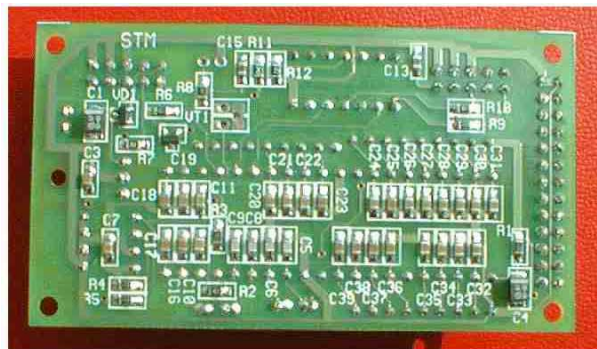
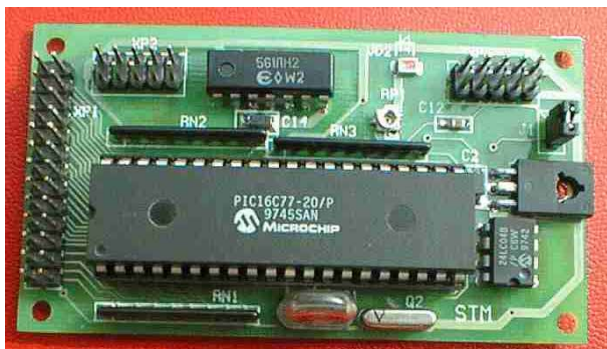


# Системный телеметрический модуль STM

*Карен Тадевосян, RA3APW*  
*Александр Сидорин, RX3ARH*

*тел. (095) 956-13-94*  
*email: [stm@ampr.demos.su](mailto:stm@ampr.demos.su)*  
*<http://ra3apw.demos.su/stm>*



## Содержание

Системный телеметрический модуль STM	1
1. Техническое описание	2
2. Типы сообщений модуля STM	4
2.1. Телеметрические сообщения	4
2.2. Сообщения маяка	5
2.3. GPS сообщения	5
2.3.1. TAIP протокол	6
2.3.2. NMEA протокол	7
2.3.3. DUMB протокол	7
3. Конфигурирование модуля STM	8
3.1. Порядок конфигурирования	8
3.2. Задание параметров конфигурации	13
3.3. Пример конфигурации модуля STM	15
4. Подготовка модуля STM к работе	16
5. Поддержка проекта	16

Системный телеметрический модуль STM - устройство, предназначенное для помехозащищенной передачи телеметрических, опознавательных, позиционирующих и иных данных совместно с УКВ радиостанцией.

В вариантном исполнении модуль STM может быть совместим с системой APRS и подобными комплексами сопровождения мобильных объектов в режиме реального времени с использованием системы глобального спутникового позиционирования GPS.

Через подключенную радиостанцию модуль STM посылает в эфир по протоколу пакетной радиосвязи AX.25 данные о позиции GPS, телеметрические данные, текст сообщения маяка с периодичностью, определяемой пользователем. Для работы на больших территориях и в условиях радиотени возможно использование до четырех пакетных ретрансляторов.

Модуль STM способен принимать *данные с приемника GPS* по протоколам NMEA и TAIP, а также передавать телеметрические данные с *восьюми аналоговых и шестнадцати цифровых* датчиков.

С помощью программы конфигурирования (software) пользователь может настроить персональные позывные и другие параметры. Параметры конфигурации сохраняются в энергонезависимой памяти EEPROM модуля STM. Конфигурирование производится только при необходимости изменения параметров настройки.

Для питания модуля STM может использоваться нестабилизированное напряжение 9-15 вольт или стабилизированное напряжение 5 вольт. Потребляемый модулем ток составляет 30 мА в нормальном режиме и менее 0.5 мА в «спящем» режиме.

Модуль STM выполнен на двусторонней печатной плате размером 46 x 82 мм с использованием технологии поверхностного монтажа. Микроконтроллер MICROCHIP PIC16C77 расположен в DIP или PLCC панельке для удобства обновления микропрограммы (firmware).

## 1. Техническое описание

Модуль STM передает телеметрические данные с аналоговых и цифровых датчиков, данные с GPS приемника и текст маяка в помехоустойчивом протоколе пакетной радиосвязи AX.25 на скорости 1200 бит/с с модуляцией AFSK. Это обеспечивает возможность подключения любых УКВ ЧМ радиостанций импортного и отечественного производства, имеющих электронный переключатель «прием/передача».

Модуль STM имеет восемь аналоговых телеметрических входов, обозначенных от A0 до A7. Используемый восьмиразрядный АЦП дает 256 значений для каждого входа относительно опорного напряжения +5 вольт. Выходное сопротивление устройства, подключенного к аналоговым входам должно быть менее 10 кОм. Неиспользуемые аналоговые входы для уменьшения потребляемой мощности и влияния на соседние каналы должны быть соединены с контактом GND. В вариантном исполнении аналоговые входы можно использовать как цифровые.

STM имеет также шестнадцать цифровых телеметрических входов (уровни TTL), обозначенных от D0 до D15. Неподключенные цифровые входы имеют значение логической «1».

В вариантном исполнении возможен перевод части цифровых входов в режим цифровых выходов для подключения внешних исполнительных устройств, а также размещение в микроконтроллере дополнительной микропрограммы, реализующей логику управления внешними исполнительными устройствами.

Для получения данных от GPS приемника (если он подключен) и для конфигурирования модуля используется последовательный порт XP2. Для последовательной связи используются сигналы RXD и SGND стандарта RS232 с параметрами обмена 4800,8,N,1. Сигнал TXD, используемый только при конфигурировании модуля STM, имеет уровень +5 вольт, что вполне достаточно при кабеле небольшой длины.

Сигналы с модуля STM на радиостанцию обозначены как TXA, GND, PTT и RXA. Выходной сигнал на контакте TXA подается на микрофонный вход передатчика и обеспечивает 1200 бит/с AFSK модуляцию с тонами 1200 и 2200 Гц.

Выходной сигнал PTT подается на электронный переключатель «прием/передача» радиостанции и выполнен по схеме с открытым коллектором.

Входной сигнал RXA, снимаемый с приемной части радиостанции, блокирует переключение модуля в режим передачи и используется для исключения «столкновений» (коллизий) в радиоканале.

При свободном радиоканале для передачи активизируется сигнал PTT и с выхода контакта TXA звуковой модулирующий сигнал поступает на микрофонный вход

радиостанции. Потенциометром RP1 устанавливается необходимая амплитуда модулирующего сигнала.

Для удобства применения с носимыми радиостанциями, где сигнал управления «прием/передача» PTT и модулирующий сигнал TXA подаются вместе на микрофонный вход радиостанции, устанавливается переключатель J1. Если переключатель J1 не установлена, то сигналы PTT и TXA подаются раздельно.

Питание модуля может осуществляться двумя способами.

При первом способе нестабилизированное напряжение в диапазоне от 9 до 15 вольт подается на контакты +V и GND. Установленный на печатной плате модуля стабилизатор обеспечивает напряжение +5 вольт для питания собственно модуля, а также приемника GPS и других датчиков.

При втором способе стабилизированное напряжение +5 вольт должно подаваться прямо на контакты +5V и GND.

В таблицах 1-3 приведены описания контактов и сигналов модуля STM.

Таблица 1

*Сигналы на разъеме XP1*

<i>Сигнал</i>	<i>Контакт</i>	<i>Контакт</i>	<i>Сигнал</i>
Аналоговый вход 1	1	2	Аналоговый вход 2
Аналоговый вход 3	3	4	Аналоговый вход 4
Аналоговый вход 5	5	6	Аналоговый вход 6
Аналоговый вход 7	7	8	Аналоговый вход 8
Цифровой вход 1	9	10	Цифровой вход 2
Цифровой вход 3	11	12	Цифровой вход 4
Цифровой вход 5	13	14	Цифровой вход 6
Цифровой вход 7	15	16	Цифровой вход 8
Цифровой вход 9	17	18	Цифровой вход 10
Цифровой вход 11	19	20	Цифровой вход 12
Цифровой вход 13	21	22	Цифровой вход 14
Цифровой вход 15	23	24	Цифровой вход 16
Общий	25	26	Общий

Таблица 2

*Сигналы на разъеме XP2*

<i>Сигнал</i>	<i>Контакт</i>	<i>Контакт</i>	<i>Сигнал</i>
RXD RS-232 (вход)	1	2	Не используется
Не используется	3	4	Не используется
TXD RS-232 (выход)	5	6	Общий
Не используется	7	8	Общий
+5 вольт стабилизиров.	9	10	Общий

Таблица 3

## Сигналы на разъеме XP3

Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал
RXA (вход)	1	2	+ 12 вольт нестаб. (вход)
РТТ (выход)	3	4	Не используется
ТХА (выход)	5	6	Общий
Не используется	7	8	Общий
+5 вольт стабилизируют.	9	10	Общий

## 2. Типы сообщений модуля STM

Модуль STM передает в эфир в формате кадров UI протокола AX.25 следующие типы сообщений:

1. Телеметрические сообщения
2. Сообщения маяка
3. GPS сообщения.

Все сообщения STM модуля содержат строку позывных *CallSigns*, включающую позывной передающей радиостанции модуля STM, позывной принимающей станции и, по выбору, до четырех позывных ретрансляторов. Все позывные могут иметь номера-модификаторы (*SSID*) от 0 до 15.

После включения питания модуль STM проверяет содержащуюся в EEPROM конфигурацию. Если конфигурация нарушена, модуль уведомляет оператора о сбое, передавая в эфир каждые 15 секунд текст CONFIG FAILED и свой аппаратный идентификатор. Если после повторного включения модуль не переходит в нормальный режим работы, то необходимо провести его конфигурирование заново с помощью программы STMCxxx.EXE (см. [Конфигурирование модуля STM](#)).

### 2.1. Телеметрические сообщения

Телеметрические сообщения передаются в виде:

**CallSigns>P:DI=00,01;AI=25,D8,DA,00,EC,01,45,43;CN=01;SQ=46,STM vX.XX**

или

**CallSigns>A:DI=00,81;AI=25,D8,DA,00,EC,01,45,43;CN=01;SQ=47,STM vX.XX**

где:

P - периодическое сообщение, посылаемое в моменты истечения телеметрического интервала времени, равного произведению параметров *Telemetry Period* и *Base Time Period* в секундах. Периодичность сообщений можно изменять от одной секунды до одного часа

восьми минут. В случае нулевого параметра *Telemetry Period* периодические сообщения не передаются.

A - срочное сообщение, посылаемое по срабатыванию некоторых цифровых датчиков. Посылается при задании параметра *Send Alerts*.

DI - значения цифровых датчиков (две группы шестнадцатеричных цифр, представляющих 16 значений 0 или 1),

AI - значения аналоговых датчиков (восемь групп шестнадцатеричных цифр, представляющих 8 значений от 0 (00) до 255 (FF)),

CN - значения восьмиразрядного счетчика, подключенного к цифровому датчику D0,

SQ - последовательный номер сообщения (00 - FF),

X.XX - версия микропрограммы.

## 2.2. Сообщения маяка

Сообщения маяка передаются в виде:

### CallSigns>Beacon Text

где:

*Beacon Text* - строка длиной до 38 символов, посылается через интервалы времени, равные произведению параметров *Beacon Period* и *Base Time Period* в секундах. Периодичность сообщений можно изменять от одной секунды до одного часа восьми минут. В случае нулевого параметра *Beacon Period* опознавательные сообщения не передаются.

## 2.3. GPS сообщения

Вид сообщений GPS зависит от конфигурации GPS приемника и выбранного GPS протокола модуля STM. Протоколы модуля STM и GPS приемника должны совпадать (NMEA, TAIP).

Параметры порта RS422 должны быть установлены следующим образом:

скорость передачи	4800 бит в секунду;
количество бит в слове	8;
контроль четности	нет;
количество стоповых бит	1.

В настоящее время в STM модуле поддерживаются протоколы TAIP, NMEA и DUMB. Возможна реализация протокола TSIP.

При ненулевом параметре *GPS Period* сообщения GPS посылаются периодически с интервалом, равным произведению параметров *GPS Period* и *Base Time Period* в секундах. Периодичность сообщений можно изменять от одной секунды до одного часа восьми минут.

В случае задания нулевого параметра *GPS Period*, периодические GPS сообщения не передаются.

При задании параметра *GPS Immed* сообщения от GPS приемника сразу же передаются в эфир.

В модуле STM используются двойная буферизация и асинхронные прерывания, предотвращающие потерю входных данных во время передачи сообщений в эфир. Однако следует иметь в виду, что скорость передачи данных по радиоканалу составляет 1200 бит в секунду, а это в четыре раза меньше скорости поступления входных данных, поэтому задание слишком коротких периодов или режима *GPS Immed* при высокой активности GPS приемника может приводить к потере входных сообщений.

С целью предотвращения потери данных, входные сообщения можно фильтровать, оставляя наиболее информативные с помощью параметра *GPS Filter*, имеющего длину до пяти символов.

Так, при работе в протоколе NMEA GPS приемник будет передавать сообщения GPGGA и GPVTG один раз в секунду, что превысит пропускную способность радиоканала. Задание параметра *GPS Filter* в виде GPGGA позволит передавать сообщения GPGGA без потерь.

Если параметр *GPS Filter* задать в виде GPG (3 символа), то передаваться будут только сообщения, начинающиеся с этих букв, например, GPGGA, GPGLL, GPGSA, GPGSV, но не GPVTG, GPRMC, GPZDA.

При передаче вновь поступивших GPS сообщений к ним прибавляются слова:

/GPS FIX.

Если по истечении временного интервала не поступило нового GPS сообщения от приемника, то еще раз передается последнее пришедшее сообщение со словами:

/LAST FIX.

### 2.3.1. TAIP протокол

GPS сообщения протокола TAIP сразу после включения GPS приемника имеют вид:

**CallSigns>>RPV-0001+0000000+0000000000000090;\*6E</GPS FIX**

или

**CallSigns>>RPV-0001+0000000+0000000000000090;\*6E</LAST FIX**

затем, по мере обнаружения спутников:

**CallSigns>>RPV15714+3739438-1220384601512612;\*7F</GPS FIX**

или

**CallSigns>>RPV15714+3739438-1220384601512612;\*7F</LAST FIX**

где:

RPV ... - сообщение Position/Velocity GPS приемника, включающее, в частности, время, координаты, направление и скорость объекта.

### 2.3.2. NMEA протокол

GPS сообщения протокола NMEA сразу после включения GPS приемника имеют вид:

**CallSigns>\$GPGGA,,,,,0,0,,,,,,\*56/GPS FIX**

или

**CallSigns>\$GPGGA,,,,,0,0,,,,,,\*56/LAST FIX**

с периодичностью 16 секунд, затем

**CallSigns>\$GPGGA,060235,5545.295,N,03731.829,E,1,3,0105,,M,015,M,,\*79/GPS FIX**  
**CallSigns>\$GPVTG,118,T,109,M,02,8,N,05,2,K\*43/GPS FIX**

каждую секунду.

Сообщение GPGGA содержит, помимо прочего, время, координаты, количество спутников, высоту антенны.

Сообщение GPVTG включает скорость объекта относительно земли.

### 2.3.3. DUMB протокол

Протокол DUMB предназначен для подключения к модулю STM любого терминального устройства по стыку RS232. Сообщения разделяются кодом перевода каретки CR (шестнадцатеричное 0D) и имеют вид:

**CallSigns>DUMB Text/GPS FIX**

или

**CallSigns>DUMB Text/LAST FIX**

где:

DUMB Text - строка длиной до 96 символов.

При использовании параметра *GPS Filter* нужно учитывать, что он применяется, начиная не с первого, а со второго байта сообщения.

### 3. Конфигурирование модуля STM

Конфигурационная программа STMCxxx.EXE позволяет записывать параметры модуля STM в энергонезависимую память через последовательный порт RS-232 персонального компьютера.

Программа STMCxxx.EXE является 32-разрядным приложением среды Windows 95 и Windows NT.

#### 3.1. Порядок конфигурирования

1. При выключенном компьютере соединить кабелем свободный порт COM1 или COM2 PC с STM следующим образом:

контакт STM	контакт RS-232 PC	
	DB9	DB25
TXD	2	3
RXD	3	2
GND	5	7

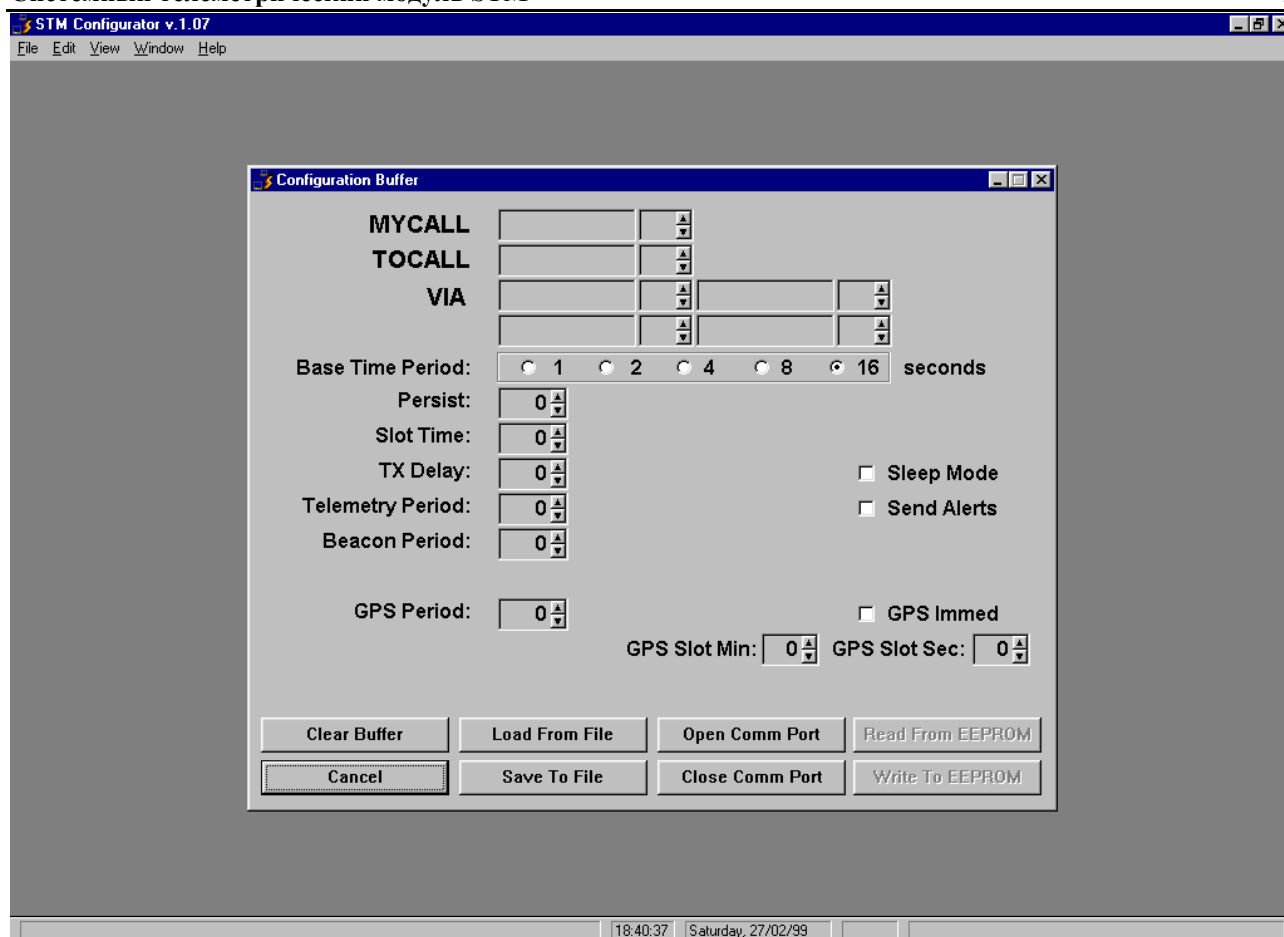
2. Подать напряжение питания +9-15 вольт на контакт +V или стабилизированное напряжение +5 вольт на контакт +5V модуля STM. Общий провод - GND.

3. При необходимости контроля полученных в результате конфигурации сообщений модуля STM, подключить вход дополнительного TNC к выходу TXA STM.

4. Включить компьютер и запустить программу STMCxxx.EXE.

5. Отобразить содержимое конфигурационного буфера, выбрав меню *View ... Configuration Buffer*.

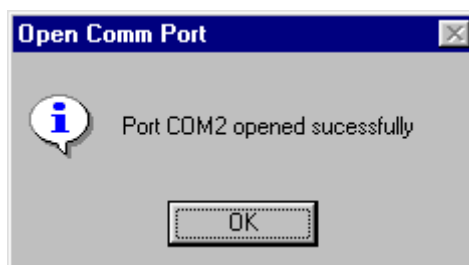




6. Открыть последовательный порт, для чего нажать кнопку *Open Comm Port*, на появившемся окне выбрать COM1 или COM2 и нажать кнопку *Open*.



Если открытие порта прошло нормально, то окно *Open Comm Port* исчезает, а на статус-строке внизу экрана справа от даты появляется COM1 или COM2.



Появление сообщения: *Communications Port Is Already In Use*

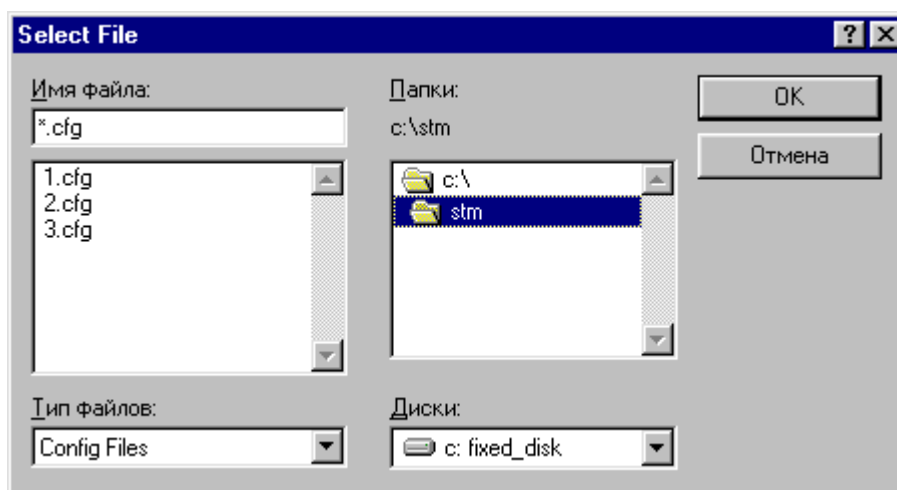


означает, что данный порт занят другой программой, например, драйвером мыши. Следует либо завершить такую программу, либо выбрать другой порт.

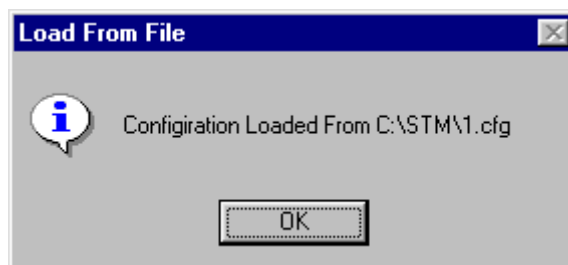
7. Теперь можно осуществить задание параметров вручную либо считать их из конфигурационного файла или же считать содержимое памяти модуля STM.

#### 7.1. Загрузка параметров из конфигурационного файла

Нажать на кнопку **Load From File** и в появившемся окне диалога выбрать конфигурационный файл.

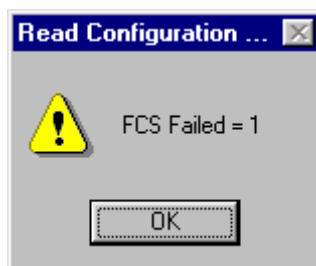


Сообщение: *Configuration Loaded From File filename*



свидетельствует о нормальном загрузке параметров.

Сообщение: *FCS Failed*

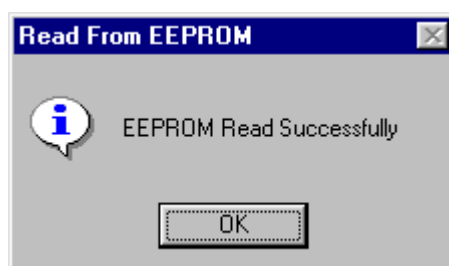


означает, что конфигурационный файл поврежден и не может использоваться.

## 7.2. Считывание параметров из памяти модуля STM

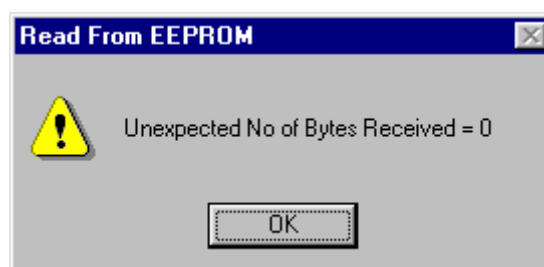
Нажать на кнопку *Read From EEPROM*.

Сообщение: *EEPROM Read Successfully*



говорит об успешном считывании параметров.

Сообщение: *Unexpected No of Bytes Received*



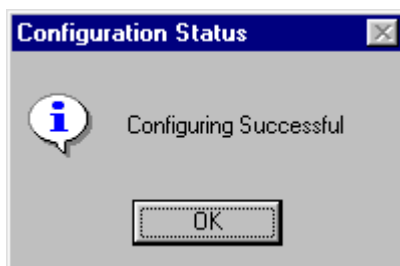
означает, что модуль STM не подсоединен правильно.

**Внимание!** В "спящем режиме" (Sleep Mode) модуль STM не воспринимает конфигурационные команды. В этом режиме конфигурирование (нажатие кнопок *Read From EEPROM*, *Write To EEPROM*) следует производить в течение пяти секунд после включения модуля STM.

8. Задать требуемые значения параметров. Задание параметров описано в разделе 3.2.

9. Записать параметры в память STM модуля, для чего нажать на кнопку **Write To EEPROM** (см. Замечание к пункту 7.2).

Сообщение: *Configuration Successful*



говорит об успешном конфигурировании. Модуль STM осуществляет программный сброс и посылает все заданные периодические сообщения.

Другие сообщения: *No Response, FCS Failed*



свидетельствуют о неправильном подключении или попытке конфигурирования в “спящем режиме”.

10. При необходимости сохранить заданные параметры в файле нажатием кнопки **Save To File** с последующим указанием имени файла. Если файл с таким именем уже существует, подтвердить его перезапись или указать другое имя.

11. Содержимое конфигурационного буфера можно стереть нажатием кнопки **Clear Buffer**.

### 3.2. Задание параметров конфигурации

*MYCALL* - позывной радиостанции модуля STM.

*TOCALL* - позывной базовой приемной станции.

*VIA* - позывные ретрансляторов. Заполняются слева направо.

Параметры *MYCALL* и *TOCALL* являются обязательными.

Указанные выше параметры имеют формат позывных, т.е. длину до 6 алфавитно-цифровых символов верхнего регистра. Они могут иметь модификатор от 0 до 15 (по умолчанию - 0), что дает возможность указать один позывной для 16 модулей STM.

Неверно введенные символы заменяются нулями.

Пустые поля в позывных ретрансляторов *VIA* не допускаются и удаляются программой.

*Persist* - пороговое значение для разрешения доступа к радиоканалу.

В случае обнаружения несущей частоты в канале, модуль STM ждет интервал времени SlotTime и затем с вероятностью Persist опять проверяет наличие несущей.

Данная процедура доступа к радиоканалу общепризнана и реализована во многих пакетных контроллерах.

Если Вы затрудняетесь с выбором порогового значения - устанавливайте параметр Persist равным 128 (50%).

*SlotTime* - временной интервал, устанавливается с шагом в 10 миллисекунд.

Этот параметр можно установить, равным единице (10 мс).

*TXDelay* - задержка передачи данных.

С целью устранения влияния переходных процессов при включении передатчика сообщения передаются не сразу, а по истечении времени *TXDelay* после его включения.

Параметр TXDelay может принимать значения от 0 до 1785 миллисекунд с шагом 14 миллисекунд. Для стандартных радиостанций этот параметр обычно следует установить в пределах 300 мс.

*Sleep Mode* - режим пониженного энергопотребления. В этом режиме микроконтроллер потребляет ток 5 мка.

**Внимание! Данный режим несовместим с GPS сообщениями.**

*Base Time Period* - базовый временной период.

Может принимать значения 1, 2, 4, 8 и 16 секунд. Передача всех периодических сообщений STM модуля производится через интервалы времени, кратные базовому временному периоду.

**Telemetry Period** - период передачи телеметрических сообщений.

**Beacon Period** - период передачи сообщений маяка.

**GPS Period** - период передачи сообщений GPS приемника.

Периодичность сообщений STM модуля определяется произведением величины соответствующего периода на единый базовый временной период.

Периодичность передачи телеметрических, опознавательных и GPS сообщений может изменяться от одной секунды до одного часа восьми минут.

Задание нулевого периода означает, что соответствующий тип сообщений передаваться не будет.

**Send Alerts** - телеметрические сообщения передаются в момент срабатывания некоторых цифровых датчиков, т.е. асинхронно. Допускается совместное задание как периодических (**Telemetry Period** > 0), так и асинхронных (**Send Alerts**) телеметрических сообщений.

**GPS Immed** - сообщения GPS передаются в момент их поступления от GPS приемника, т.е. асинхронно. Допускается совместное задание как периодических (**GPS Period** > 0), так и асинхронных (**GPS Immed**) GPS сообщений.

**Beacon Text** - текст сообщения маяка длиной до 32 знаков.

**GPS Filter** - фильтр сообщений GPS длиной до 5 символов. Сообщения GPS сравниваются с параметром **GPS Filter**, начиная со второго байта. В случае несовпадения символов фильтра и сообщения, последнее игнорируется и не передается в эфир.

Пустое значение параметра **GPS Filter** означает отсутствие фильтрации.

**GPS Slot Min** – минутный фильтр сообщений GPS. Передаются только сообщения, пришедшие в указанную минуту каждого часа.

Нулевое значение параметра **GPS Slot Min** означает отсутствие фильтрации по минутам.

**GPS Slot Sec** – минутный фильтр сообщений GPS. Передаются только сообщения, пришедшие в указанную секунду каждой минуты.

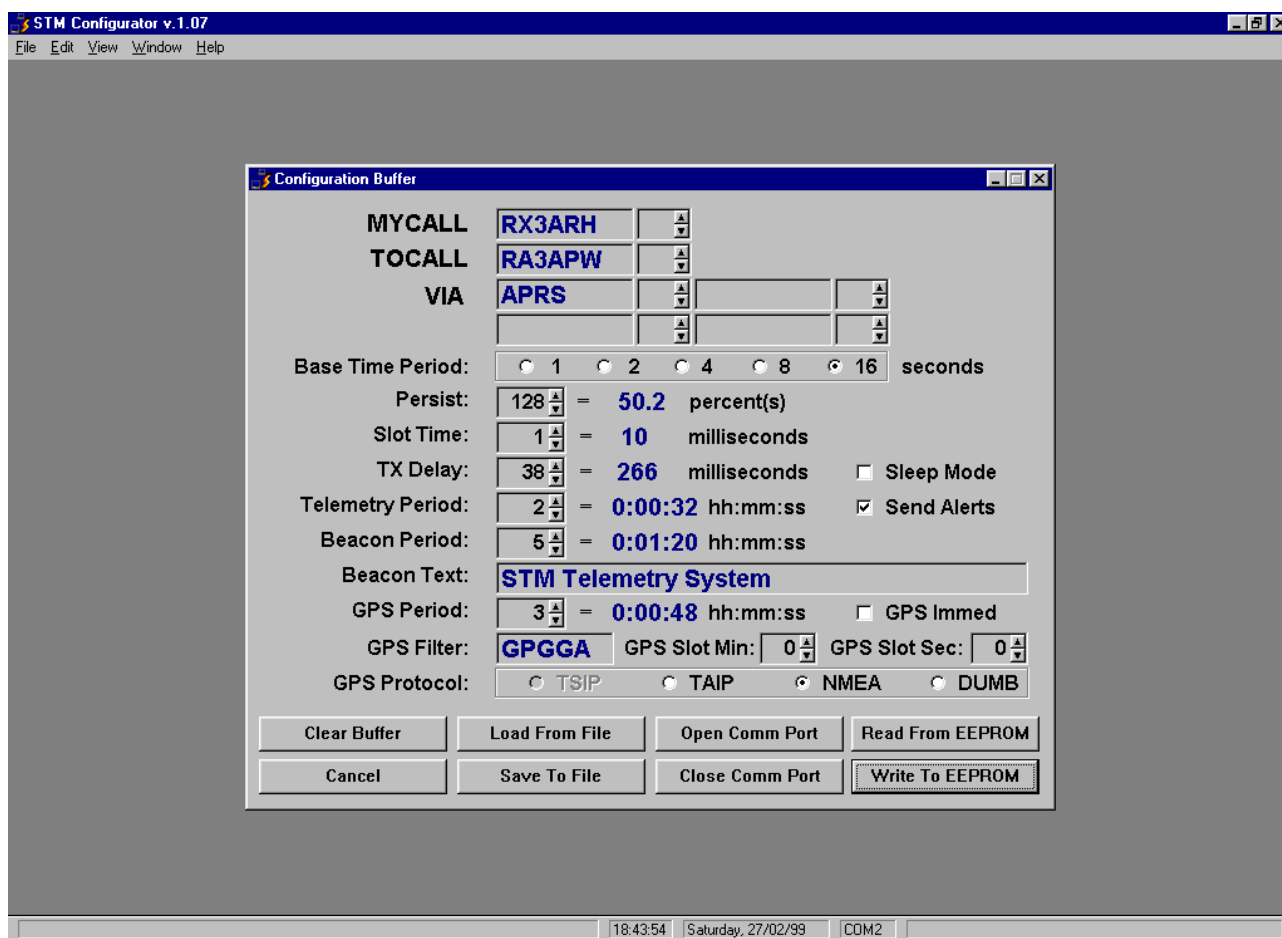
Нулевое значение параметра **GPS Slot Sec** означает отсутствие фильтрации по секундам.

Использование параметров **GPS Slot Min** и **GPS Slot Sec** позволяет устранить эффект “скрытого передатчика”.

**GPS Protocol** - тип используемого GPS протокола. В настоящее время поддерживаются протоколы TAIP, NMEA и DUMB.

Протокол DUMB по аналогии с DUMB терминалом считывает байты с последовательного устройства и разделяет сообщения либо по получении символа CR (возврат каретки) либо по условию накопления буфера (96 байт).

### 3.3. Пример конфигурации модуля STM



#### 4. Подготовка модуля STM к работе

1. Если предполагается использовать GPS приемник, то соединить контакт TXD приемника GPS с контактом RXD STM (разъем XP2), а также соединить между собой контакты GND.
2. Подключить, если необходимо, выходы аналоговых телеметрических датчиков к контактам STM A0 ... A7 (разъем XP1). Неиспользуемые аналоговые входы STM соединить с контактом GND.
3. Подключить, если необходимо, выходы цифровых телеметрических датчиков к контактам STM D0 ... D15 (разъем XP1).
4. Контакт PTT (разъем XP3) соединить с контактом радиостанции «прием/передача» PTT. Если используется радиостанция типа hand-held с установите только переключку J1.
5. Сигнал TXA (разъем XP3) STM подать на микрофонный вход радиостанции.
6. Сигнал RXA (разъем XP3) не является обязательным. Его желательно использовать при активно занятом радиоканале. Для этого подать на вход RXA STM сигнал с НЧ выхода приемника радиостанции.
7. Подать напряжение питания +9-15 вольт на контакт +V (разъем XP3) или стабилизированное напряжение +5 вольт на контакт +5V модуля STM (разъем XP3).

#### 5. Поддержка проекта

Информация и программное обеспечение по проекту «Системный телеметрический модуль STM» находится на <http://ra3apw.demos.su/stm>

С авторами можно связаться по телефону (095) 956-13-94 и по email: [stm@ampr.demos.su](mailto:stm@ampr.demos.su)