



ООО «СИГРАНД»

**SHDSL регенератор  
«Сигранд SG-17E»**

**Руководство пользователя  
v. 2.0**

«Сигранд SG-17E-SLG»  
«Сигранд SG-17EP-SLG»  
«Сигранд SG-17E2-SLG»  
«Сигранд SG-17E2P-SLG»

Новосибирск  
2012

© ООО «Сигранд», 2005 - 2012

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

ТУ 6665-017-77565155-2007




## Содержание

Об использовании «Руководства...» .....	4
Использование шрифтов в тексте.....	5
1. Описание регенератора .....	6
1.1. Параметры линейного интерфейса DSL .....	7
1.1.1. Дальность связи и скорость регенератора Сигранд SG-17E .....	8
1.2. Параметры интерфейса RS-232C .....	9
1.3. Питание .....	9
1.3.1. Дистанционное питание регенератора (PoDSL).....	9
1.3.2. Локальное питание регенератора .....	9
1.4. Доступные модификации регенераторов для заказа .....	10
1.5. Прочие данные.....	10
1.6. Комплектность поставки .....	10
1.7. Условия эксплуатации .....	11
1.8. Внешний вид и назначение разъемов.....	11
1.8.1. Совмещенный разъем DC -48V/SENSORS .....	13
1.8.2. Разъемы DSL0, DSL1.....	14
1.8.3. Клемма заземления.....	15
1.8.4. Разъем PHONE .....	15
1.8.5. Разъемы CONSOLE0, CONSOLE1 .....	15
1.9. Печатная плата регенератора (п.п.).....	16
1.9.1. Индикаторы печатной платы регенератора.....	16
1.9.2. Переключатели печатной платы регенератора.....	17
2. Настройка регенератора для работы.....	18
2.1. Подключение регенератора к линии связи.....	18
2.1.1. Требования к линии связи .....	19
2.2. Управление и настройка регенератора. ....	20
3. Статистика соединения .....	20
4. Обновление встроенного программного обеспечения .....	20
Гарантия и обязательства .....	23
АДРЕС ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....	23
ГАРАНТИЙНЫЙ ТАЛОН .....	24
Приложение А.....	25

## 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 шрифтов в тексте

Обозначение	Пояснение
Изображение на экране	Этим шрифтом показывается содержимое экрана терминала при настройке регенератора.
<b><u>Наименование кнопки на клавиатуре</u></b>	Таким шрифтом показываются кнопки клавиатуры компьютера, н.п. « <b>Enter</b> », которые используются при настройке регенератора 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.
<b>stat</b>	<b>Жирный</b> шрифт используется для обозначения команд управления регенератором при помощи терминальной программы.



Прежде чем Вы приступите к настройке регенератора, мы рекомендуем проверить наличие новой версии этого «Руководства...», а также обновлений *firmware* и драйверов на нашем сайте [www.sigrand.ru](http://www.sigrand.ru)

## 1. Описание регенератора

Регенератор Сигранд SG-17E представляет из себя SHDSL-регенератор предназначенный для увеличения дальности связи между SHDSL устройствами в скоростном диапазоне 192...14080 кбит/с при работе по одной паре.

Регенератор Сигранд SG-17E выпускаются в герметичном корпусе из алюминиевого сплава класса защиты IP67.

Модификации регенератора, SG-17EP-SLG, SG-17E2P-SLG, обладают функцией приема и транзита дистанционного питания через сигнальную линию SHDSL (Power-over-DSL). Эта функция доступна при совместной эксплуатации со следующим оборудованием производства ООО «Сигранд»:

- DSLAM SG-17S (с интерфейсными модулями MS-17H4P);
- Маршрутизатором SG-17R (с интерфейсными модулями MR-17H1P2 и MR-17H2P2);

Модификации SG-17E-SLG, SG-17E2-SLG функционируют от локального источника питания напряжением 48 вольт – в этом случае, возможна совместная эксплуатация с оборудованием ООО «Сигранд», не обладающим функцией подачи питания в линию связи:

- DSLAM SG-17S (с интерфейсными модулями MS-17H4);
- Маршрутизатором SG-17R (с интерфейсными модулями MR-17H1 и MR-17H2);
- Модемами SG-17B различных модификаций.

Примененный в регенераторе SHDSL интерфейс соответствует редакции ITU-T G.991.2.bis (редакция 2005 г.) и использует для передачи набор кодировок TCPAM - Trellis-Coded Pulse Amplitude Modulation.

Регенератор оснащен следующими интерфейсами:

- одним или двумя каналами SHDSL, стандарта ITU-T G.991.2.bis, работающем в диапазоне скоростей 192-14080 кбит/с.
- Одним или двумя интерфейсами RS-232C для управления регенератором

### 1.1. Параметры линейного интерфейса DSL

Тип соединения		точка-точка
Число проводов в линии связи	2 (одна пара) или 4 (две пары)	
Тип применяемого кабеля		ТПП, КСПП, УТР
Линейный код		ТСРАМ
Входное и выходное сопротивление, Ом		135
Диапазон скоростей передачи данных, Кбит/с		192-14080
Шаг изменения скорости передачи, кбит/с		64
Вид связи		полнодуплексный
Режим передачи информации		синхронный, пакетный
Формат пакета		HDLC
Контрольная сумма		CRC32
Тип разъема		LTW
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 регенератора Сигранд SG-17E

Краткая информация о дальности связи и скорости регенератора Сигранд SG-17E приведена в Таблице 1. 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](http://www.sigrand.ru). Результаты, полученные при эксплуатации на реальных линиях связи могут отличаться от приведенных значений, ввиду отличий параметров этих линий от эталонной.

Табл.1

Скорость (кбит/с)	Линейный код	Параметр	Кабель ТПП100-0.5
14080	ТСРАМ128	Длина (км)	<b>0,8</b>
		R (Ом)	160
10240	ТСРАМ64	Длина (км)	<b>1,8</b>
		R (Ом)	324
7168	ТСРАМ64	Длина (км)	<b>2.8</b>
		R (Ом)	504
5696	ТСРАМ32	Длина (км)	<b>3.4</b>
		R (Ом)	612
3072	ТСРАМ16	Длина (км)	<b>5</b>
		R (Ом)	900
2304	ТСРАМ16	Длина (км)	<b>5.4</b>
		R (Ом)	972
1024	ТСРАМ16	Длина (км)	<b>7.8</b>
		R (Ом)	1404
512	ТСРАМ16	Длина (км)	<b>9.0</b>
		R (Ом)	1800



*Реальный диапазон скоростей может быть ограничен скоростью 5.7 Мб/сек при совместной эксплуатации с некоторыми интерфейсами выпуска до 2009 года, имеющими ограничения по скорости*



## 1.2. Параметры интерфейса RS-232C

Скорость, бит/сек	115 200
Протокол	8-N-1
Управление потоком	нет
Тип разъема	RJ-45

## 1.3. Питание

Регенераторы Сигранд SG-17E в зависимости от модификаций, запутываются дистанционно по сигнальной линии DSL или локально.	
Локальное питание	36÷72В
Дистанционное питание по DSL линии (PoDSL)	100÷250В

### 1.3.1. Дистанционное питание регенератора (PoDSL)

Дистанционное питание регенератора осуществляется по сигнальной линии DSL. Для запитывания регенераторов таким способом, в линии должно быть установлено оборудование, поддерживающее подачу дистанционного питания по сигнальной линии DSL – см. раздел 1 (стр.7) настоящего Руководства.

### 1.3.2. Локальное питание регенератора

Питание регенератора осуществляется от местного источника питания постоянного тока через совмещенный разъем **DC -48V/SENSORS** (рис.1). Регенератора выпускается в варианте, предусматривающих локальное питание – 48 вольт.

Так же под заказ доступен регенератор с локальным питанием от 3.3 вольта.



*Несоблюдение полярности при подключении локального питания регенератора приведет к срабатыванию защиты по питанию.*

#### 1.4. Доступные модификации регенераторов для заказа

Регенератор Сигранд SG-17E выпускается в нескольких модификациях. Доступны следующие виды модификаций табл.2.

Таблица 2

Модели	Описание
SG-17E-SLG	Силуминовый корпус без приема ДП, одно канальный
SG-17EP-SLG	Силуминовый корпус с приемом ДП, одно канальный
SG-17E2-SLG	Силуминовый корпус без приема ДП, 2-х канальный
SG-17E2P-SLG	Силуминовый корпус с приемом ДП, 2-х канальный

#### 1.5. Прочие данные

Габаритные размеры регенератора:

- высота, мм 60
- ширина, мм 120
- глубина, мм 200
- масса, г 350

Защита корпуса IP-67

Потребляемая мощность, Вт Не более 2.5 Вт

#### 1.6. Комплектность поставки

Регенератор	1 шт.
Блок питания	1 шт.
Ответная часть разъема <b>(DSL0)</b>	1 шт.
Ответная часть разъема <b>(DSL1)</b> (в 2-х канальной модификации)	1 шт.
Ответная часть разъема <b>(DC -48V/SENSORS)</b>	1 шт.
Паспорт	1 шт.
Консольный кабель управления	1 шт.
Упаковка	1 шт.



*Блок питания поставляется только с регенератором в модификации с локальным питанием от 3.3 вольт и представляет AC/DC адаптер со следующими характеристиками: входное напряжение 100-240VAC, выходное напряжение 3,3VDC. Так же данный блок питания не допускается использовать в суровых климатических условиях.*

### 1.7. Условия эксплуатации

Регенератора предназначен для эксплуатации при следующих климатических условиях:

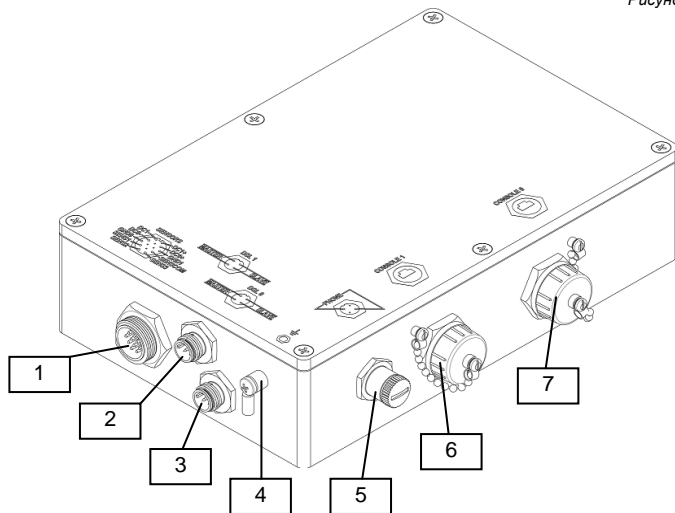
температура воздуха	-30 .. 45° C
относительная влажность воздуха	до 98 %
атмосферное давление	84 .. 107 кПа

### 1.8. Внешний вид и назначение разъемов

Регенератор Сигранд SG-17E выпускается в прямоугольном герметичном корпусе из алюминиевого сплава, соответствующий классу защиты IP67.

На рис.1 изображен внешний вид регенератора (изображена 2-х канальная модификация регенератора табл.2). Двухканальный регенератор содержит две печатных платы (п.п.) верхнюю и нижнюю. Верхняя п.п. обозначается как **DSL1** нижняя п.п.. обозначается как **DSL0**. Одноканальный регенератор содержит одну печатную плату **DSL0**.

На передней панели регенератора (рис.1) располагаются разъемы линейного интерфейса SHDSL, совмещенный разъем для подключения источника локального питания и датчиков сухих контактов, клемма заземления. На боковой части регенератора расположены разъемы интерфейса RS-232C и разъем для служебной связи.



- 1 – Совмещенный разъем **DC -48V/SENSORS**.  
 2 – Разъем **DSL1** для верхней платы регенератора.  
 3 – Разъем **DSL0** для нижней платы регенератора.  
 4 – Клемма заземления.  
 5 – Разъем служебной связи **PHONE**.  
 6 – Консольный разъем **CONSOLE1** верхней платы регенератора.  
 7 – Консольный разъем **CONSOLE0** нижней платы регенератора.

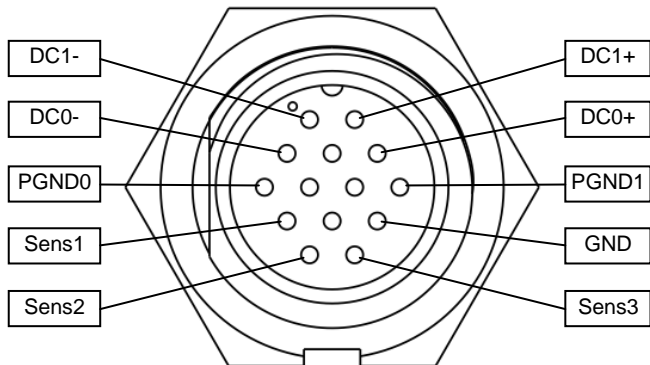


*В одноканальной модификации регенератора (табл.2), разъемы **DSL1** и **CONSOLE1** отсутствуют.*

### 1.8.1. Совмещенный разъем DC -48V/SENSORS

Совмещенный разъем **DC -48V/SENSORS** располагается на передней стороне регенератора, используется для подачи локального питания, подключения датчиков сухих контактов и подключения защитного заземления. Назначение контактов разъема **DC -48V/SENSORS** приведено на рис.2.

Рисунок 2



Контакты:

- **DC1-, DC1+** - для подачи питания на п.п. **DSL1** регенератора (задействованы только в 2-х канальной модификации регенератора).
- **DC0-, DC0+** - для подачи питания на п.п. **DSL0** регенератора.
- **PGND1** - для подключения заземления п.п. **DSL1** регенератора (задействованы только в 2-х канальной модификации регенератора).
- **PGND0** - для подключения защитного заземления п.п. **DSL0** регенератора.

- **PGND1** - для подключения защитного заземления п.п. **DSL1** регенератора.
- **Sens1, Sens2, Sens3, GND** - для подключения датчиков сухих контактов к п.п **DSL0**.

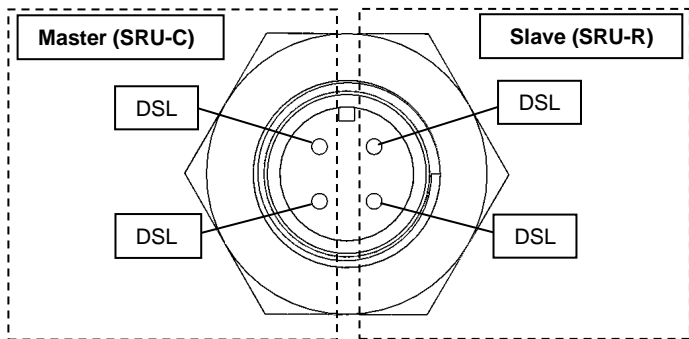
### 1.8.2. Разъемы DSL0, DSL1

Разъем **DSL0** и **DSL1** располагаются на передней стороне регенератора, служат для подключения сигнальных линий к п.п. **DSL0** и п.п. **DSL1** соответственно. Назначение контактов разъёмов SHDSL приводится на рис.3.



*Разъем **DSL1** и печатная плата **DSL1** отсутствуют в одноканальной версии регенератора.*

Рисунок 3



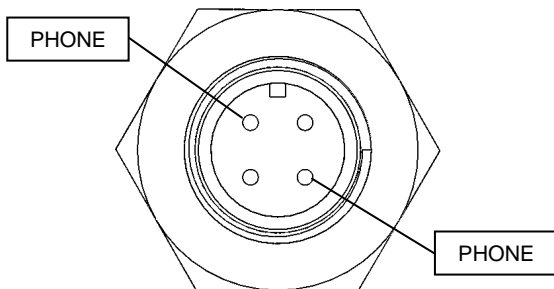
### 1.8.3. Клемма заземления

Клемма заземления располагается на передней стороне регенератора.

### 1.8.4. Разъем PHONE

Разъем **PHONE** находится на боковой стороне регенератора и служит для подключения аппарата служебной связи. Назначение контактов разъёма приводится на рис.4. Клемма заземления располагается на передней стороне регенератора

Рисунок 4



### 1.8.5. Разъемы CONSOLE0, CONSOLE1

Разъемы **CONSOLE0** и **CONSOLE1** расположены на боковой стороне регенератора и служат для обновления встроенного программного обеспечения по средствам протокола RS-232. Кабель-переходник RJ-45<->DB9 входит в комплект поставки. Разъем **CONSOLE0** и **CONSOLE1** подключаются к п.п. **DSL0** и **DSL1** соответственно.

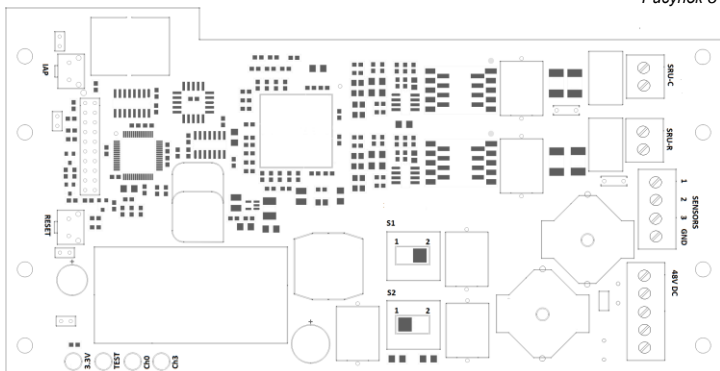


*Разъем **CONSOLE1** и печатная плата **DSL1** отсутствуют в одноканальной версии регенератора.*

## 1.9. Печатная плата регенератора (п.п.)

На рис.1 изображен общий вид печатной платы регенератора Сигранд SG-17E.

Рисунок 5



### 1.9.1. Индикаторы печатной платы регенератора

Светодиодные индикаторы **3.3V**, **TEST**, **Ch0**, **Ch3** (рис.5) расположенные на печатной плате регенератора и служат для контроля работы регенератора (табл.3).

Таблица 3

Индикатор	Состояние	Обозначение
POWER	Горит	Регенератор включен
	Не горит	Регенератор выключен
TEST	Горит	Регенератор исправен
	Не горит	Регенератор неисправен
	Мигает	Регенератор неисправен
Ch0	Горит	Связь с удаленным устройством есть
	Не горит	Связи с удаленным устройством нет
	Мигает	Процесс установки связи



Ch3	Горит	Связь с удаленным устройством есть
	Не горит	Связь с удаленным
	Мигает	Процесс установки связи

Светодиодный индикатор **Ch0** соответствует контактам **MASTER (CRU-C, пункт 1.8.2)**.

Светодиодные индикатор **Ch3** соответствует контактам **SLAVE (CRU-R, пункт 1.8.2)**.

### 1.9.2. Переключатели печатной платы регенератора

Переключатели **S1** и **S2** расположенные на печатной плате регенератора (рис.5), предназначены для управления приемом и транзитом дистанционного питания с DSL линии.

Переключатель S1 и S2 служат для управления подачей питания с участков линии, подключенных к интерфейсам **SRU-C** и **SRU-R** соответственно.

Согласно таблице 4 в положении 1 переключатель замкнут тесть, питание с линии поступает на п.п. регенератора, в положении 2 разомкнут.

Таблица 4

	Замкнут
	Разомкнут



*Транзит дистанционного питания между полусекциями DSL линии категорически запрещается! Не соблюдения данного требования может привести к поломке регенератора.*

## 2. Настройка регенератора для работы

### 2.1. Подключение регенератора к линии связи



*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 регенераторов, так и посторонней аппаратуры на линии связи!*



*Удостоверьтесь, что на линии отсутствуют терморезисторы. Наличие таких предохранителей приводит к ограничению скорости работы регенератора!*

Регенератор Сигранд SG-17E подключается в разрыв сигнальной линии, вследствие этого один канал регенератора содержит два интерфейса DSL. Один интерфейс является ведущим **MASTER (SRU-C)**, соответственно другой является ведомым **SLAVE (SRU-R)** (рис.3). К **MASTER (SRU-C)** интерфейсу следует подключать ведомый **SLAVE (STU-R или SRU-R)** удаленный интерфейс, а к **SLAVE (SRU-R)** интерфейсу следует подключать ведущий **MASTER (STU-C или SRU-C)** удаленный интерфейс.

Подключать регенератор к линии связи следует в следующем порядке:

- К ответной части (входит в комплект поставки) разъема **DSL0** припаять проводники линии связи согласно пункту 1.7.2.
- Снять крышку регенератора.
- Переключатели **S1** и **S2** на п.п. **DSL0** выставить в нужное положение согласно пункт 1.8.2.

- Зафиксировать ответную часть в разъеме **DSL0** на регенераторе.
- Включить питание регенератора.
- По светодиодным индикаторам убедиться в работоспособности п.п. регенератора согласно пункту 1.8.1.
- Закрыть крышку регенератора

При подключении двухканальной модификации регенератора следует подключать п.п **DSL0** в первую очередь, а **DSL1** во вторую. Последовательность действий при подключении п.п. **DSL1** аналогична при подключении п.п. **DSL0**.

### 2.1.1. Требования к линии связи

Для исправной работы регенератора 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 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 показателей, или к полной неработоспособности линии связи.
- Эксплуатация регенераторов на «воздушных» линиях, либо линиях с комбинированным (подземным + надземным) способом прокладки **НЕ РАЗРЕЩАЕТСЯ**.



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

## 2.2. Управление и настройка регенератора.

Регенератор Сигранд SG-17E является не обслуживаемым устройством. Настройка DSL интерфейсов осуществляется автоматически в зависимости от настроек установленных на ведущем **MASTER (STU-C)** оконечном устройстве DSL линии.



*При неподключенных к DSL линии оконечных устройства ведущего (Master, STU-C) и ведомого (Slave, STU-R) инициализация связи между регенераторами невозможна!*

## 3. Статистика соединения

Сбор статистики в регенераторах Сигранд SG-17E осуществляется средствами протокола SNMP.

## 4. Обновление встроенного программного обеспечения

Обновление встроенного программного обеспечения регенератора Сигранд SG-17E происходит по средствам терминальной программы. В операционной системе Windows рекомендуется использовать терминальную программу «HyperTerminal», а в ОС Linux рекомендуется использовать терминальную программу «Minicom»

Для того чтобы инициализировать процедуру обновления программного обеспечения необходимо выполнить следующие условия (рассматривается одноканальный регенератор):

- Снять крышку корпуса регенератора.
- Соединить консольный порт управления регенератора **CONSOLE0** (пункт 1.6.5) с последовательным портом компьютера.
- Запустить терминальную программу на компьютере, настройки которой должны соответствовать пункту 1.3.
- Нажать клавишу **IAP** затем **RESET** на п.п. **DSL0** (рис.5).
- Не отпуская клавишу **IAP**, следует отжать клавишу **RESET**.

При правильной последовательности действий и правильных настройках терминала на экране появится надпись:

```
*****ROGRAM UPDATE*****
Download To Internal Flash ----- 1
Download To External Flash Infineon----- 2
Jump New Program ----- 3
*****
```

После появления этого меню на экране компьютера, кнопку **IAP** следует отпустить.

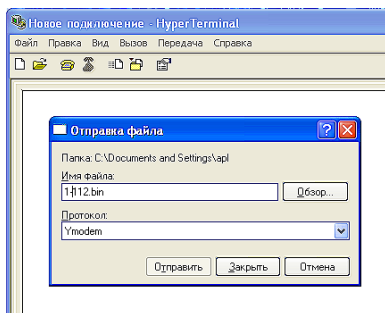
Для обновления встроенного программного обеспечения управляющего микроконтроллера, следует ввести цифру “1”. Программное обеспечение для управляющего микроконтроллера доступно на сайте [www.sigrand.ru](http://www.sigrand.ru).

При необходимости обновить прошивку SHDSL чипа следует ввести цифру “2”. Программное обновление SHDSL доступно только по запросу в фирму Сигранд.

При вводе “1” или “2” выдается запрос на загрузку файла-образа:

```
Waiting for the file (press 'a' to abort )
cccccc_
```

После этого, в меню “Передача” терминальной программы выбрать пункт “Отправить файл”. В открывшемся окне (рис.7) в пункте “Протокол” следует выбрать проток передачи “Y-Modem” (рассматривается на примере HyperTerminal из стандартной поставки ОС Windows).



Далее следует указать месторасположение файла-образа, которым планируется перешивать регенератор. Файлы-образы имеют вид \*.bin. Программное обновление может содержать несколько файлов-образов.

Процедуру обновления необходимо запускать для каждого файла. Порядок обновления файлов произвольный.

По завершении загрузки firmware выводится следующее сообщение:

```

Download Completed Successfully
*****
Name: sgl7e01.bin
Size: 8468 Bytes
*****
***** PROGRAM UPDATE*****
Download To Internal Flash ----- 1
Download To Internal Flash Infineon----- 2
Jump New Program ----- 3
*****

```

После этого следует выбрать “3” – выдет из режима обновления ПО и перейдет в штатный режим работы.

## Гарантия и обязательства

Изготовитель гарантирует работоспособность регенератора 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 регенераторы, эксплуатирующиеся на «воздушных» линиях, либо линиях с комбинированным способом прокладки, аннулируется.*

### АДРЕС ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Российская федерация, г. Новосибирск, пр.Лавреньтьева 6/6,

ООО «Сигранд»

Телефоны (8-383) 332-94-37

Факс (8-383) 332-02-43

[www.sigrand.ru](http://www.sigrand.ru)

## ГАРАНТИЙНЫЙ ТАЛОН

На регенератор Сигранд SG-17E-SLG

серийный номер \_\_\_\_\_

модификация:	<input type="checkbox"/> «Сигранд SG-17E-SLG»
	<input type="checkbox"/> «Сигранд SG-17EP-SLG»
	<input type="checkbox"/> «Сигранд SG-17E2-SLG»
	<input type="checkbox"/> «Сигранд SG-17E2P-SLG»

Выпущен « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Контролер \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

М.П.

Продавец	
Адрес	
Телефон	
Дата продажи	
М.П.	
Подпись	

Покупатель	
Адрес	
Телефон	
Дата продажи	
М.П.	
Подпись	



## ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАБЕЛЯ ТПП

**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 <sup>-4</sup>	G, См/км *10 <sup>-4</sup>	Z , Ом	α, 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