отсутствия соединения. Счетчик сбрасывается при включении питания модема.
6D	UASCNT_1	0	
6E	UASCNT_2	0	
6F	UASCNT_3	0	
70	TIME_0	0	Время, прошедшее с момента включения питания
71	TIME_1	0	
72	TIME_2	0	
73	TIME_3	0	
74	CONCNT	0	Счетчик успешных соединений канала по линии после момента включения питания модема.
75	CLRCNT	0	Запись любого значения в этот регистр приводит к сбросу регистров, содержащих значения счетчиков ошибок: NEBECNT, CVCNT, ESCNT, SESCNT, LOSSWCNT
76..7F		0	Reserved

Изменения, внесенные в Руководство по применению V2.1

- На стр. 41 добавлено упоминание о возможности сброса счетчиков ошибок
- На стр.51-52 добавлено описание регистра сброса счетчиков ошибок CLRCNT.