



ООО «СИГРАНД»

**Комплекс оборудования
для передачи трафика голос/данные**

**SHDSL модемы
«Сигранд SG-16BVo» и «Сигранд SG-16BVs»**

**Руководство пользователя
v. 2.5**

Новосибирск
2006

© ООО «Сигранд», 2005, 2006 год.

Все торговые марки, знаки и зарегистрированные права на наименования, упомянутые в настоящем документе, принадлежат соответствующим правообладателям.

Содержание

Содержание	страница
Об использовании «Руководства пользователя»	5
1. Описание модемов SG-16BVo/SG-16BVs	7
1.1 Параметры линейного интерфейса	8
1.1.1 Дальность и скорость модемов «Сигранд» SG-16BVo и SG-16BVs	9
1.1.2 Скорость передачи на файловом уровне	10
1.2 Параметры интерфейса Ethernet	11
1.3 Параметры Ethernet bridge	11
1.4 Интерфейс FXO	11
1.5 Интерфейс FXS	12
1.6 Канал тональной частоты	12
1.7 Параметры интерфейса RS-232C	12
1.8 Источник питания	13
1.9 Прочие данные	13
1.10 Комплектность поставки	13
1.11 Условия эксплуатации	13
1.12 Внешний вид, значения индикаторов и назначение разъемов	14
1.12.1 Передняя панель и индикаторы	15
1.12.2 Задняя панель и разъемы	16
2. Настройка модема для работы	20
2.1 Подключение линии	20
2.1.1 Требования к линии связи	20
2.2 Выбор способа управления модемом	21
2.3 Режим “ведущий”/“ведомый”	22
2.4 Установка скорости передачи	22
2.4.1 Настройка скорости удаленного модема	22
2.4.2 Рекомендации по выбору скорости	23
2.5 Интерфейс FXo/FXs	24
2.5.1 Конфигурирование интерфейсов FXo/FXs	24
3. Управление модемов через терминал	24
3.1 Подключение и настройка терминала	24
3.2 Команды управления модемом общего назначения	25
Команда help	25

Команда info	26
Команда default	26
Команда reboot	27
3.3 Настройка и управление интерфейсом DSL	27
Команда help dsl	27
Команда dsl	28
3.3.1 Выбор режима «ведущий»/«ведомый»	28
Команды dsl master и dsl slave	28
3.3.2 Настройка скорости интерфейса DSL	29
3.3.2.1 Настройка скорости с “ведущего” модема	29
3.3.2.2 Настройка скорости вручную	30
3.3.3 Линейное кодирование	31
Команда dsl code	31
3.3.4 Статистика соединения	32
Команда dsl stat	32
Команда dsl stat reset	33
3.3.5 Ре-инициализация соединения	33
Команда dsl retrain	33
3.4 Управление интерфейсами Ethernet	33
Команда help eth	33
Команда eth	33
3.4.1 Скорость и режим передачи	34
Команды eth auto , eth /auto , eth rate , eth half , eth full	34
3.4.2 Управление потоком	36
Команды eth flow и eth /flow	36
3.4.3 Статистика интерфейса Ethernet	36
3.5 Управление интерфейсами FXO и FXS	37
3.5.1 Просмотр состояния интерфейсов FXO и FXS	37
3.5.2 Включение и выключение телефонных каналов	38
3.5.3 Выбор метода кодирования звукового канала	39
3.5.4 Динамическая полоса пропускания	40
3.5.5 Эхокомпенсация	41
4. Обновление	42
встроенного программного обеспечения	
Гарантии и обязательства	
Приложение «A»	

Об использовании «Руководства...»

Для упрощения работы с «Руководством пользователя» предусмотрены следующие обозначения при помощи значков-пиктограмм, а также шрифтами:

Пиктограммы

Значок	Значение	Пояснение
	Обратите внимание!	Таким образом отмечается раздел руководства, знание которого облегчит Вашу работу при настройке и эксплуатации прибора
	Важная информация!	Абзац, помеченный этим значком, содержит важные данные, объясняющие особенности работы узла или программы и позволяющие сэкономить Ваше время и силы при настройке прибора
	Не делайте этого!	Знание этой информации позволит Вам уберечься от шагов, способных привести к поломкам оборудования и/или представляющих опасность для жизни

Использование шрифта

Обозначение	Пояснение
Изображение на экране	Этим шрифтом показывается содержимое экрана терминала при настройке модема.
<u>Наименование кнопки на клавиатуре</u>	Таким шрифтом показываются кнопки клавиатуры компьютера, н.п. « Enter », которые используются при настройке модема при помощи терминала
В меню <i>Файл</i> выберите <i>Свойства</i>	<i>Курсивом</i> отмечаются фрагменты «Руководства...», содержащие важную информацию (в сочетании с пиктограммами), а также для обозначений в тексте программных кнопок меню.
Dsl stat	Жирный шрифт используется для обозначения команд управления модемом при помощи терминальной программы.

Прежде чем Вы приступите к настройке модема, мы рекомендуем убедиться в наличии обновленной версии этого «Руководства пользователя», а также обновлений *firmware* и драйверов на нашем сайте www.sigrand.ru



1. Описание модемов SG-16BVo и SG-16BVs

Комплект модемов «Сигранд SG-16BVo» и «Сигранд SG-16BVs» предназначается для работы в составе корпоративных сетей связи. Модемы позволяют передавать по одной паре проводов два аналоговых телефонных канала, одновременно с передачей данных. Бридж позволяет транслировать теги VLAN IEEE 802.1Q, как по DSL, так и через любой из Ethernet-интерфейсов.

Примененный в модеме SHDSL интерфейс соответствует редакции ITU-T G.991.2.bis и использует для передачи набор кодировок TCPAM - Trellis-Coded Pulse Amplitude Modulation.

Особенности применения кодировок TCPAM:

Кодирование TCPAM используемое для передачи модемами стандарта G.991.2 (G.SHDSL), имеет несколько вариантов, отличающихся степенью сложности алгоритма кодирования. Большим скоростям передачи соответствует режим с большим количеством позиций модуляции (TCPAM16, TCPAM32), на малых скоростях используются режимы с меньшим числом позиций модуляции (TCPAM4, TCPAM8). Соответственно, с увеличением сложности алгоритма кодирования, снижается помехоустойчивость канала, и наоборот.

Поэтому, при настройке скорости линии, следует обращать особое внимание на алгоритм кодирования TCPAM и, при необходимости, изменять линейный код для достижения наилучшего результата.

В таблице 1 приведены соответствия значений кодировок скоростям линии.

Табл. 1

Линейный код	Диапазон допустимых скоростей передачи (кбит/с)
TCPAM32	256 – 6016
TCPAM16	192 – 3072
TCPAM8	192 – 1216
TCPAM4	64 – 704



Ручной подбор типа линейного кодирования возможен только в режим настройки модема через терминал – см. раздел 4.1 настоящего руководства

По линейному интерфейсу модемы «Сигранд» SG-16BVo и «Сигранд» SG-16BVs совместим со всеми модемами «Сигранд» серии SG-16, а также с модемами «Гранч» SBNI16.



Ограничения по совместимости:

*При работе в паре с модемами «Гранч»
совместимость предусматривается только в
пределах совместимого диапазона скоростей 64-4608
Кбит/с.*

Модем оснащен следующими интерфейсами:

- одним интерфейсом SHDSL, стандарта ITU-T G.991.2.bis, работающем в диапазоне скоростей 192-5696 Kbps, с возможностью расширения диапазона настройки от 64 до 6016 Kbps.
- двумя интерфейсами Ethernet 10/100Mb (IEEE 802.3) с автонастройкой скорости и автоопределением MDI/MDI-X.
- двумя интерфейсами FXO или FXS.
- одним интерфейсом EIA-232C (RS-232C) для управления модемом.

1.1 Параметры линейного интерфейса DSL

Тип соединения

точка-точка

Число проводов в линии связи

2 (одна пара)

Тип применяемого кабеля

ТПП, КСПП, УТР

Линейный код

TCPAM

Входное и выходное сопротивление,

135

Ом		
Диапазон скоростей передачи данных, Кбит/с	64-6014	
Шаг изменения скорости передачи данных, Кбит/с	64	
Вид связи	полнодуплексный	
Режим передачи информации	синхронный, пакетный	
Формат пакета	HDLC	
Контрольная сумма	CRC32	
Тип разъема	RJ-45	
Напряжение пробоя трансформатора гальванической развязки, не менее, В	1500	
Напряжение срабатывания ограничителя (дифференциальное), В	30	
Напряжение пробоя разрядника (синфазное), В	350	

1.1.1 Дальность связи и скорость модемов Sigrand SG-16

Краткая информация о дальности связи и скорости модемов семейства Sigrand SG-16 приведена в Таблице 2. Результаты получены на линиях длиной, при которой коэффициент ошибок (Bit Error Rate, BER) равен или меньше 10^{-7} . Указанная дальность проверена экспериментальным путем на контрольной линии связи лаборатории ООО «Сигранд». Полную версию таблицы скоростей Вы можете увидеть на сайте www.sigrand.ru. Результаты, полученные при эксплуатации на реальных линиях связи могут отличаться от приведенных значений, ввиду отличий параметров этих линий от эталонной.

Табл.2

Скорость (Кбит/с)	Линейный код	Параметр	Кабель ТПП50-0.4	Кабель ТПП100-0.5
6016	TCPAM32	Длина (км)	1.7	2.2
		R (Ом)	476	420
4608	TCPAM32	Длина (км)	2.0	2.6
		R (Ом)	560	455
3072	TCPAM32	Длина (км)	3.0	4.2
		R (Ом)	840	736
2304	TCPAM32	Длина (км)	3.8	5.4
		R (Ом)	1064	945
1536	TCPAM16	Длина (км)	4.4	6.4
		R (Ом)	1232	1120
1024	TCPAM16	Длина (км)	5.0	7.6
		R (Ом)	1400	1330
512	TCPAM8	Длина (км)	5.8	9.0
		R (Ом)	1624	1575
256	TCPAM8	Длина (км)	6.6	10.0
		R (Ом)	1848	1750
128	TCPAM4	Длина (км)	7.4	11.4
		R (Ом)	2072	1995
64	TCPAM4	Длина (км)	7.4	11.4
		R (Ом)	2072	1995

1.1.2 Скорость передачи на файловом уровне

Скорость передачи данных для модемов семейства SG-16 при копировании файлов с использованием протокола FTP показана в Таблице 3. В таблице приведены усредненные данные, для линии с коэффициентом ошибок менее 10^{-7} .

Табл. 3

Линейная скорость (кбит/ с)	Файловая скорость передачи (Кбайт/с)	Линейная скорость (кбит/ с)	Файловая скорость передачи (Кбайт/с)
6016	700	1792	209
5696	662	1536	179
4608	536	1280	149
4096	478	1024	119
3584	418	768	89
3072	354	512	59
2560	304	256	29
2304	261	192	22
2048	234	128	15

1.2 Параметры интерфейса Ethernet

Тип интерфейса	10/100 BaseT
Количество портов	2
Скорость передачи данных, Мбит/с	10/100
Режим работы	Полу- и полнодуплексный
Совместимость	ANSI/IEEE Std 802.3
Автоопределение MDI/MDI-X	есть

1.3 Параметры Ethernet Bridge

Объем таблицы MAC-адресов	2048
Максимальная величина пакета, байт	1536
Размер буфера пакетов, Кбайт:	512 (340 пакетов)

1.4 Интерфейс FXO

Количество портов	2
Тип разъема	• RJ-11

Допустимое напряжение батареи, В	30 – 72
Допустимая амплитуда вызывного напряжения, В	30 – 120
Допустимая частота вызывного сигнала, Гц	16 – 50
Номинальный импеданс двухпроводного окончания, Ом	600

1.5 Интерфейс FXS

- Количество портов • 2
- Тип разъема • RJ-11
- Номинальное напряжение батареи, В • 48
- Ток замкнутого шлейфа, мА • 30
- Амплитуда вызывного напряжения, В • 70
- Частота вызывного напряжения, Гц • 25
- Максимальное количество параллельных телефонов • 2
- Номинальный импеданс двухпроводного окончания, Ом • 600

1.6 Канал тональной частоты (разговорный тракт)

- Стандарт • G.711, G.726
- Скорость передачи одного канала, кбит/с • 128, 64, 32, 24
- Частота дискретизации, Гц • 8000
- Компандирование • A-law
- Номинальный коэффициент передачи, дБ • 0
- Диапазон частот, Гц • 300 – 3400
- Неравномерность АЧХ, дБ, не более • 0.5
- Коэффициент нелинейных искажений, дБ, не более • минус 35
- Уровень шума, дБ, не более • минус 60

1.7 Параметры интерфейса RS-232C

Скорость передачи, бит/сек	9600, 57600
Протокол	8-N-1

Управление потоком	нет
Тип разъема	RJ-45 (с переходником на DB-9F)

1.8 Источник питания

Тип	БПН-12-1В
Входное напряжение	220В/50Гц
Выходной напряжение	12В
Максимальный ток нагрузки	1А
Полярность центрального контакта штекера	положительная

1.9 Прочие данные

Габаритные размеры модема:

• высота, мм	45
• ширина, мм	225
• глубина, мм	165
Масса, г.	625
Масса с блоком питания, г.	1225
Потребляемая мощность, Вт	6

1.10 Комплектность поставки

Модем Sigrand SG-16BVo (Sigrand SG-16BVs)	1 шт.
Блок питания	1 шт.
Паспорт	1 шт.
Шнур-переходник RJ-45 – DB-9	1 шт.
Упаковка	1 шт.

1.11 Условия эксплуатации

Модем предназначен для эксплуатации в закрытом отапливаемом помещении при следующих климатических условиях:

температура воздуха	10 .. 40 С
---------------------	------------

относительная влажность воздуха
атмосферное давление

до 85 %
84 .. 107
кПа

1.12 Внешний вид, значения индикаторов и назначение разъемов.

Модемы «Сигранд» SG-16BVo/BVs подключается к компьютеру, оснащенному адаптером Ethernet или Fast Ethernet, или Ethernet-коммутатору (switch).



Рекомендуется подключать модем к Ethernet-коммутаторам (switch), а не концентраторам (hub), поскольку схемотехнические решения, примененные в нашем оборудовании, оптимизированы для взаимодействия с Ethernet-коммутаторами).

Для управления режимами работы и контроля состояния устройства, в состав программного обеспечения компьютера должна входить терминальная программа, настроенная в режиме ANSI-терминала с параметрами связи, соответствующими п. 1.7 настоящего Руководства.

1.12.1 Передняя панель и индикаторы

Индикаторы на передней панели модема отображают состояние работы устройства.

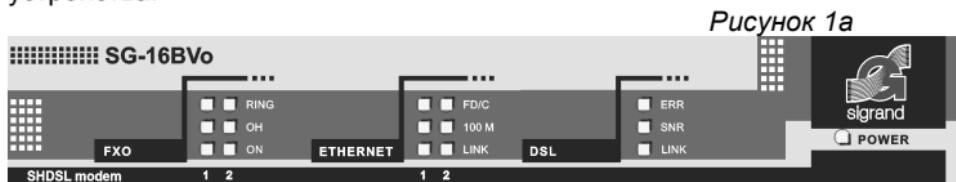
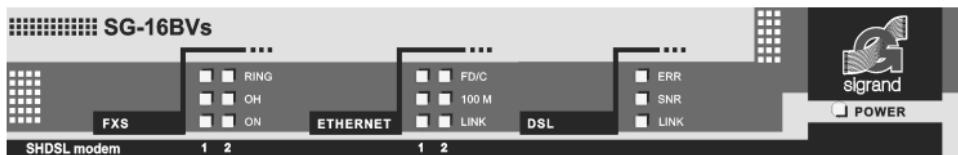


Рисунок 1а

Рисунок 1б



Назначение индикаторов «Сигранд» SG-16BV/BVs

Таблица 4

Индикатор	Состояние	Обозначение	
POWER			
POWER	Горит	Модем включен	
	Не горит	Модем выключен	
DSL			
LINK	Горит	Связь с удаленным модемом есть	
	Не горит	Связи с удаленным модемом нет	
SNR	LINK горит	Мигает	Плохое соотношение сигнал/шум в линии
		Не горит	Соотношение сигнал/шум в норме
	LINK не горит	Мигает	Процесс установки связи
		Не горит	Нет связи
ERR	LINK горит	Мигает	Получен пакет с ошибкой
		Не горит	Нет сбойных пакетов
	LINK не горит	Горит	Фатальная ошибка, нет связи
ETHERNET (каналы 1 и 2)			
LINK	Горит	Модем подключен к сети Ethernet	
	Не горит	Модем не подключен к сети Ethernet	
	Мигает	Идет обмен данными	
100M	LINK горит	Горит	Модем включен в сеть 100Base-TX

		Не горит	Модем включен в сеть 10Base-TX
FD/C	LINK горит	Горит	Полнодуплексный режим работы (Full duplex)
		Не горит	Полудуплексный режим работы (Half duplex)
		Мигает	Наличие коллизии в канале (Collision)
FXo / FXs			
ON	Горит	Канал используется	
OH	Горит	Трубка снята	
RING	Горит	Идет вызов	

1.12.2 Задняя панель и разъемы

Расположение разъемов и переключателей на задней панели модема «Сигранд» SG-16BV0:

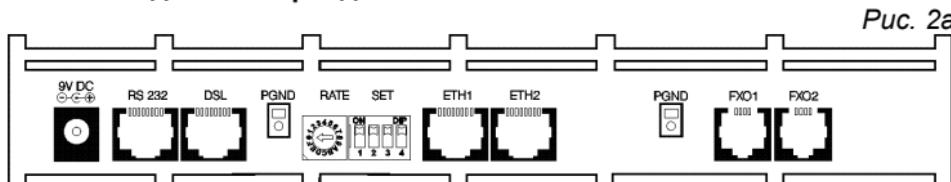
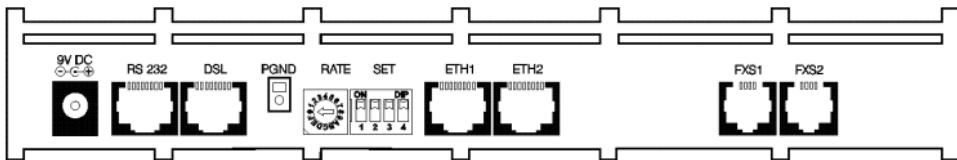


Рис. 2а

Расположение разъемов и переключателей на задней панели модема «Сигранд» SG-16BVs:

Рис. 2б

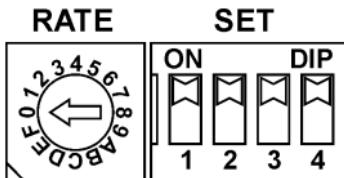


**Назначение разъемов и переключателей
модемов «Сигранд» SG-16BVo и SG-16BVs**

Таблица 5

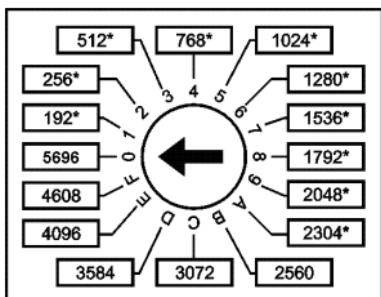
Разъем для подключения блока питания	9-12V DC
Терминальный порт RS-232C для управления модемом	RS232
Разъем для подключения DSL канала	DSL
Клемма для подключения заземления	PGND
Поворотный переключатель фиксированных значений скорости канала DSL	RATE
Микропереключатель настройки режимов работы модема	SET
Разъем 1 для подключения сети Ethernet 10/100Base-T	ETH1
Разъем 2 для подключения сети Ethernet 10/100Base-T	ETH2
SG-16BVo	
Разъем первого порта FXO	FXO1
Разъем второго порта FXO	FXO2
SG-16BVs	
Разъем первого порта FXS	FXS1
Разъем второго порта FXS	FXS2

Рис. 3



С помощью поворотного переключателя “RATE” и микропереключателя “SET” (рис.3) задаются режимы работы DSL канала. Поворотный переключатель “RATE” задает скорость работы канала DSL (рис.4).

Рис. 4



Микропереключатель “SET” задает режим “Master/Slave” (SET1), способ подбора скорости DSL канала (SET2) и способ управления модемом (SET4). Назначения переключателей приведены в таблице 6.

Таблица 6

Переключатель	Функция	Положение	Параметр
SET1	Режим работы	ON	Ведущий модем (STU-C)

		OFF	Ведомый модем (STU-R)
SET2	Настройка удаленного модема	ON	Настройка с ведущего (Master) модема
		OFF	Локальная настройка
SET3	Скорость терминального порта RS-232C	ON	57600 бит/с
		OFF	9600 бит/с
SET4	Режим управления модемом	ON	Терминалом через порт управления
		OFF	Переключателями

Для модемов SG-16BV_O, SG-16BV_S добавлен выбор метода кодирования звукового сигнала при помощи комбинации переключателей SET3 и SET4.

При управлении с помощью переключателей (SET4=OFF), SET3 задает тип кодировки для интерфейса FXO/FXS - PCM64 (ИКМ, G.711) или ADPCM32 (АДИКМ, G.726), а при управлении с помощью терминала (SET4=ON), SET3 задает скорость обмена с терминалом (табл.7).

Переключатель SET (SG-16BV_O/BV_S)

Таблица 7

SET3 (SET4=ON)	Скорость обмена с терминалом	ON	57600 бит/с
		OFF	9600 бит/с
SET3 (SET4=OFF)	Тип кодировки	ON	ADPCM32
		OFF	PCM64



Активизация изменений режимов работы, сделанных переключателями, происходит только после перезагрузки модема!

2. Настройка модема для работы

2.1 Подключение линии



Перед установкой модемов на линии, удостоверьтесь, что на ней отсутствуют термопредохранители. Установка модемов на таких линиях приводит к значительному снижению скоростных параметров модема!

Также, невозможна работа xDSL модемов на линиях, оснащенных катушками Пупина (пупинизированных линиях).



Удостоверьтесь, что предоставленная Вам линия связи не имеет посторонних источников электрического напряжения, и не подключена к какому-либо постороннему оборудованию АТС! Несоблюдение этого правила может привести к выводу из строя как модемов, так и посторонней аппаратуры на линии связи!

2.1.1 Требования к линии связи

Для нормальной работы модемов и обеспечения заданных параметров линия должна соответствовать следующим требованиям:

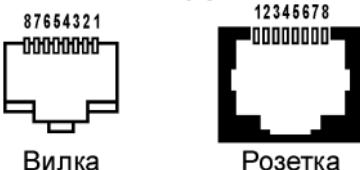
- Кабель не должен иметь замыканий жил и утечек на «землю» и на иные, в том числе и не подключенные к чему-либо, проводники. Линия не должна иметь ответвлений.
- В многопарном кабеле обе жилы должны быть взяты из одной пары.
- Параллельное включение нескольких пар (например, для уменьшения активного сопротивления) - не допускается.

Отступление от указанных выше требований может привести к снижению характеристик связи модемов, или к их полной неработоспособности.

После того, как вы удостоверитесь в соответствии линии связи выше-перечисленным требованиям:

- Установите вилку RJ-45 на телефонный кабель, в соответствии с рис.5. Модемы «Сигранд» SG-16 используют только одну пару проводов, контакты 4 и 5, остальные контакты не задействованы.
- Подсоедините кабель к разъему DSL модема.

Рис.5



2.2 Выбор способа управления модемом

Модем поддерживает следующие способы управления:

- переключателями, расположенными на задней панели модема (рис. 4);
- с помощью терминальной программы, через порт управления RS-232C (см. Раздел 3).

Оба варианта обладают определенными достоинствами и выбор метода настройки может быть сделан пользователем в зависимости от условий эксплуатации модема.

В данном разделе описывается управление с помощью переключателей, как наиболее простой способ. Управление с помощью терминальной программы описано в разделе 4.

Для включения режима управления с переключателей поставьте переключатель SET4 в положение OFF. В качестве подсказки можно использовать наклейку на корпусе модема снизу.

2.3 Режим «ведущий»/»ведомый»

Для работы пары модемов должна быть сконфигурирована: при помощи переключателя SET1 (рис 3, табл. 4) один модем настраивается как «ведущий», а второй – как «ведомый». «Ведущим» модемом рекомендуется настраивать модем, более доступный для управления, настроек и обслуживания.

2.4 Установка скорости передачи

Фиксированные значения скоростей (16 значений) выбираются с помощью поворотного переключателя RATE (см. Рис.2 и Рис.4). В качестве подсказки можно использовать наклейку на корпусе модема снизу.

2.4.1 Настройка скорости удаленного модема.

Это возможность имеется только в для модемов с firmware v. 2.5 и старше.

Переключатель SET2 имеет следующее значение:

- если SET2=OFF, скорость задается вручную на каждом из модемов. (При этом используется режим Annex A для совместимости с модемами предыдущих выпусков, v. 2.4 и младше).
- если SET2=ON настройка скорости в линии производится при помощи переключателя RATE «ведущего» (Master) модема. (При этом используется режим Annex F.)

Переключатель SET2 должен быть установлен в одинаковое положение на обоих модемах.

Если настройка скорости удаленного модема не используется (SET2=OFF), переключатель RATE также должен быть установлен в одинаковое положение на обоих модемах.



Для работы модемов в паре, их настройки должны соответствовать друг другу! Не забудьте установить переключатели удаленного модема заранее!

2.4.2 Рекомендации по выбору скорости

Для выбора оптимальной скорости передачи Вам необходимо знать параметры линии, на которой планируется установить модемы. При неизвестных параметрах линии связи подбор скорости передачи рекомендуется производить следующим образом:

- Замерьте омметром сопротивление линии (на одной стороне пары проводов замыкается накоротко, а со второй стороны производится измерение) и с помощью табл. 2 определите скорость, при которых будет обеспечиваться устойчивая связь.
- При помощи отвертки, на обоих модемах аккуратно переключите значение RATE в требуемое положение. Для активации новых настроек перезагрузите модемы. При включенной настройке скорости удаленного модема (SET2=ON) достаточно изменить скорость только на ведущем (Master) модеме. Процедура установки связи занимает 2-3 минуты.
- Если, в течение указанного времени, модемы не устанавливают связь (не зажигается светодиод DSL LINK), установите меньшее значение скорости и повторите попытку с новым значением скорости.
- Если не удается установить соединение, целесообразно перейти в режим выбора скорости через терминал и попытаться добиться результата при помощи смены типа кодирования (Диаграмма 1).

2.5 Интерфейс FXO/FXS

К кроссу телефонной станции подключается модем SG-16BVo (к портам FXO1 и/или FXO2), а телефонные аппараты подключаются к модему SG-16BVs (к портам FXS1 и/или FXS2), с противоположной стороны линии.

2.5.1 Конфигурирование интерфейсов FXO/FXS

При конфигурировании модема с помощью переключателей (SET4 в положении OFF), устанавливаются следующий режим работы:

- Интерфейсы включены
- тип используемого звукового кодека устанавливается переключателем SET3 (ON=ADPCM32, OFF= PCM64)
- включено динамическое выделение полосы пропускания – полоса занимается только при снятой трубке телефона
- эхокомпенсация не используется
- Если скорость передачи DSL меньше или равна 192 кбит/с (RATE в положении 0 или 1), принудительно устанавливается режим кодека ADPCM32 и не зависит от положения переключателя SET3.

3. Управление модемом через терминал

Управление модемом Sigrand SG-16B производится с помощью подключаемого к порту RS-232C терминала, или компьютера с установленной на нем терминальной программой.

3.1 Подключение и настройка терминала

Для работы с модемом при помощи терминальной программы, переключите SET4 в положение ON (Табл. 5, рис. 2).

С помощью переключателя SET3 выберите скорость передачи терминала: положение OFF соответствует скорости 9600 бит/с, положение

ON – скорости 57600 бит/с. Рекомендуется использовать скорость 57600 бит/с.

Подключите кабелем, входящим в комплект поставки, порт управления RS-232C модема к последовательному порту Вашего компьютера. Настройте терминальную программу, установленную на Вашем компьютере (например, HyperTerminal), следующим образом:

Data bits: 8

Parity: None

Stop bits: 1

Flow control: None

Скорость передачи (Bit per second) установите 9600 или 57600 в соответствии с выбранным положением переключателя SET3.

Включите или перезагрузите modem. При правильной настройке терминала, на экране появится надпись:

```
Sigrand SG-16B v. 2.5
Interface module ETH1/ETH2
Interface module M16-2Vo
Initialization complete
:
```

3.2 Команды управления modemом общего назначения.

Управление modemом производится набором команд, условно разделяемым на два типа – команды управления modemом «общего назначения» - `help`, `info`, `update`, `default`, `reboot` - и команды управления интерфейсами – `ds1` и `eth1/eth2`.

Возможности терминальной программы управления позволяют не только настраивать режим работы линейного интерфейса modemа, но и управлять интерфейсами Ethernet, вести мониторинг состояния интерфейсов и т.д. Описание основных возможностей управления можно вызвать командой `help`:

```
: help
**** Available commands: ****
HELP - display this text
HELP [ETH|DSL|PORT|E1|FXS|FXO] - detailed interface help
INFO - view information about hardware and firmware
STAT [RESET] - show all statistics (or clear it)
ETHx - view or change ETHx settings, x=1,2 (see HELP ETH)
DSL - view or change DSL settings (see HELP DSL)
PORT - view or change PORT settings (see HELP PORT)
E1 - view or change E1 settings (see HELP E1)
FXSx - view or change FXS settings, x=1,2 (see HELP FXS)
FXOx - view or change FXO settings, x=1,2 (see HELP FXO)
UPDATE - update sg16 firmware
DEFAULT - set factory defaults
REBOOT - reboot the modem
:
```

Команда **info** отображает информацию о версии встроенного программного обеспечения, времени работы модема и информацию о текущем состоянии интерфейсов модема.

```
: info
Sigrand SG-16B SHDSL modem V.2.5
Setup mode: Terminal
SHDSL firmware: V.5.3E
FPGA configuration: V.2.20
Interface module ETH1/ETH2
Interface module M16-2Vo
Uptime: 0 days 00:05:19
FXO1: ON Code=PCM64 BWA=static EC=off
FXO2: ON Code=PCM64 BWA=static EC=off
ETH1: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL Auto-Neg FlowCont - OFFLINE
ETH2: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL Auto-Neg FlowCont - OFFLINE
DSL: Rate=4608 kbit/s Code=TCPAM32 SLAVE - OFFLINE
:
```

Командой **default** все настройки модемов, выполненные пользователем, «сбрасываются» в первоначальное состояние, установленное на заводе.

```
: default
Load factory default and reboot? (y/n) Y
Default settings loaded
Rebooting...
```

при вводе отказа **N** или любого другого символа кроме **Y** выполнение команды отменяется, и выдается приглашение для ввода следующей команды

Команда **reboot** служит для перезагрузки модема.

```
: reboot
Rebooting...

Sigrand SG-16B v. 2.5
Interface module ETH1/ETH2
Interface module M16-2Vo
Initialization complete
:
```

При помощи команды **update** производится обновление встроенного программного обеспечения (firmware) модема. Детальное описание процедуры прошивки firmware – см. раздел 4 этого руководства



При вводе неверной команды выдается сообщение Unknown command, при вводе неправильной опции команды - Unknown keyword.

3.3 Управление интерфейсом DSL.

Команда **help dsl** дает представление о возможностях управления линейным интерфейсом через терминал:

```
: help dsl
DSL - show current DSL settings
DSL CFG [LOCAL|PREACT] - configuration mode: Local or G.hs
Preactivation
DSL RATE [rrrr|AUTO] | CODE cccc | MASTER | SLAVE - set mode
for DSLx
DSL ANNEX [A|B|F|G] - set Annex type
DSL STAT [RESET] - show statistics for DSL (or clear it)
DSL RETRAIN - force DSL to retrain
:
```

Команда **dsl** позволяет просматривать статистику, установить или изменить параметры линейного интерфейса модема.

При вводе команды без параметров выводится текущие параметры интерфейса

```
: dsl
DSL: CFG=PREACT 1024 kbit/s Code=TCPAM16 SLAVE - ONLINE
:
```

Из приведенного примеры можно увидеть, что модем работает с кодировкой TCPAM16 и установлен в качестве «ведомого».

3.3.1 Выбор режима «ведущий»/«ведомый»

Для работы на линии связи пара модемов должна быть сконфигурирована так: один модем как «ведущий», второй – «ведомый». Конфигурация модема в качестве «ведущего» или «ведомого» производится командой **dsl** с ключом **master** или **slave**:

```
: dsl master
DSL: CFG=LOCAL Rate=512 Code=TCPAM8 MASTER Annex=A -
OFFLINE
: dsl slave
DSL: CFG=LOCAL Rate=512 Code=TCPAM8 SLAVE Annex=A -
```

```
OFFLINE
```

```
:
```

«Ведущим» модемом (Master) рекомендуется назначать модем, более доступный для управления, настроек и обслуживания.

3.3.2 Настройка скорости интерфейса DSL

В модемах начиная с версии 2.5 имеется возможность установки скорости соединения с «ведущего» (Master) модема, так же как и возможность ручной установки скорости на каждом из модемов.

3.3.2.1 Настройка скорости с «ведущего» модема

Для настройки скорости линии по командам с «ведущего» модема, предварительно установите на обоих устройствах режим удаленного управления (`dsl cfg preact`) и Annex F (`dsl annex f`).

```
: dsl cfg preact annex f
DSL: CFG=PREACT Rate=2304 Code=TCPAM16 MASTER Annex=F -
OFFLINE
:
```

Скорость настраивается командами, вводимыми **только** на «ведущем» модеме.

Установка скорости передачи выполняется командой `DSL` с ключом `RATE` и опцией `rrrr`, где “`rrrr`” - скорость в кбит/с. Значение скорости может устанавливаться с шагом 64 кбит/с в диапазоне от 192 до 5696 кбит/с:

```
: dsl cfg preact annex f
DSL: CFG=PREACT Rate=2304 Code=TCPAM16 MASTER Annex=F -
OFFLINE
: dsl rate 5696
DSL: CFG=PREACT Rate=5696 Code=TCPAM32 MASTER Annex=F -
OFFLINE
:
```

В этом режиме «ведомый» модем получает значения скорости и линейного кодирования с «ведущего», используя G.hs Preactivation (ITU-T G.994.1).

3.3.2.2 Настройка скорости вручную

Если требуется настроить модемы для работы на пониженных (64, 128 кбит/с) или повышенных скоростях (5696-6016 кбит/с), установите на для этого обоих модемах режим локального управления – **dsl cfg local**. Версия Annex при этом может быть A или F, если оба модема имеют прошивку 2.5 и выше.

Также, в этом режиме, можно использовать модемы SG-16 с прошивкой 2.5 совместно с модемами, имеющими старые версии firmware, а также модемами «Гранч SBNI16». Для совместимости устройств при этом требуется перевести модем SG-16 (firmware 2.5) в режим Annex A: **dsl annex a**.

```
:dsl cfg local annex a
DSL: CFG=LOCAL Rate=5696 Code=TCPAM32 MASTER Annex=A -
OFFLINE
:dsl rate 128
DSL: CFG=LOCAL Rate=128 Code=TCPAM4 MASTER Annex=A -
OFFLINE
:
```

В ручном режиме скорость передачи должна быть установлена одинаковой на обоих модемах.

Установка скорости передачи в ручном режиме выполняется ключом **RATE** и опцией **rrrr**, где “**rrrr**” - скорость в кбит/с. Значение скорости может устанавливаться с шагом 64 кбит/с в диапазоне от 64 до 6016 кбит/с:

```
:dsl rate 64
DSL: CFG=LOCAL Rate=64 Code=TCPAM4 MASTER Annex=A - OFFLINE
:dsl rate 6016
DSL: CFG=LOCAL Rate=6016 Code=TCPAM32 MASTER Annex=A -
```

OFFLINE

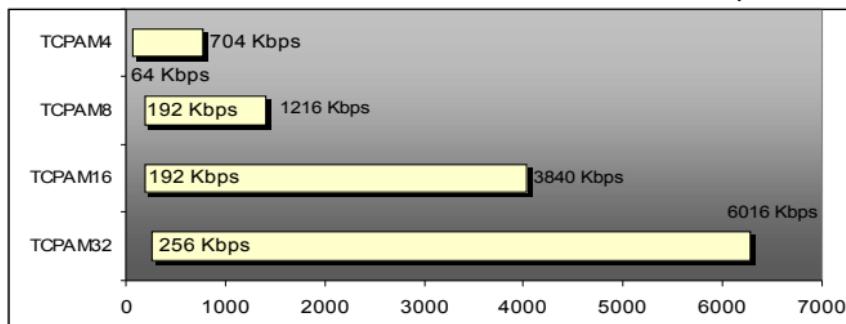
:

При изменении скорости передачи, соответственно меняется тип линейного кодирования. Соответствие скоростей типам линейного кодирования в автоматическом режиме – см. диаграмму 1.

3.3.3 Линейное кодирование

Как упоминалось выше, для передачи данных с различными скоростями применяются различные типы кодировки TCPAM.

Диаграмма 1



При помощи команды `dsl` с ключом `code` и опцией `cccc`, где “cccc” – один из 4-х типов кодирования (TCPAM32, TCPAM16, TCPAM8 и TCPAM4) - возможен выбор режима кодирования для настройки модема под характеристики конкретной линии.

```
:dsl code tcpam8
DSL: CFG=LOCAL Rate=512 Code=TCPAM8 MASTER Annex=A - OFFLINE
:
```



Как следует из диаграммы 1, для многих скоростей передачи возможен выбор нескольких вариантов

кодирования. При высоком уровне помех в линии следует выбрать код с меньшим количеством позиций (TCPAM8, TCPAM4), а при ограниченной полосе частот – с большим (TCPAM32, TCPAM16).

В режиме локального управления (CFG=LOCAL) возможно использование всех четырех вариантов линейного кодирования. В режиме управления с «ведущего» модема (CFG=PREACT) допускается использование только TCPAM16 в диапазоне скорости 192-3840 кбит/с и TCPAM32 в диапазоне 768-5696 кбит/с.

При вводе типа линейного кода для скорости не соответствующей диапазону допустимых скоростей выдается сообщение: **invalid line code for this rate**.

3.3.4 Статистика соединения

Просмотр статистики соединения производится командой **dsl** с ключом **stat**:

```
: dsl stat
DSL: CFG=LOCAL Rate=512 Code=TCPAM8 SLAVE Annex=A - ONLINE
TX=1341 RX=1231 ERR=1 LOSW=12 CRC6=11 RETRAIN=2 of 5
Loop Loss: 0.0 dB Noise Margin: +22.0 dB
Total online time: 0 days 00:42:19
Total offline time: 0 days 00:18:02
Connect duration: 0 days 00:15:53
:
```

ONLINE – связь по линейному интерфейсу установлена;

OFFLINE – связь по линейному интерфейсу не установлена;

TX – количество переданных пакетов;

RX – количество принятых пакетов;

ERR – количество принятых пакетов с ошибкой

LOSW – количество потерь цикловой синхронизации;

CRC6 – количество принятых пакетов с ошибочной суммой CRC6;

RETRAIN – количество удачных попыток установления связи из общего числа попыток;

Loop Loss – уровень затухания сигнала в линии, в дБ;

Noise Margin – соотношение сигнал/шум в линии, в дБ;

Total online time – суммарное время установленной связи;

Total offline time – суммарное время без установленной связи;

Connect duration – время последней успешной установленной связи;

Сброс статистики производится командой **dsl** с ключом **stat** и опцией **reset**

```
: dsl stat reset
DSL: CFG=LOCAL Rate=512 Code=TCPAM8 SLAVE Annex=A -
ONLINE
TX=0 RX=0 ERR=0 LOSW=0 CRC6=0 RETRAIN=0 of 0
Loop Loss: 0.0 dB Noise Margin: +22.0 dB
Total online time: 0 days 00:00:00
Total offline time: 0 days 00:00:00
Connect duration: 0 days 00:00:00
:
```

3.3.5 Ре-инициализация соединения

Переинициализация интерфейса DSL производится командой **dsl** с опцией **retrain**:

```
: dsl retrain
DSL: Rate=1024 kbit/s Code=TCPAM8 MASTER - ONLINE
:
```

3.4 Управление интерфейсами Ethernet

Модемы «Сигранд» SG-16BVo/BVs оснащены двумя портами Ethernet 10/100Mb, с возможностью автоопределения MDI/MDI-X.

Управление портами производится следующими командами:

```
: help eth
ETHx - show current ETHx settings, ETHx=1,2
ETHx RATE [10|100]|FULL|HALF|[/]AUTO|[/]FLOW - set mode for
ETHx
ETHx STAT [RESET] - show statistics for ETHx (or clear it)
:
```

Команда **eth** позволяет просматривать статистику, установить или изменить параметры интерфейса Ethernet.

При вводе необходимо добавлять индекс интерфейса – **eth1** для интерфейса Ethernet1 и **eth2** для интерфейса Ethernet2. Ввод команды без параметров позволяет просмотреть текущие параметры интерфейсов:

```
: eth1
ETH1: Rate=10 Mbit/s Duplex=HALF Auto-Neg FlowCont - ONLINE
: eth2
ETH2: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL Auto-Neg FlowCont - ONLINE
:
```

3.4.1 Скорость и режим передачи интерфейсов Ethernet

Модемы выпускаются с параметрами интерфейса Ethernet, установленными в режим автосогласования (Auto Negotiation) и с включенным управлением потоком (Flow control).

В режиме автосогласования параметров (Auto Negotiation) скорость передачи и тип дуплекса определяется автоматически. Приоритет определения режима работы от 100Base-TX Full Duplex (наивысший приоритет), 100Base-TX Half Duplex, 10Base-T Full Duplex до 10Base-TX Half Duplex (наименьший приоритет).

Режим автосогласования можно выключить командой **eth1** или **eth2** с опцией **/auto**:

```
: eth1
ETH1: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL Auto-Neg FlowCont - ONLINE
: eth1 /auto
ETH1: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL FlowCont - ONLINE
:
```

При отключенном автосогласовании, скорость интерфейсов Ethernet можно задать вручную, при помощи команды **eth1** или **eth2** (для соответствующего интерфейса) с ключом **rate** и опциями **10** или **100**:

```
: eth1 rate 100
ETH1: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL FlowCont - ONLINE
: eth1 rate 10
ETH1: Rate=10 Mbit/s Duplex=FULL FlowCont - ONLINE
:
```

Также, вручную можно установить режим полнодуплексной или полу-дуплексной передачи, командой **eth1** или **eth2** (для соответствующего интерфейса), с ключами **full** или **half**:

```
: eth1 half
ETH1: Rate=10 Mbit/s Duplex=HALF FlowCont - ONLINE
: eth1 full
ETH1: Rate=10 Mbit/s Duplex=FULL FlowCont - ONLINE
:
```

Для восстановления режима автосогласования используется команда **eth1** или **eth2** с ключом **auto**:

```
: eth1
ETH1: Rate=10 Mbit/s Duplex=FULL FlowCont - ONLINE
: eth1 auto
ETH1: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL Auto-Neg FlowCont - ONLINE
```

3.4.2 Управление потоком

Кроме скорости и режима передачи, возможно управление потоком (Flow Control) в соответствии со спецификацией IEEE 802.3x. Это позволяет улучшить работу, защищая буфер пакетов от переполнения, и предотвращает потерю данных. Эта технология может улучшить общую производительность сети и помогает достичь оптимальной производительности.

Включение управления потоком производится командой **eth1** или **eth2** с ключом **flow**:

```
: eth1 flow
ETH1: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL Auto-Neg FlowCont - ONLINE
:
```

Выключение - командой **eth1** или **eth2** с ключом **/flow**:

```
: eth1 /flow
ETH1: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL Auto-Neg - ONLINE
:
```

3.4.3 Статистика интерфейса Ethernet.

При необходимости, можно вывести отчет о работе интерфейса Ethernet, при помощи команды **eth** с ключом **stat**:

```
: eth1 stat
ETH1: Rate=100 Mbit/s Duplex=FULL Auto-Neg - ONLINE
TX=42 RX=47 ERR=0 COL=0
:
```

Обнуление текущей статистики производится командой **stat reset**

3.5 Управление интерфейсами FXO и FXS

Интерфейсы FXO и FXS настраиваются идентичными командами:

```
: help fxo
[FXSx|FXOx] - show current FXSx or FXOx settings (x=1,2)
[FXSx|FXOx] [ON|OFF] - enable or disable FXS/FXO port x
[FXSx|FXOx] CODE [PCM64|PCM128|ADPCM32|ADPCM24] - select
voice codec
[FXSx|FXOx] BWA [STATIC|DYNAMIC] - static or dynamic
bandwidth
[FXSx|FXOx] EC [ON|OFF] - enable or disable Echo Canceller
:
```



При вводе команд управления интерфейсами FXO и FXS не забывайте указывать номер настраиваемого интерфейса – **fxo1, fxo2 и fxs1, fxs2 !**



Команды управления интерфейсами FXO и FXS доступны только в том случае, если при включении модема произошла инициализация модулей! В противном случае, ввод команд управления будет вызывать ответ **-M16-2Vs (или M16-2Vo) module is not installed!**

3.5.1 Просмотр состояния интерфейсов FXO и FXS

Ввод команд **fxo1** (2) или **fxs1** (2) без параметров позволяет просмотреть текущие параметры телефонных интерфейсов:

```
:fxs1
```

```
FXS1: ON Code=PCM64 BWA=static EC=off  
:fxo2  
FXO2: ON Code=PCM64 BWA=static EC=off  
:  
:
```

ON - использование интерфейса разрешено

OFF - использование интерфейса запрещено

Code - тип используемого кодека ADPCM24 для сжатия голоса
(может иметь значения PCM64, PCM128, ADPCM32, ADPCM24)

BWA - выделение полосы пропускания:

STATIC – полоса занимается постоянно,

DYNAMIC – полоса занимается только при снятой
 трубке телефона

EC - используется (ON) или нет (OFF) эхокомпенсация

3.5.2 Включение и выключение телефонных каналов

Включение/выключение каналов производится командами **fxo** (**fxs**)
с параметрами **on** или **off**:

```
:fxs1 on  
FXS1: ON Code=PCM64 BWA=static EC=off  
:  
:
```

```
:fxs1 off  
FXS1: OFF Code=PCM64 BWA=static EC=off  
:  
:
```

При выключении канала, автоматически происходит освобождение
полосы пропускания, прежде занятой телефонным сигналом.

3.5.3 Выбор метода кодирования звукового канала

Как указывалось выше, модемы SG-16BVo/BVs поддерживают режимы работы стандартных телефонных кодеков G.711 и G.726. Кодек G.711 (ИКМ, PCM) требует 64 кбит/с от общей пропускной способности DSL канала, плюс 8 кбит/с на служебные сигналы. Кодек G.726 (АДИКМ, ADPCM) может работать в двух режимах – 32+8 кбит/с и 24+8 кбит/с. Следует учитывать, что использование низкоскоростных кодеков ухудшает качество передаваемой речи.

Кроме этого, в модемах «Сигранд SG-16BVo/BVs» реализован режим работы PCM128, при котором один телефонный канал использует 128-килобитную полосу пропускания. Этот режим обеспечивает наиболее качественную передачу речевой информации, а также рекомендуется для использования при использовании на линии факс-аппаратов и ТЧ-модемов.

С помощью команды **fxo (fxs)** с параметром **code** и различными ключами задается метод кодирования звукового канала:

- Кодек G.711 - **fxo1 code pcm64**
- Кодек G.726 – **fxo1 code adpcm32**
или **fxo1 code adpcm24**
- 128-килобитный режим – **fxo1 code pcm128**

```
:fxo1 code pcm64
FXO1: ON Code=PCM64 BWA=static EC=off
:fxo1 code adpcm32
FXO1: ON Code=ADPCM32 BWA=static EC=off
:fxo1 code adpcm24
FXO1: ON Code=ADPCM24 BWA=static EC=off
:fxo1 code pcm128
FXO1: ON Code=PCM128 BWA=static EC=off
:
```

Соответствующим образом, настраиваются и интерфейсы FXS.

3.5.4 Динамическая полоса пропускания

Можно настроить режим работы телефонных интерфейсов таким образом, что, при отсутствии разговора, неиспользуемая полоса пропускания может быть задействована для передачи данных основным каналом.

Этот режим настраивается командой **fxo (fxs)** для каждого канала индивидуально, с параметром **bwa** и опциями **static** или **dynamic**. Первая опция отключает режим динамического выделения полосы пропускания, вторая, соответственно, включает.

```
:fxo1 bwa static  
FXO1: ON Code=PCM128 BWA=static EC=off  
:fxo1 bwa dynamic  
FXO1: ON Code=PCM128 BWA=dynamic EC=off  
:
```



При работе в режиме динамической полосы пропускания служебные каналы 8 кбит/с не освобождаются!

3.5.5 Эхокомпенсация

Командой **fxo (fxs)** с параметром **ec** и ключами **on** и **off** включается и выключается эхокомпенсация в телефонных каналах

```
:fxo1 ec on  
FXO1: ON Code=PCM128 BWA=dynamic EC=on  
:fxo1 ec off  
FXO1: ON Code=PCM128 BWA=dynamic EC=off  
:
```

4. Обновление встроенного программного обеспечения модема

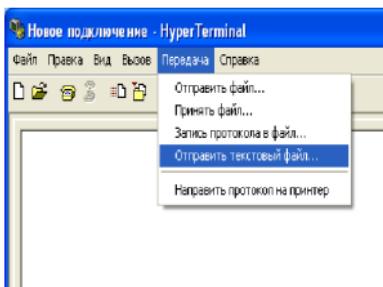
Обновление встроенного программного обеспечения (firmware) модемов «Сигранд» SG-16 производится командой **update** в следующем порядке:

```
: update  
Load new image? (y/n) Y
```

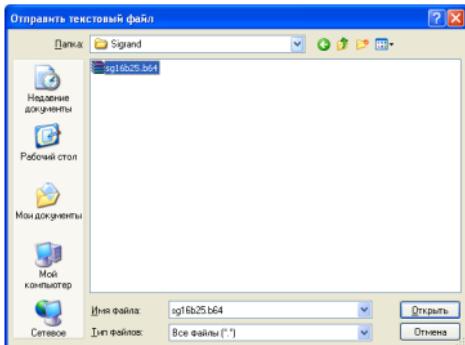
При вводе подтверждения процедуры **Y** происходит очистка буфера памяти и выдается запрос на загрузку файла-образа:

```
Clearing buffer memory... OK  
Loading image...
```

После этого, в меню *Передача* терминальной программы выбрать опцию “*Send Text File*” (рассматривается на примере HyperTerminal из стандартной поставки ОС Windows),



и указать месторасположение файла-образа, которым планируется перешивать modem. Файлы-образы имеют вид *.b64. Firmware может содержать несколько файлов-образов, процедуру обновления необходимо запускать для каждого файла, порядок обновления файлов произвольный.



```
Clearing buffer memory... OK
Loading image... OK
Checking image... OK, Type=SG16HOST V.2.5
Program new image? (y/n) Y
```

Для завершения процедуры записи необходимо ввести подтверждение Y:

```
Checking BootLoader... OK
Self-Programming... OK
Rebooting...
```

отменить процедуру обновления можно нажав N или Esc в ответ на любой запрос:

```
: update
Load new image? (y/n) N
Update cancelled!
:
```



После процедуры обновления firmware, необходимо перезагрузить модем!

Гарантия и обязательства

Изготовитель гарантирует работоспособность модема при соблюдении потребителем правил эксплуатации.

Гарантийный срок устанавливается не менее 5 лет со дня продажи, отмеченного в паспорте, либо, при отсутствии отметки, с момента выпуска, указанного на маркировке.



Ограничения по гарантии:

Гарантия на модемы, эксплуатирующиеся на «воздушных» линиях, либо линиях с комбинированным способом прокладки, аннулируется.

АДРЕС ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Российская федерация, г. Новосибирск, пр.Лаврентьева 6, ООО
«Сигранд»

Телефоны (8-383)-330-02-43, 332-94-37

Факс (8-383)-332-02-43

www.sigrand.ru

ГАРАНТИЙНЫЙ ТАЛОН

На модем «Сигранд» SG-16V_

серийный номер _____ Выпущен «____»_____200__ года.

Контролер _____ / _____ /

М.П.

Продавец

Адрес

Телефон

Дата продажи

М.П.

Подпись

Покупатель

Адрес

Телефон

Дата продажи

М.П.

Подпись

Приложение А

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАБЕЛЯ ТП

Таблица А.1 Частотная зависимость параметров цепей парной скрутки с медными жилами и полиэтиленовой изоляцией (кабели типа ТП)

f. Кгц	Первичные параметры			Вторичные параметры	
	R~, Ом/км	L, Гн/км *10 ⁻⁴	G, См/км *10 ⁻⁴	Z , Ом	□, дБ/км
Диаметр жилы 0.4 мм					
20	278	5.51	1.13	225.2	6.81
50	280	5.51	4.24	152.6	9.12
100	283	5.50	11.3	125.7	10.3
250	316	5.46	42.2	113.7	12.2
500	394	5.35	120	110.5	15.6
700	455	5.26	188	109.1	18.2
1000	535	5.15	305	107.7	21.7
Диаметр жилы 0.5 мм					
20	181	5.50	1.13	185.1	5.15
50	182	5.50	4.24	133.3	6.48
100	189	5.49	11.3	118.0	7.17
250	234	5.40	42.2	111.6	9.21
500	310	5.23	120	108.8	12.4
700	361	5.26	188	107.4	14.6
1000	424	5.04	305	106.3	17.2

Таблица А.2 Сопротивление петли кабеля в зависимости от диаметра жилы:

Диаметр жилы (мм)	Сопротивление петли
-------------------	---------------------

	(Ом/км)
0.32	432
0.4	278
0.5	180
0.64	110