

# Программа для работы с мультиплексным протоколом

Александр Седунов (Ленинградская обл.)

В третьей статье серии описана терминальная программа, иллюстрирующая работу с мультиплексным протоколом, который используется в GSM-модулях фирмы Siemens.

В завершающей статье о мультиплексном протоколе, применяемом в GSM-модулях фирмы Siemens, рассмотрим работу с протоколом на примере простой терминальной программы, которая позволяет одновременно посылать AT-команды по двум виртуальным каналам и реализует следующие операции:

- обнаружение модуля, подключенного к выбранному COM-порту;
- открытие виртуальных каналов;
- передачу данных по первому каналу с одновременной работой в режиме AT-команд по второму каналу;
- выход из режима мультиплексного протокола с закрытием мультиплексного протокола на стороне модуля (корректный выход).

Интерфейс программы довольно простой. Внешний вид основного окна программы показан на рисунке 1.

Рассмотрим назначение всех кнопок и окон. Кнопка «Найти модем» (3) открывает выбранный COM-порт и проверяет наличие модема на линии путём отправки команды «AT» в обычном режиме AT-команд. Если модем отвечает ОК, то считается подключенным. Выбрать COM-порт, к которому подключен модем, можно в верхнем левом углу программы, где расположен список выбора (1) COM-портов. Рядом со списком выбора COM-портов находится список выбора скоростей (2). Кнопка «Освободить модем» (4) освобождает COM-порт. После нажатия на эту кнопку программа перестаёт занимать выбранный ранее COM-порт, и он становится доступным для других программ.

Кнопка «Открыть MUX» (5) открывает мультиплексный протокол, служеб-

ный канал (DLCI = 0) и два пользовательских канала (DLCI = 1 и DLCI = 2).

ный канал (DLCI = 0) и два пользовательских канала (DLCI = 1 и DLCI = 2).

Кнопка «Закрыть MUX» (6) закрывает все каналы мультиплексного протокола, после этого модем находится в режиме обычных AT-команд.

Верхние два окна (7 и 8) предназначены для ввода команд и символов (когда установлен режим передачи данных в одном из каналов) соответственно для первого и второго каналов.

Два нижних окна (9 и 10) показывают ответные данные соответственно для первого и второго каналов.

Кнопки «Очистить поля» (11 и 12) очищают поля первого или второго каналов.

Под кнопкой «Очистить поля» (11) первого канала помещено поле ввода для номера (15) и кнопка «Вызов» (13). Это позволяет быстро осуществлять связь в режиме данных. Также можно сделать вызов для режима данных и с помощью команды ATD<номер>.

Кнопка «Быстрое разъединение» (14) посылает команду ATH по второму каналу, демонстрируя использова-

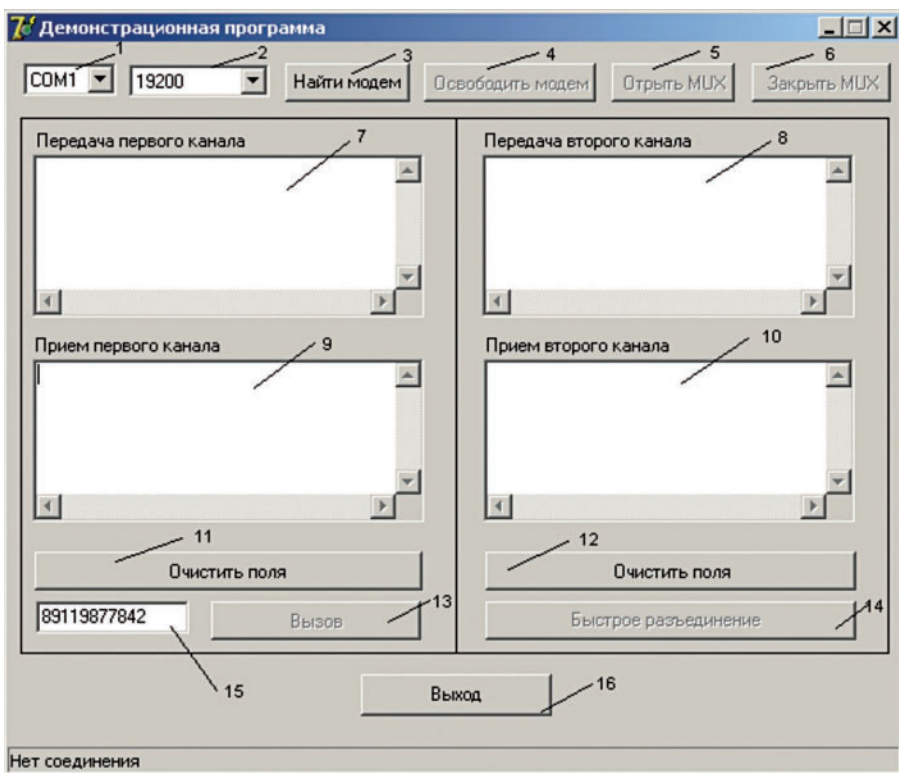


Рис. 1. Внешний вид главного окна программы

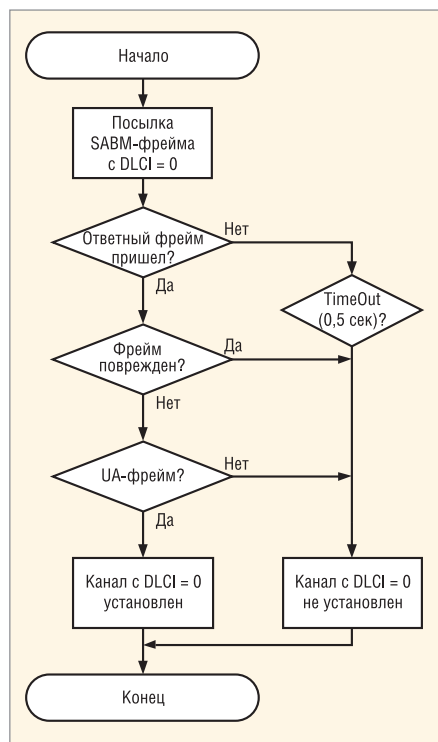


Рис. 2. Алгоритм установки виртуального канала с DLCI = 0

ние мультиплексного протокола для быстрого разъединения без предварительного перехода из режима передачи данных в командный режим.

Рассмотрим поэтапно работу программы с модулем.

### Инициализация модуля

Перед тем как работать через последовательный порт с модулем Siemens, необходимо убедиться, что последовательный порт настроен правильно. Таблица 1 показывает параметры настройки порта.

Инициализация модуля состоит из последовательности действий, показанных в таблице 2. Данные действия позволяют проверить наличие связи с модулем и установить требуемую скорость.

Команда «AT» позволяет обнаружить модуль; если в ответ на команду «AT» вернется ОК, то можно утверждать, что модуль подключен к последовательному порту и находится в режиме AT-команд.

Команда «AT+IPR=115200» устанавливает требуемую скорость работы с модулем. До отправки этой команды, как правило, установлен режим автоматического выбора скорости.

Следует отметить, что если выбран режим автоматического выбора скорости (autobauding), то команда «AT+CMUX=0» может быть проигнорирована. После установки скорости проводится проверка – установилась ли скорость успешно (в ответ на команду «AT» должен быть получен ответ ОК). Если требуется дополнительная настройка модуля, например, установка формата передачи (8 бит, без бита четности, 1 стоп бит) по последовательному порту командой «AT+ICF=3» или другие настройки, то их помещают до команды «AT+CMUX=0».

Команда «AT+CMUX=0» переключает модуль в мультиплексный режим, но сразу после этой команды необходимо установить служебный управляющий канал, иначе модуль вернется в режим «обычных» AT-команд. Согласно документации фирмы Siemens, время, отводимое на установку мультиплексного режима, равно 5 с.

Если работа программы была завершена некорректно, например, в результате аварийного отключения компьютера, то модуль останется в режиме мультиплексного протокола и не будет реагировать на AT-команды при следующем запуске програм-

мы. Чтобы исключить необходимость перезагрузки модуля, программа перед посылкой в модем каких-либо AT-команд посылает команду закрытия мультиплексного протокола.

### УСТАНОВКА ВИРТУАЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Как было сказано ранее при описании мультиплексного протокола, установку виртуальных каналов следу-

Таблица 1. Настройки физического последовательного порта

Сигнал	Описание
RTS/CTS	Аппаратный контроль
DTR	Установлен в 1
Baud rate (скорость)	Изменяемый, параметр читается из регистра
Data bits (биты данных)	8
Parity (чётность)	Нет
Stop bits (стоп-бит)	1

Таблица 2. Последовательность команд для инициализации модуля

Команда	Ответ	Функция команды
Команда выхода из мультиплексного протокола		
AT	OK	Проверка связи с модулем
AT+IPR=115200	OK	Установка требуемой скорости, например, 115 200 бит/с
AT	OK	Проверка – установилось ли требуемое значение скорости успешно
AT&SOQ3+ICF=3 и др.	OK	Инициализация модуля настройками. Команды не являются обязательными и могут отличаться для разных типов модулей
AT+CMUX=0	OK	Переключение в режим мультиплексного протокола

Таблица 3. Кадр установки управляющего канала

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	FCS	Флаг
11111001 b (F9h) 249	00000011 b (03h) 3	00111111 b (3Fh) 63	00000001 b (01h) 1	00011100 (1Ch) 28	11111001 b (F9h) 249

Таблица 4. Кадр UA для управляющего канала

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	FCS	Флаг
11111001 b (F9h) 249	00000011 b (03h) 3	01110011 b (73h) 115	00000001 b (01h) 1	11010111 b (D7h) 215	11111001 b (F9h) 249

Таблица 5. SABM-кадр для канала 1

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	FCS	Флаг
11111001 b (F9h) 249	00000111 b (07h) 7	00111111 b (3Fh) 63	00000001 b (01h) 1	11011110 b (DEh) 222	11111001 b (F9h) 249

Таблица 6. SABM-кадр для канала 2

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	FCS	Флаг
11111001 b (F9h) 249	00001011 b (0Bh) 11	00111111 b (3Fh) 63	00000001 b (01h) 1	01011001 b (59h) 89	11111001 b (F9h) 249

Таблица 7. SABM-кадр для канала 3

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	FCS	Флаг
11111001 b (F9h) 249	00001111 b (0Fh) 15	00111111 b (3Fh) 63	00000001 b (01h) 1	01110011 b (73h) 115	11111001 b (F9h) 249

Таблица 8. Кадр UA для канала 1

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	FCS	Флаг
11111001 b (F9h) 249	00000111 b (07h) 7	0111 0011 b (73h) 115	00000001 b (01h) 1	00010101 b (15h) 21	11111001 b (F9h) 249

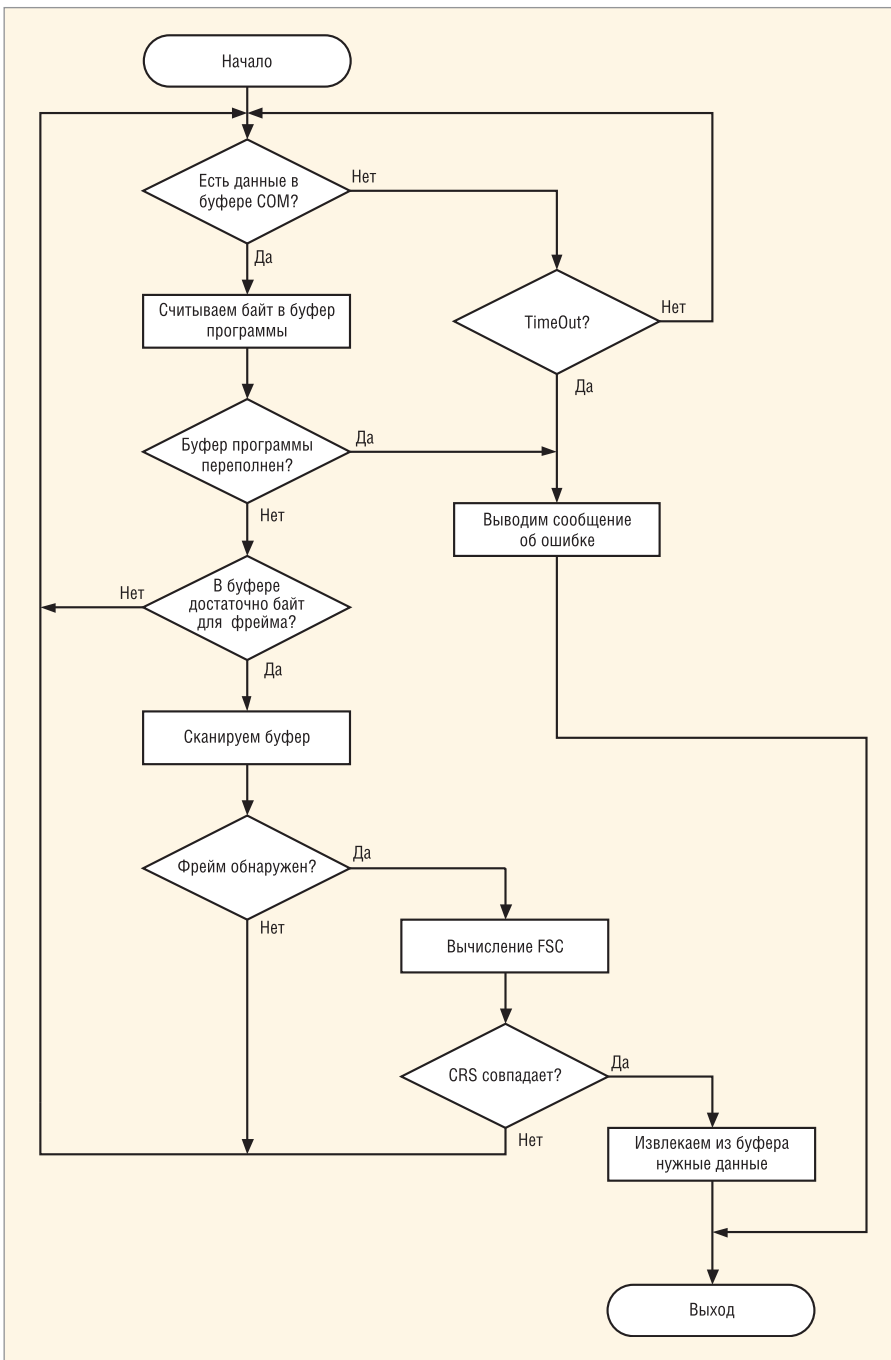


Рис. 3. Алгоритм распознавания входящих кадров

ет начинать с установки управляющего канала (DLCI = 0). Для этого формируется и посылается кадр, состоящий из шести байт, как показано в таблице 3.

В ответ от модуля приходит кадр типа UA (см. табл. 4) в случае успешного установления данного канала. Программа анализирует поступаю-

Таблица 9. Кадр UA для канала 2

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	FCS	Флаг
11111001 b (F9h) 249	00001011 b (0Bh) 11	0111 0011 b (73h) 115	00000001 b (01h) 1	10010010 b (92h) 146	11111001 b (F9h) 249

Таблица 10. Кадр UA для канала 3

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	FCS	Флаг
11111001 b (F9h) 249	00001111 b (0Fh) 15	0111 0011 b (73h) 115	00000001 b (01h) 1	01010000 b (50h) 80	11111001 b (F9h) 249

щие данные в буфере, находит границы кадра и переходит к проверке FCS (CRC-полей адреса, типа фрейма и длины). Если значение CRC, принятое из пакета, совпадает с вычисленным значением, то пакет анализируется дальше. Если типом кадра является UA, то служебный канал считается установленным, если нет (тип кадра DM) – попытка установления служебного канала повторяется. Напомним, что если посылаемый кадр повреждён или содержит ошибки (например, неправильно вычисленное значение CRC), то модуль не отвечает на такие кадры.

После установления служебного канала можно сразу же перейти к установлению других каналов, если для работы достаточно первой версии мультиплексного протокола. Если необходимо установить третью версию мультиплексного протокола, то осуществляется дополнительный обмен кадрами с обозначением версий в полях информации. Установление каналов (до трёх) для передачи данных по протоколу происходит аналогично установлению служебного канала. При этом устанавливаются все три канала не обязательно.

В таблицах 5 – 7 показаны SABM-кадры установления каналов с порядковыми номерами 1, 2 и 3 соответственно. В таблицах 8 – 10 показаны UA-кадры, подтверждающие установление логических каналов с порядковыми номерами 1, 2 и 3 соответственно.

Алгоритм установления виртуального канала с DLCI = 0 представлен на рисунке 2. Алгоритмы установления других каналов принципиально не отличаются. Алгоритм распознавания входящих кадров показан на рисунке 3.

### ПЕРЕДАЧА И ПРИЁМ ДАННЫХ ПО ВИРТУАЛЬНЫМ КАНАЛАМ

Данные передаются в поле «информация» кадров типа UIN. При этом AT-команды, разбитые по полям информации разных кадров, будут восприниматься нормально. Например, команду «AT» можно послать с помощью одного или двух кадров. В таблицах 11 и 12 показаны кадры для передачи команды «AT» с разбивкой на два кадра (например, драйвер WinMux2k передает команды с разбивкой). Таблица 13 показывает кадр, несущий команду «AT» полностью.

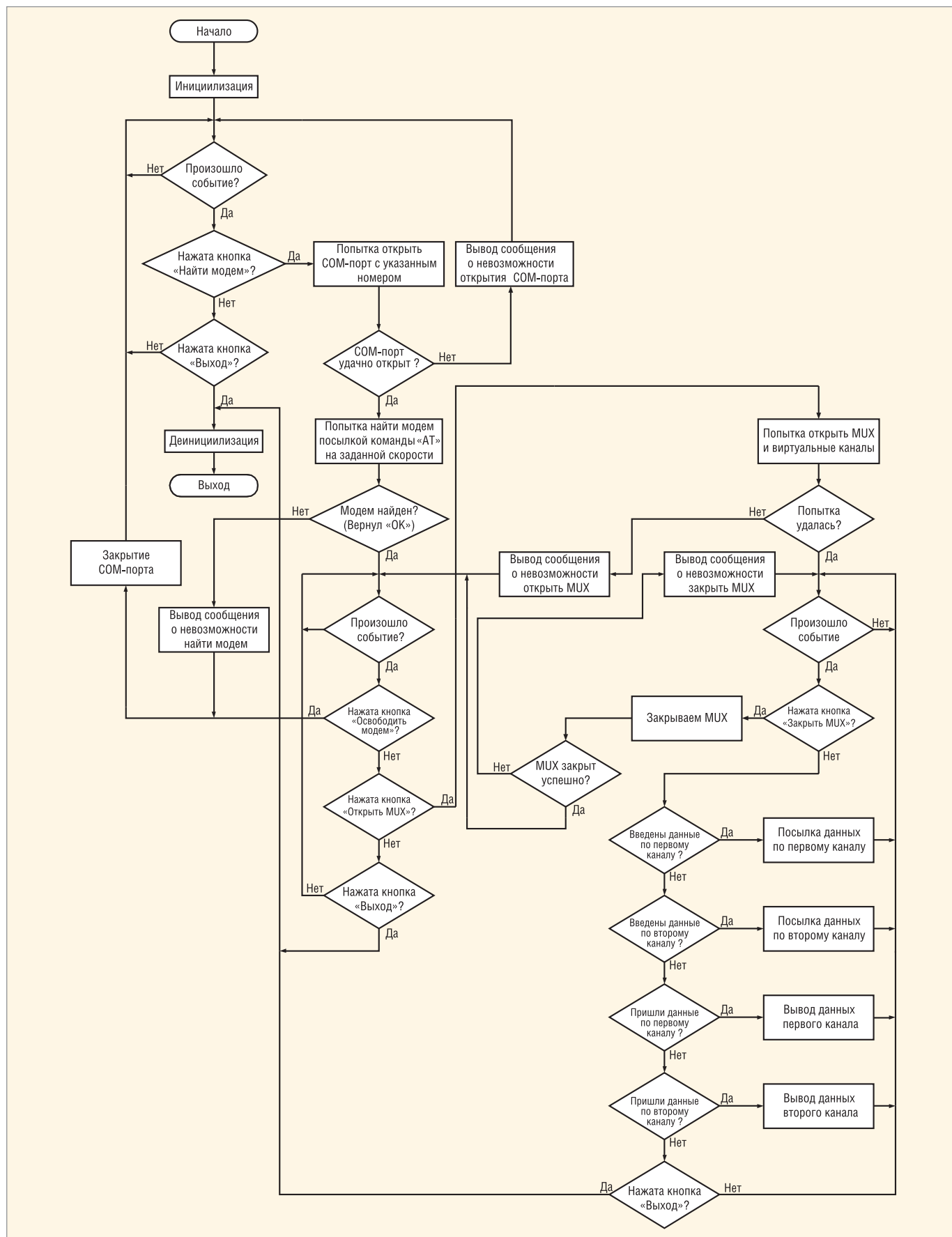


Рис. 4. Алгоритм работы всей программы

**ПЕРЕХОД В РЕЖИМ AT-КОМАНД**

Если существует необходимость выйти из мультиплексного прото-

ла, то просто посылается команда закрытия режима мультиплексного протокола по служебному каналу. Формат команды представлен в таблице 14.

**ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ ПРОГРАММЫ**

На основе ранее описанных алгоритмов была реализована demonstra-

Таблица 11. Кадр UIH, несущий «А»

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	«А»	FCS	Флаг
(F9h) 249	(07h) 7	(FFh) 255	(03h) 3	(61h) 97	(C4h) 193	(F9h) 249

Таблица 12. Кадр UIH, несущий «Т»

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	FCS	Флаг	Флаг
(F9h) 249	(07h) 7	(FFh) 255	(03h) 3	«Т» (74h) 116	(C4h) 193	(F9h) 249

Таблица 13. Кадр UIH, несущий «Т»

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	«А»	«Т»	FCS	Флаг
(F9h) 249	(07h) 7	(FFh) 255	(05h) 5	(61h) 97	(74h) 116	(25h) 37	(F9h) 249

Таблица 14. Кадр с командой закрытия мультимплексного протокола

Флаг	Адрес	Тип кадра	Длина	CLD	FCS	Флаг
(F9h) 249	(03h) 3	(FFh) 255	(03h) 3	(C3h) 195	(03h) 3	(F9h) 249

ционная программа. Исходные тексты программы можно найти на сайте журнала ([www.soel.ru](http://www.soel.ru)). Проект состоит из четырёх программных модулей: CRS, MainUnit, SubUnit и uRS232. Модуль CRC – это реализация вычисления значения CRC табличным методом; MainUnit – главный модуль, реализует алгоритм, показанный на рисунке 4; SubUnit – модуль для работы с мультимплексным режимом; uRS232 – модуль для работы с COM-портом. Для разработчиков, желающих использовать мультимплексный протокол, наиболее интересен будет модуль SubUnit, поэтому опишем его подробно.

Таблица 15. Соответствие между индексом N и выбираемым COM-портом

Значение N	№ COM-порта
0	COM1
1	COM2
2	COM3
3	COM4

Таблица 16. Соответствие между индексом B и скоростью COM-порта

Значение B	Скорость COM-порта (бит/с)
0	110
1	300
2	600
3	1200
4	2400
5	4800
6	9600
7	14 400
8	19 200
9	38 400
10	56 000
11	57 600
12	115 200

### ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ SubUNIT

Программный модуль предназначен для работы с GSM-модулями фирмы Siemens, которые поддерживают возможность использования с мультимплексного протокола. Работа с модулями других производителей не гарантируется. Ниже приведено описание констант, переменных, функций и процедур программного модуля.

Константы:

- trSABM – тип SABM;
- trUIH – тип UIH;
- trDISC – тип DISC;
- trUA – тип UA;
- BufSize – размер буфера приёма (в байтах);
- ComTimeOut – задержка при работе с COM-портом при ожидании ответа;
- Channel0 – канал 0 (служебный – управляющий);
- Channel1 – канал 1;
- Channel2 – канал 2;
- Channel3 – канал 3.

Переменные:

- TypePaket – переменная, в которую записывается тип пакета\*;
- CurrentChannel – переменная, в которую записывается текущий канал\*;
- PaketData – строковая переменная, в которую записываются данные из принимаемого пакета.

\*Примечание: обновление переменных происходит, если функция PaketIn возвращает значение true.

Процедуры и функции:

- функция OpenCom (N, B: byte): Boolean – открывает COM-порт заданного номера с заданной ско-

ростью. Если заданный COM-порт не существует или занят, то возвращается значение false; N, B – индексы номера и скорости соответственно; соответствующие индексам N и B значения приведены в таблицах 15 и 16; если индексы выходят за пределы допустимых, то берутся параметры по умолчанию (COM1, скорость 57 600 бит/с);

- функция DataInCom: integer – возвращает количество не считанных байтов в буфере COM-порта;
- функция OkIn: Boolean – возвращает true, если в буфере программы строка OK (используется для AT-режима);
- функция PaketIn: Boolean – возвращает true, если в буфере программы обнаружен пакет; тогда в переменную TypePaket записывается тип пакета, в CurrentChannel – номер канала, к которому относится пакет, в PakData – данные пакета (если они есть);
- процедура OpenMux – открывает мультимплексный протокол, при этом желательно проверить истинность открытия (с помощью DataInCom, ReadOpen и PaketIn);
- процедура CloseMux – закрывает режим мультимплексного протокола; закрытие желательно проверить с помощью DataInCom, ReadOpen и PaketIn;
- процедура OpenChannel(channel: byte) – открывает виртуальный канал с номером channel0, channel1, channel2 или channel3;
- процедура SendData(channel: byte; s: string) – посылает данные строки S по каналу channel0, channel1, channel2 или channel3;
- процедура CloseCom – закрывает COM-порт;
- процедура ClearBuf – очищает программный буфер и обнуляет счётчик байтов в буфере;
- процедура ReadChar – считывает один байт из буфера COM-порта в буфер программы и увеличивает счётчик байтов в буфере;
- процедура ReadBuf – считывает все байты из буфера COM-порта в буфер программы и увеличивает счётчик байтов в буфере;
- процедура WriteAT(s: string) – посылает AT-команду по COM-порту (не в режиме мультимплексного протокола).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Multiplexer User's Guide (DocID: Mux\_guide\_v07). P. 36.

