

# Новые программируемые GPS/GSM/GPRS-трекеры Enfora

для систем мониторинга подвижных объектов

**В своих GSM/GPRS/GPS-модемах американская фирма Enfora применяет последние разработки лидера мировой электроники Texas Instruments. Используя такой мощный и надежный базовый элемент, компания постоянно расширяет линейки своей продукции и внедряет их в массовое производство в минимальные сроки. В 2011 г. Enfora выпустила в продажу сразу три новые модели трекеров для систем слежения за подвижными объектами.**

**Виктор Алексеев, к. ф.-м. н.**  
info@telemetry.spb.ru

## Трекеры Enfora для систем GPS/GSM-мониторинга

Американская фирма Enfora является одним из ведущих производителей GSM/GPRS/EDGE-модулей и модемов для M2M-приложений и систем GPS/GSM-мониторинга. С 2004 г. продукция компании поставляется в Россию. За это время российские разработчики и системные интеграторы смогли по достоинству оценить основные преимущества продукции Enfora. Специально для систем GPS/GSM-мониторинга фирма Enfora выпускает серию модемов под общим названием Spider.

Сегодня на мировом рынке существует огромное количество GSM/GPRS/GPS-трекеров различных производителей. Для поддержки большинства из них, как правило, необходимо сложное программное обеспечение на стороне центрального сервера. Поэтому пользователи такого типа трекеров вынуждены постоянно вносить абонентскую плату за обслуживание на центральном сервере. Коренным образом от всех других GSM/GPRS/GPS-трекеров отличаются изделия Enfora, в которых основное и мощное программное обеспечение зашито внутри базовых модулей, поэтому на стороне центрального сервера достаточно иметь простейшее ПО, создать которое может практически любой начинающий программист.

В составе серии GSM/GPRS/GPS-трекеров Enfora Spider пять моделей: MT-Gi GSM2354, MT-Gi GSM2356, MT-Gu GSM2358, Mini-MT GSM2228, AT GSM5108.

- Модели трекеров Spider MT-Gi GSM2354/56/58 — стационарного типа, они предназначены для транспортных средств [1] и жестко крепятся в салоне автомобиля. Модем GSM2358 работает в диапазонах частот 900/1800 и 850/1900 МГц. В этой модели используются внешние GSM/GPRS-антенны. Модемы GSM2354/56 отличаются от GSM2358 тем, что имеют встроенные антенны. Кроме того, в них отсутствует голосовой

канал. Модель GSM2354 предназначена для работы в американском диапазоне частот 850/1900 МГц, модель GSM2356 — для европейского диапазона 900/1800 МГц.

- Enfora Mini-MT GSM2228 — переносной миниатюрный GSM/GPRS/GPS-трекер [2]. Данная модель позволяет в автоматическом режиме определять текущие координаты и передавать эту информацию по GSM-каналу на центральный сервер. Чтобы послать аварийный вызов в случае опасности, пользователю нужно нажать только одну кнопку на модеме. При этом информация с текущими координатами будет передаваться на заданные телефонные номера и на центральный сервер. Одновременно происходит голосовой вызов на заданный телефонный номер.
- Enfora Spider AT GSM5108 — автономный GSM/GPRS/GPS-трекер, разработанный специально для контроля местонахождения и возможного перемещения различных объектов, поставленных на временное или длительное хранение (грузовые контейнеры, законсервированное оборудование, резервные емкости с топливом или питьевой водой и т. д.) [3]. Основным отличием Spider AT от существующих аналогов является рекордно низкое энергопотребление при автономной работе. Эта модель может работать без подзарядки аккумулятора до трех лет.

В 2011 году в коммерческую продажу поступили еще три новые модели серии Spider: MT2500 (GSM2418); MT3000 (GSM2374/76); Mini MT (GSM2428).

## GPS/GSM/GPRS-трекер MT2500 для мониторинга транспортных средств

Spider MT2500 (внутрифирменное название GSM2418) — это новый GSM/GPRS/GPS-трекер для транспортных средств [4]. Модем

может работать в четырех диапазонах GSM: 850/1900/900/1800 МГц. Блок GSM/GPRS выполнен на базе нового модуля Enfora GSM0408 [5]. В режиме GSM поддерживаются функции: Text, PDU, MO/MT, Cell Broadcast, AMR, EFR, FR & HR.

Параметры режима GPRS соответствуют классу «В» (Class B, Multislot 2, GSM/GPRS Rel 97, AMR Rel 99, CS1-CS4, PBCCH/PCCCH). Мощность передатчика в режиме GPRS Class 4, 850/900 МГц — 2 Вт, в режиме GPRS Class 1, 1800/1900 МГц — 1 Вт.

В режиме GSM/GPRS в данной модели реализованы протоколы PPP, UDP API, TCP API, UDP PAD, TCP PAD. Сессия TCP/UDP и PPP-соединение поддерживаются непрерывно во время выполнения других функций.

В блоке GPS использован новый модуль Enfora GPS0403. В трекере GSM2418 имеются встроенные антенны GSM (850/1900/900/1800 МГц) и GPS (центральная частота: 1575,42 МГц). В стандартном рабочем режиме модем постоянно получает данные со спутников GPS и передает навигационную информацию на центральный сервер. Для работы с GPS-сообщениями в MT2500 используются протоколы обмена NMEA, TAIP, Enfora binary. С центральным сервером модем обменивается NMEA-сообщениями в формате GGA, GLL, GSV, GSA, RMC, VTG. Имеется функция хранения GPS-сообщений в энерго-независимой памяти модуля [4]. Модем может работать с десятью серверами.

В режиме GPS также поддерживаются виртуальный одометр, фиксированные геозоны и формат буферизованных сообщений.

Основные отличия GSM2418 от предыдущей модели GSM2356 — наличие встроенного трехмерного акселерометра, дополнительных вводов/выводов и двух аналоговых входов (АЦП), а также сниженный диапазон напряжения питания. Кроме того, в модели GSM2418 использованы новые схемотехнические решения, снижающие энергопотребление, а также расширены библиотеки специальных AT-команд и служебных сообщений. В отличие от GSM2358 в модеме GSM2418 не поддерживается режим GFMI.

В модеме MT2500 в полном объеме поддерживаются уникальные преимущества продукции Enfora, прежде всего PAD и Event Processing.

В том случае, когда полностью недоступен GPRS-режим и пропадает GSM-соединение, модем накапливает в энергонезависимой памяти информацию, получаемую со спутников GPS и поступающую от системы телеметрических датчиков. При этом модем в автоматическом режиме постоянно пытается восстановить GSM/GPRS-соединение. Как только такое соединение будет восстановлено, модем отправит накопленную информацию на центральный сервер. Кроме работы в автоматическом режиме, предусмотрено и ручное управление. Оператор с центрального диспетчерского пульта может запрашивать дополнительные данные, а также перепрограммировать модем через Интернет или посредством SMS.

Диапазон напряжений питания модема GSM2418 составляет 9–16 В. Следует обратить внимание на то, что в данной модели максимально допустимое напряжение составляет 16 В, поэтому

его нельзя подключать непосредственно к бортовой сети автомобилей с напряжением 24 В. Для подключения модема к сети грузового автомобиля с аккумуляторами 24 В следует применять развязку между двумя 12-В аккумуляторами или использовать понижающий фильтр. Опционно модемы могут поставляться с предохранителем по входу питания, со встроенным аккумулятором резервного питания и без него. Аккумулятор имеет емкость 230 мАч и предназначен для кратковременной работы в случае потери основного питания. Габаритные размеры GSM2418 82×46×21 мм, внешний вид показан на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид модема GSM2418

Модем исполняется в герметичном, ударопрочном, пожаробезопасном пластмассовом корпусе. На боковых панелях размещены три светодиодных индикатора режимов работы и интерфейсный разъем Molex (16 контактов). На этот разъем выведены аудиоинтерфейс, питание, USB 2.0, пользовательские вводы/выводы. Светодиодные индикаторы информируют о наличии питания и статусе соединений GSM, GPRS, GPS. Держатель SIM-карты расположен внутри герметичного корпуса (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид модема GSM2418 со снятой крышкой

Встроенный трехкоординатный цифровой акселерометр фиксирует любые пространственные перемещения модема. Например, в случае буксировки автомобиля с отключенным двигателем модем сразу передаст на центральный пульт сигнал тревоги и будет показывать траекторию перемещения автомобиля на штрафную стоянку. Поскольку акселерометр фиксирует любые перемещения, то тревожное сообщение будет передано на центральный сервер даже в случае незначительной аварии (резкое торможение или ускорение, лобовой, боковой, задний удары).

Акселерометр может быть запрограммирован с учетом изменения следующих параметров:

- режим работы (нормальный, ждущий);
- пауза «пробуждения» (20–2560 мс);
- частота измерений (0–25 раз в секунду);
- коэффициент фильтрации;
- полоса пропускания фильтра;
- установка пространственной ориентации устройства.

Программирование акселерометра осуществляется с помощью специальных AT-команд [6]. Так, например, при монтаже акселерометра ориентируют относительно корпуса автомобиля с помощью команды **AT\$ACCORDN**. Она позволяет устанавливать все допустимые значения параметров движения. Команда **AT\$ACCDBG** выводит на экран настройки акселерометра. **AT\$MGCCFG** используется для автокалибровки положения акселерометра в пространстве. Всего для управления акселерометром используется десять AT-команд [6].

Для подключения внешних устройств используется разъем Molex 43025-1600 (16-контактный разъем типа MicroFit). На него выведены следующие контакты:

- микрофон дифференциальный аудиоввод (+);
- микрофон дифференциальный аудиоввод (-);
- питание от ключа зажигания;
- USB, D+;
- USB, D-;
- «земля» (корпус автомобиля);
- программируемый цифровой вывод общего назначения GPO4;
- программируемый цифровой вывод общего назначения GPO5;
- дифференциальный аудиовывод EARP;
- дифференциальный аудиовывод EARN;
- постоянное питание от аккумулятора 9–16 В;
- USB, Vbus;
- программируемый цифровой ввод общего назначения;
- вывод общего назначения с «защелкой»;
- аналоговый вход ADC1, 0–12 В;
- аналоговый вход ADC2, 0–12 В.

Модем MT2500 поддерживает голосовой канал в диапазонах GSM 850/900/1800/1900 МГц. Для подключения микрофона и динамиков используются контакты 1 и 2. В MT2500 поддерживается полный стандартный интерфейс USB 2.0, выведенный на 16-контактный разъем. Кабель USB для подключения к интерфейсному разъему модема поставляется отдельно. Интерфейс USB используется только при начальном программировании модема под задачи конкретного пользователя. В дальнейшей работе он не нужен. В случае необходимости можно удаленно изменить параметры модема по Интернету или с помощью AT-команд, посланных в виде SMS.

На контакты 15 и 16 интерфейсного разъема выведены входы АЦП (A/D\_IN2 и A/D\_IN1). Модем MT2500 имеет два независимых АЦП с параметрами:

- диапазон входных аналоговых сигналов 0–16 В;
- разрешение 10 бит;
- чувствительность 0,0156 В/бит;

- перестраиваемые диапазоны 0–1023;
- точность входного резистивного делителя напряжения +/-1%.

Режимы работы АЦП программируются с помощью специальных AT-команд. Команда **ATSIOADC** показывает значения напряжения на соответствующем входе. Эти значения выводятся в десятичном формате в диапазоне 0–1023.

Наличие АЦП позволяет подключать к модему различные аналоговые датчики с уровнем выходного сигнала до 16 В. Таким образом можно вести постоянный удаленный контроль параметров автомобиля и состояния водителя, например расхода топлива и частоты пульса человека, управляющего транспортным средством.

В модели MT2500 на интерфейсном разъеме имеются отдельные контакты для пользовательских вводов/выводов общего назначения (GPI и GPO). Такой подход значительно упрощает подключение внешних устройств и создание прикладных утилит для их управления. Имеется один программируемый ввод Pull-Up/Pull-Down (GPI1), два программируемых вывода пользователя (GPO2, GPO5) и один вывод пользователя с «защелкой» (GPO3).

Логические вводы/выводы модема имеют следующие электрические параметры:

- верхний логический уровень в режиме входного события (Input) — 2,2 В;
- нижний логический уровень входного события (Input) — 1 В;
- верхний логический уровень выходного события (Output) — 3 В;
- нижний логический уровень выходного события (Output) — 0 В;
- максимальный ток при работе в режиме источника тока 350 мкА;
- максимальный ток при работе в режиме потребления 3,7 мА.

Вводы/выводы GPI1, GPO2, GPO5 используются для подключения внешних слаботочных устройств с цифровым выходом.

Пользовательский логический ввод модема GPI1 представляет собой программируемый интерфейс Pull-Push. Иными словами, этот GPI1 играет роль согласующего ввода с функцией программируемой установки уровней напряжения в ненагруженном состоянии. В том случае, когда GPI1 не нагружен на внешнее устройство, он автоматически устанавливается в верхнее логическое состояние в режиме Pull-up и в нижнее логическое состояние в режиме Pull-down.

Пользовательский вывод модема GPO3 может быть использован только как логический. Полезным свойством этого вывода является фиксация логического состояния, которое сохраняется при перезагрузке модема. Кроме того, у этого вывода имеется дополнительная функция, позволяющая подключать к нему реле, управляющее устройствами с рабочими токами до 1,5 А. Например, GPO3 может быть использован в экстренных случаях для удаленной блокировки двигателя автомобиля или дверей с центрального диспетчерского пункта.

Отличительной особенностью продукции Enfora является встроенное программное обеспечение Event Processing (обработка событий). Это

ПО позволяет пользователю самому создавать новые AT-команды и решать прикладные задачи без внешнего микроконтроллера и дополнительных управляющих программ. Например, использование функции **Event Processing** дает возможность даже неопытному пользователю легко адаптировать трекеры Enfora практически к любой интерактивной картографической системе и наблюдать положение объекта на карте в реальном масштабе времени.

В качестве еще одной полезной функции модема MT2500 можно назвать **User variables** (переменная пользователя), которая позволяет сохранять дополнительные значения определенных параметров во флэш-памяти модема [8]. Эти значения автоматически сохраняются при сбросе программного обеспечения. Как правило, **User variables** используется совместно с функцией **Event Processing** в качестве расширения при описании значений «входных триггерных событий». Этот механизм позволяет пользователю передавать данные, которые невозможно описать в стандартном выходном формате Parm2 output Bitmask, и сохранять в стеке системных переменных.

Например, команда **AT\$EVENT=99,3,128,3,9** копирует значение входного события номер 9 (регистрация в сети GSM) в стек переменных пользователя User Variable 3. В качестве другого примера можно привести «входное событие номер 18» для модема MT2500, при котором в стек переменных пользователя будет копироваться входное событие ADC1 status. При этом выходное событие должно быть Output Event 128. Функция **User variables** позволяет отправлять разные формы отчетов в одном сообщении. В альтернативном варианте нужно было бы для каждой формы отчета отдельно отправлять свои собственные сообщения. При использовании User variables можно задавать значения таймера таким образом, чтобы сообщение всегда сохранялось в стеке переменных пользователя, даже в случае аппаратного сброса модема (например, потеря питания).

В модеме MT2500 поддерживается функция **Firmware Over The Air (FOTA)** — обновление базового программного обеспечения через Интернет [11]. Эта опция используется в тех случаях, когда модемы размещены на удаленных объектах и физический доступ к ним затруднен. Удаленное обновление программного обеспечения **FOTA** реализуется с использованием FTP-сервера. При этом сам модем выступает в роли FTP-клиента.

Фирма Enfora уведомляет своих пользователей о выходе новой версии программного обеспечения и бесплатно предоставляет исполняемый файл (Delta file), в котором записаны добавления и исправления, внесенные в предыдущую версию модуля. Размер файла перепрошивки зависит от модели, для которой он предназначен, и обычно не превышает 500 кбайт. Пользователю нужно самостоятельно разместить у себя на FTP-сервере этот файл и с помощью специальных AT-команд провести апгрейд своего оборудования. Для отладки оборудования можно воспользоваться тестовым сервером Enfora, адрес которого <http://apitest.enfora.com/udpapp>. Этот сервер постоянно открыт для свободного доступа.

С его помощью можно контролировать SMS-, NMEA-сообщения с модема GSM2418, а также менять его конфигурацию. Подробно инструкция для связи с тестовым сервером приведена в [5].

Модем выпускается в двух модификациях: GSM2418-00 (со встроенным аккумулятором резервного питания) и GSM2418-01 (без аккумулятора). Устройства имеют сертификаты FCC, GCF, PTCRB, CE, RoHS, Anatel, Emark, Industry Canada, AT&T.

### GSM/GPRS/GPS-трекер Spider MT3000 для подключения к разъему автомобильной системы диагностики OBD-II

Модель Spider MT3000 — это GSM/GPRS/GPS-трекер с интерфейсным разъемом для установки в автомобильную диагностическую колодку OBD-II [12]. Система OBD-II (On Board Diagnostics) предназначена для считывания и накопления информации о параметрах работы основных узлов автомобиля.

Основные функциональные возможности модема MT3000 аналогичны возможностям рассмотренных выше других моделей семейства Spider MT. Отличительная особенность этой модели — подключение к бортовой сети автомобиля через колодку OBD-II (J1962). Внешний вид модема показан на рис. 3. Для запуска Spider MT3000 в работу достаточно просто вставить его в колодку OBD-II (рис. 4).

Стандарт OBD-II разработан в Америке и является обязательным для всех легковых автомобилей и легких грузовиков. В США применение системы OBD-II и установка соответствующей колодки диагностики является обязательной начиная с 1996 г. На автомобилях, продаваемых в Европе, система OBD-II активно внедряется с конца 2001 г., когда был принят европейский



Рис. 3. Внешний вид модема MT3000 с автомобильным интерфейсом J1962, OBD-II



Рис. 4. Диагностическая колодка OBD-II

стандарт — EOBД. В настоящее время практически все автомобили производства ведущих мировых компаний оснащены диагностической колодкой OBD-II.

Протоколы OBD-II поддерживают контроль около 20 параметров. Конкретное число контролируемых параметров зависит от марки автомобиля и колеблется от 5 до 100. Модель MT3000 предназначена в основном для GSM/GPRS/GPS-мониторинга парка легковых автомобилей, микроавтобусов и легких грузовиков.

Модемы выпускаются в двух модификациях: GSM2374 (850/1900 МГц) для США и GSM2376 (900/1800 МГц) для Европы.

Кроме всех функций, которыми обладают другие модемы серии Spider MT, трекер GSM2374/76 может также диагностировать бортовую сеть автомобиля и передавать на центральный сервер наряду с GPS-данными дополнительную информацию о параметрах, контролируемых по разъему OBD-II. Методика и перечень базовых параметров, контролируемых через этот интерфейс, регламентированы документами SAE (Society of Automobile Engineers). В соответствии со стандартами SAE модем Enfora MT 3000 поддерживает контроль следующих параметров:

- идентификационный номер автомобиля (Vehicle Identification Number, VIN);
- предельно допустимые обороты двигателя (Excessive engine speed, RPM);
- скорость движения автомобиля (Vehicle speed);
- минимальный предельно допустимый уровень заряда аккумулятора (low battery warning);
- электрооборудование (Malfunction Indicator Light, MIL);
- одометр (Odometer, trip distance);
- время стоянки (Idle time);
- минимальный предельно допустимый уровень топлива (Low fuel).

Модем MT3000 поддерживает следующие стандартные протоколы OBD-II: 1850 PWM, J1850 VPW, ISO-9141-2, ISO-14230, KWP2000, ISO-15765 CAN.

Имеется встроенный трехкоординатный акселератор. Для отладки используется полный интерфейс USB 2.0. Модем изготовлен в пластмассовом корпусе, внутри которого размещены встроенные антенны GSM (850/1900 или 900/1800 МГц) и GPS (центральная частота 1575,42 МГц). Держатель SIM-карты также



Рис. 5. Внешний вид модема MT3000 со снятой крышкой



Рис. 6. Интерфейсы модема MT3000

расположен внутри корпуса, непосредственно на базовом модуле (рис. 5).

Размеры устройства — 46×43×28 мм. На боковой панели расположены разъем micro USB и три светодиодных индикатора режимов работы (рис. 6).

Питание модема MT3000 (9–16 В) осуществляется непосредственно через автомобильный разъем OBD-II. Никаких внешних кабелей для подключения и стандартной работы модема не требуется. Для предварительной настройки модема в лабораторных условиях необходим отладочный кабель, согласующий разъемы OBD-II и micro USB. Схема кабеля приведена в [12], пользователь может изготовить его самостоятельно либо заказать у дистрибьюторов Enfora. Следует обратить внимание на тот факт, что USB-порт используется исключительно для отладки модема и не может быть использован для подачи рабочего питания на него.

Модем программируется и управляется с помощью специальных AT-команд [13]. В основном их набор совпадает с базовыми AT-командами для серии Spider MT, однако имеются и некоторые отличия: MT3000 имеет возможность посылать дополнительные сообщения, которые связаны с OBD-II диагностикой и не поддерживаются другими модемами этой серии [13]. Так, например, сразу после включения питания модем отправляет сведения о VIN автомобиля. Подобное сообщение посылается в первую очередь и при наступлении каждого запрограммированного «выходного события».

Параметры сообщения о превышении определенного уровня оборотов двигателя задаются с помощью специальной AT-команды, которая учитывает характер движения и продолжительность работы двигателя на больших оборотах. Так, при движении по магистрали на большой скорости задается один тип параметров, а при движении по бездорожью, где автомобиль постоянно буксует, задаются другие параметры. Например, команда **AT\$OBDEES=1,16000,3,30** задает момент наступления «выходного события номер 1» (отправление тревожного сообщения) следующим образом: двигатель работает с оборотами выше 4000 об./мин. в течение трех секунд. После того как двигатель вернется в нормальный режим и проработает на оборотах ниже 4000, действие «выходного события номер 1» будет отменено.

Аналогичный алгоритм используется и для отправки сообщений о превышении автомобилем пороговых значений скорости движения. Так, команда **AT\$OBDSPD=1,112,10,104** устанавливает следующий порог срабатывания отсылки сообщения: скорость выше 112 км/ч в течение 10 с.

Событие аннулируется, когда скорость упадет ниже 104 км/ч.

Команда **AT\$OBDLBI=10800,300,300** задает параметры «выходного события» для случая, когда напряжение аккумулятора падает ниже 10,8 В и остается на таком уровне в течение 300 с.

Согласно протоколам OBD-II, при неисправности одного из элементов электрооборудования автомобиля на контакт диагностического разъема поступает сигнал «Malfunction Indicator Light — MIL alert». В этом случае модем MT3000 посылает на сервер тревожное сообщение о неисправности в системе освещения. Показания одометра (прямой путь) определяются как промежуток между моментами включения и выключения зажигания. При движении без включенного зажигания (буксировка) пройденный путь определяется по данным акселерометра. Подробно специальные AT-команды для модема MT3000 рассмотрены в [13].

По мнению маркетологов фирмы Enfora, особым спросом трекер MT3000 будет пользоваться на рынке страхования автотранспортных средств типа Usage Based Insurance (UBI). Этот вид страхования подразумевает оплату за страховку строго по факту использования автомобиля. При этом учитываются пройденное расстояние, тип дороги (платная/бесплатная), качество вождения (резкие остановки и торможение), работа двигателя на больших оборотах при остановке, выброс вредных веществ в атмосферу и т. д.). Этот вид страховки автотранспорта значительно дешевле других: в случае UBI тариф не зависит от стажа водителя и предыдущей истории его вождения, учитывается только факт и качество управления автомобилем. С точки зрения дистанционного контроля параметров движения, необходимых для оплаты подобного рода страхования автотранспортных средств, модем Enfora Spider MT3000 не имеет мировых аналогов. Поэтому потребность в трекерах MT3000 будет увеличиваться пропорционально росту услуг на рынке автострахования.

### Персональный GSM/GPRS/GPS-трекер с автономным питанием Enfora MT Mini GSM2428

Enfora Mini-MT GSM2428 — это модернизированный вариант хорошо известного трекера GSM2228, предназначенный прежде всего для контроля за нахождением человека [14]. Он представляет собой переносной GSM/GPRS/GPS-трекер с автономным питанием от встроенного аккумулятора. Модем работает в диапазонах 850/1900/900/1800 МГц.

В устройстве присутствуют четыре основных блока: блок GSM/GPRS, блок GPS, блок управления, блок питания. Блок GSM/GPRS выполнен на базе нового модуля Enfora GSM0408 [5]. Блок GPS сделан на основе модуля Enfora GPS0403. В блоке управления использован микропроцессор Texas Instruments MSP430.

Основные функциональные и технические характеристики модемов GSM2228 и GSM2428 совпадают. Различия между ними заключаются в элементной базе и программном обеспечении [15].

Зарядка аккумулятора GSM2428 производится через USB-разъем от автомобильного или сетевого адаптера. В этой модели используется более энергоемкий (1400 мАч) аккумулятор, чем в предыдущих. Используются новые микросхемы в блоке зарядного устройства, что позволило снизить время зарядки. Использование электронных компонентов последнего поколения позволило сократить энергопотребление и улучшить характеристики GSM- и GPS-блоков.

В новой модели используются новые USB-драйверы (специальные для разных ОС). Наибольшие изменения произошли в программном обеспечении: удалена часть устаревших AT-команд, вместо них введены новые [16, 17].

Также в новой модели улучшены тактильные характеристики функциональных клавиш. Корпус изготовлен из ударопрочного поликарбоната, массо-габаритные показатели: 102×61×25 мм, 119 г. Внешний вид GSM2428 показан на рис. 7. На верхней крышке корпуса имеются четыре управляющие клавиши и выход динамика для громкой связи. На боковой стенке размещены разъем mini USB (для зарядки аккумулятора и программирования модема) и разъем для аудиогарнитуры Headphone Jack. На торцевой стенке находятся индикаторные светодиоды режимов работы (CALL, ON, GPS, BAT). Следует подчеркнуть, что модем можно запрограммировать таким образом, чтобы при срабатывании каждого из светодиодов на центральный сервер отправлялось соответствующее информационное сообщение. На боковой стенке размещена основная управляющая кнопка **Push to Call Button** (рис. 8). Держатель для SIM-карты и антенны размещены внутри корпуса.

Модем GSM2428 спроектирован так, чтобы максимально упростить работу с ним детям, пожилым и больным людям. На практике для ребенка или больного человека достаточно знать, что в экстренном случае нужно нажать только одну кнопку. При нажатии **Push To Call** модем посылает тревожное сообщение в виде UDP-message на центральный сервер. Одновременно



Рис. 7. Внешний вид GSM2428



Рис. 8. Боковая стенка модема GSM2428 с управляющей кнопкой Push to Call

тревожное сообщение в виде SMS с текущими координатами поступает на заранее заданные телефонные номера. Пользователь Mini-MT может и сам звонить на заданные номера. При этом, если один номер занят или не отвечает, модем автоматически будет дозваниваться на другой номер. Система голосовой связи позволяет разговаривать с заранее запрограммированным абонентом как по обычному сотовому телефону. Связь осуществляется при нажатии основной управляющей кнопки **Push To Call**. Кроме того, модем можно запрограммировать так, чтобы тревожное сообщение посылалось бы на выбранные адреса электронной почты.

Клавиша **Set Geo-Fence** (границы обнаружения) предназначена для установки вручную границ зоны, пересечение которых расценивается как тревожное событие (заводская первоначальная установка соответствует кругу с радиусом полмиля). Границы поиска могут быть изменены пользователем и сохранены в памяти модуля. Клавиша **User-Defined** (программирование функций) предназначена для выбора необходимой функции GSM2428. Например, можно выбрать: позвонить по номеру, отличному от запрограммированного на кнопку аварийного вызова; вести поиск в радиусе, отличном от заводской установки; послать SMS с текущими координатами на GSM-номер или на центральный сервер и т. д.

Клавиша **Volume** (громкость) предназначена для увеличения или уменьшения уровня звука динамика.

В рабочем состоянии модем в автоматическом режиме принимает сигналы спутников GPS и передает значения текущих координат по GSM-каналу на центральный сервер. В случае, когда не виден ни один спутник, GSM2428 вырабатывает звуковой сигнал ошибки, предупреждающий пользователя о необходимости выйти из-под блокирующего укрытия (металлическая крыша, мокрая листва деревьев, толстые бетонные стены и т. д.).

Для экономии энергопотребления модем может быть запрограммирован на автоматический переход в режим ожидания (sleep mode) при отсутствии какого-либо движения. В модеме GSM2428 есть встроенный трехкоординатный акселерометр, который регистрирует факт перемещения модема в пространстве. Чувствительность датчика движения программируется с помощью команды **AT\$MOTSEN**. Информация о характере движения может считываться каждую секунду. Специальная команда **AT\$WAKEENBL** задает параметры, которые управляющий процессор MSP430 использует для выведения модема из состояния покоя. В режиме ожидания ток потребления GSM2428 составляет меньше 1 мА. Поэтому режимы перехода в состояние ожидания при отсутствии движения позволяют модему работать в автономном режиме без подзарядки аккумулятора в течение месяцев.

Модем GSM2428 в полной мере поддерживает программное обеспечение Event Engine, рассмотренное выше, поэтому для него можно легко создавать управляющие программы пользователя. Например, можно задать сценарий, согласно которому модем, находящийся без движения, будет каждый час «просыпаться», работать в течение пяти минут, а затем снова переходить в ждущий режим. Для этого сце-

нария управляющий скрипт из специальных AT-команд выглядит достаточно просто:

```
at$wakeenbl=4;
at$waketime=300;
at$mottrans=120.
```

При разряде аккумулятора до предельного минимального значения модем начнет подавать звуковые сигналы и будет мигать индикаторный светодиод BAT. Если аккумулятор не подзарядить в течение заданного времени, модем автоматически перейдет в ждущий режим. Команда **AT\$BATLVL** выводит информацию об уровне заряда аккумулятора. Поэтому диспетчер на центральном сервере всегда может отслеживать устройства, у которых заряд аккумулятора приближается к критическому уровню.

Как и все модемы производства Enfora, трекер Mini-MT поддерживает режим управления с помощью AT-команд, посланных через SMS или по Интернету. Благодаря этому можно с центрального пульта запрашивать дополнительную информацию о состоянии пользователя модема GSM2428.

С завода-изготовителя модем поставляется незапрограммированным. Поэтому перед началом работы необходимо задать начальные установки режимов работы. Программирование осуществляется с помощью любого современного ПК с использованием программы HyperTerminal и AT-команд. Подробно программирование режимов работы модема приведено в [16, 17], оно не требует специальных навыков и доступно любому пользователю ПК. Например, чтобы задать номер абонента аварийного вызова (Dispatch Number), на который модем осуществляет звонок при нажатии кнопки **Push To Call**, достаточно ввести одну команду: **AT\$DSPATCH=«88127407476»**. При этом звонки будут поступать на номер 8-812-740-74-76. Номер аварийного SMS-сообщения также задается одной командой: **AT\$SMSDA=1,«88127407476»**. Здесь цифра «1» означает номер адресата. Модем Mini-MT может одновременно посылать SMS-сообщения по пяти разным адресам. В стандартном рабочем режиме GSM2428 будет регулярно посылать на центральный сервер свои текущие координаты в стандарте NMEA. Для активации этого режима достаточно прописать всего несколько команд, определяющих адреса модема и сервера, а также задать режимы передачи данных. Например, для связи с тестовым сервером Enfora нужно:

- задать уникальное имя модема (лучше всего IMEI GSM2428) **AT\$MDMID=«010654000640496»**;
- задать параметры центрального сервера **AT\$FRIEND=1,1,«apitest.enfora.com»**;
- задать параметры порта **AT\$UDPAPI=,1721**;
- задать периодичность отсылки сообщений (60 с) **AT\$WAKEUP=1,1**.

При настройках, приведенных в этом примере, модем будет отсылать на тестовый сервер Enfora сообщения о своих текущих координатах в стандартном формате:

```
$GPRMC,170513.78,A,3301.465384,N,09642.417298,
W,0.0,0.0,011206,,*06
```

Модем GSM2428 можно запрограммировать таким образом, чтобы он посылал SMA- или

UDP-сообщения при наступлении какого-либо события (заданное время, расстояние, скорость, зона с заданными координатами и т. д.). Например, если пользователь трекера MT-Mini ушел дальше, чем на 100 м от заданной точки, то модем будет посылать на центральный сервер тревожное сообщение в формате GPS RMC NMEA. Этот сценарий задается одной командой **AT\$EVENT= 12, 0, 16, 100, 1000000**. Подробно и по шагам процесс настройки и программирования GSM2428 описан в [17]. Дополнительная информация приведена в документации [10, 15, 16]. Еще раз следует отметить, что для программирования модема не требуется специальных знаний. Достаточно затратить немного времени и внимательно прочитать прилагаемую к модему техническую документацию. Надежность конструкции и простота эксплуатации делают модем GSM2428 незаменимым помощником в тех случаях, когда необходим удаленный контроль местонахождения ребенка, пожилого или больного человека.

### Прикладное программное обеспечение для модемов серии Enfora Spider MT

Наибольшее распространение среди пользователей продукции Enfora получило прикладное программное обеспечение Event Processing. Базовые элементы этой программы защиты во все модули и модемы производства Enfora. Подробное описание работы с этим приложением приведено в [6–9, 13, 16, 17]. Event Processing позволяет пользователям самостоятельно создавать собственные приложения для решения конкретных прикладных задач. Новые AT-команды пользователя, предназначенные для обработки событий, задаются специальной командой **AT\$EVENT**. Алгоритм этой команды охватывает практически все стандартные ситуации при работе с M2M-приложениями. Структура команды выглядит следующим образом: **AT\$EVENT=<event group>,<event Response type>,<event category>,<parm1>,<parm2>** Параметр **<event group>** определяет группу событий. Все события могут быть дополнительно разбиты по отдельным группам, которые будут обрабатываться поочередно. Параметр **<event Response type>** определяет тип события — «Входное» (Input) или «Выходное». **<event category>** описывает конкретные входные и выходные события. Последние параметры — **<parm1>** и **<parm2>** — задают диапазон входных и тип выходных событий. Модем может быть запрограммирован так, чтобы внешние события им отслеживались и вызывали бы определенного рода ответные действия. В качестве «входных» могут быть использованы следующие группы событий:

- состояние вводов/выводов;
- питание (включено/выключено);
- регистрация GSM/GPRS (процесс регистрации, работа в домашней сети, роуминг, нет регистрации);
- сетевые IP-события (нет IP, первый IP, новый IP, нет IP при переключении, действующий IP при переключении);
- входящее SMS-сообщение;
- часы реального времени;
- таймер событий;
- счетчик событий;

- GPS-информация;
- заданное расстояние;
- заданная максимальная скорость;
- GPS-область заданные точки с фиксированными координатами центра зоны и ее радиусом);
- GPS-спутник (действующий, недействующий);
- АЦП (два аналоговых входа).

Более подробно список входных событий (несколько сотен различных комбинаций) приведен в документах [6, 7].

В качестве примера в таблице показана структура входных событий для АЦП модема MT2500.

Т а б л и ц а . Структура входных событий для АЦП в модеме MT2500

Event Category	Parm1	Parm2	Описание
18	0–1023	0–1023	ADC 1
19	0–1023	0–1023	ADC 2

Входные события разделены на три основных класса: Transition trigger, Occurrence trigger, Input trigger. Такая градация позволяет определить «истинность» и «ложность» входного события и исключить возможность случайного появления выходного события (Output), представляющего собой реакцию модема на событие входное. При этом для выходного события рассматривается тот же самый набор, что и для входных событий, а именно: UDP/SMS-сообщения, состояние вводов/выводов (I/O), сетевые события, GPS-информация и т. д.

Пользовательские вводы/выводы позволяют подключать к модему различные внешние устройства и конфигурировать их с использованием Event Engine. Для создания прикладных программ пользователя существует специальная подробная документация [7]. Детальное описание конкретных примеров AT-команд, основанных на комбинациях различных событий, приведено в [6].

Отсылка тревожных сообщений программируется для следующих базовых вариантов:

- срабатывание «таймеров событий»;
- превышение заранее заданного расстояния движения;
- изменение заданной комбинации расстояния и времени;
- превышение заданной скорости;

- нахождение в зоне с заданными координатами;
- изменение состояний пользовательских вводов/выводов;
- получение сигналов акселерометра;
- получение значений сигналов аналоговых датчиков;
- срабатывание датчиков открывания дверей;
- срабатывание аварийной кнопки;
- пропадание питания;
- включение/выключение зажигания;
- появление/пропадание спутников.

Кроме того, пользователь может самостоятельно создавать любые комбинации из перечисленных выше событий и использовать их результат для решения своей конкретной задачи.

Для облегчения процесса программирования модемов серии Spider MT фирма Enfora разработала прикладную программу ScriptGen [18], позволяющую обрабатывать группы различных событий и записывать их в память базового модуля в виде последовательности AT-команд (скриптов). ScriptGen загружается в стандартный ПК и обрабатывается на модеме, подключенном к этому компьютеру. Программа имеет простой и удобный интерфейс пользователя (рис. 9). В главном меню ScriptGen существуют следующие разделы:

- **File** («выбор файла»);
- **Open Script** («показать текст»);
- **Upload to device** («загрузить текст программы в память модема»);
- **Export Script without comments** («экспортировать текст программы без комментариев»);
- **Save Script with comments** («сохранить текст программы с дополнительными комментариями»);
- **Edit** («редактирование текста программы»);
- **Undo** («отмена последнего действия»);
- **Tools** («инструментарий»);
- **Bitmask Calculator** («вычисление параметров битовой маски»);
- **Toggle Advanced Options** («детализация редактируемых опций»).

В разделе **Toggle Advanced Options** определяется категория событий (входные, выходные), а также тип сценария.

На первом этапе работы в окне «Device» выбирается модель модема из серии Spider MT. Далее разраба-

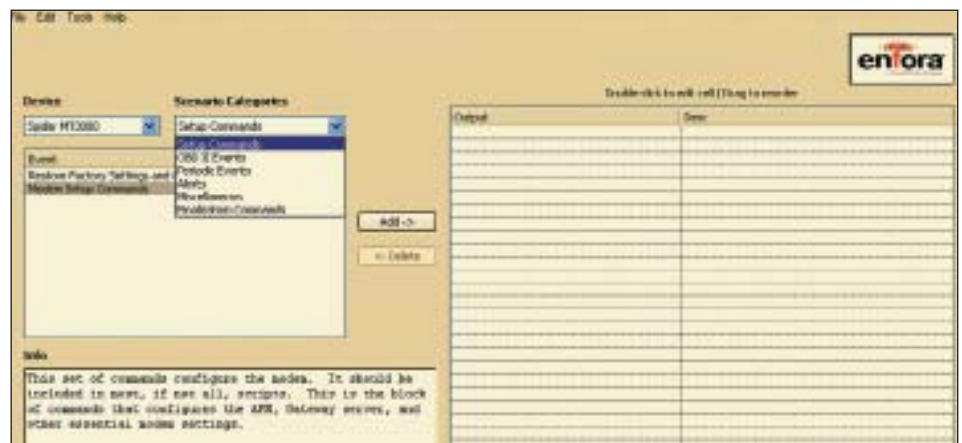


Рис. 9. Главное меню программы ScriptGen

тывается желаемый сценарий и конкретизируются входные и выходные группы событий. Например, для MT3000 можно выбрать события, которые выявляются с помощью диагностической системы OBD-II (предельно допустимые обороты двигателя, скорость движения, минимальный предельно допустимый уровень заряда аккумулятора и др.). В этом же разделе устанавливаются соответствующие параметры события (Group Number, Parameter 1, Parameter 2, Input Trigger Type).

Использование ScriptGen значительно облегчает и автоматизирует процесс конфигурирования сложных последовательностей событий. Работа с программой осуществляется в диалоговом режиме. В процессе ответов на запросы программы создается определенный сценарий работы модема. При дальнейшей обработке этот сценарий преобразуется в скрипт. Полученные скрипты можно хранить в виде файлов, редактировать и, при необходимости, загружать в модем для решения конкретной задачи пользователя. При этом не нужно хранить текст программы постоянно в памяти модема. В случае возникновения нестандартной ситуации (изменение дорожной обстановки, авария, погодные условия) текст корректирующей программы может быть загружен в модем удаленно с центрального сервера через Интернет.

В настоящее время выпущен тестовый вариант программы ScriptGen. Окончательная версия будет доступна в конце 2011 г. Для корпоративных клиентов Enfora предлагает полный комплект программного обеспечения, адаптированный под задачи конкретного пользователя, — Enfora's N4A Provisioner. Пакет Provisioner поддерживает основные промышленные приложения, такие, например, как MS SQL Server, MySQL, Oracle. В рамках специального проекта пользователь может заказать индивидуальную версию ПО, учитывающую специфику контроля состояния конкретных устройств.

Концепция корпоративного управления модемами серии Spider основана на объединении отдельных задач в различные логические группы. Такой подход позволяет сортировать определенные события по группам и в минимальные сроки находить для них адекватные решения. В качестве примера можно привести систему слежения за перемещением контейнеров в крупной логистической компании.

На каждый контейнер устанавливается свой собственный Spider MT2500 или Spider AT. Информация о грузе, условиях и сроках его хранения заносится в базу данных. В соответствии с этими данными определяются сценарии контроля и ответных действий: допустим, необходимо хранить этот контейнер при определенной температуре и доставить его по назначению в строго определенное время. Сравнивая показания модемов Spider, установленных на других контейнерах, диспетчер определяет оптимальные режимы транспортировки и хранения на промежуточных складах, а также формирует логистические группы товаров. При наступлении запланированного входного события Spider передает соответствующее сообщение на центральный сервер. Поступившая информация обрабатывается с помощью Provisioner и сравнивается с приложением пользователя и с общей базой данных. В результате ответные действия формируются в строгом соответствии с условиями, прописанными в контракте по доставке и обработке данного груза. Кроме того, аварийные сигналы параллельно поступают в различные охранные, милицейские, страховые службы.

Программа Provisioner включает в себя четыре варианта конфигурации параметров модема, предназначенных для различных режимов эксплуатации. Например, в статическом режиме модем посылает сообщения о своем состоянии по заранее заданному графику. В динамическом режиме модем через заранее заданные интервалы времени сообщает о начале и конце перемещения. Этот режим наиболее часто используется в случаях, когда необходимо быстро зафиксировать факт начала перемещения контролируемого объекта (банкоматы, торговые автоматы, офисная техника). В режимах нарушения границ нахождения используются такие события, как, например, выход за пределы заранее заданной зоны, перемещение в другую зону, изменение скорости перемещения между зонами.

Программное обеспечение Provisioner поставляется в виде лицензионных дисков, рассчитанных на работу с различным количеством контролируемых объектов. В настоящее время для заказа доступны следующие комплекты программного обеспечения:

- Part numbers EWB0110 — N4A Software for Spider MT/SA license, quantity 1.

- EWB0210 — N4A Software for Spider AT, quantity 1.
  - EWS0310 — N4A Software CBL Plug-In license, quantity 1 (Spider AT only).
  - EWM0100 — N4A Software Maintenance and Support, per device.
  - EWP0100 — N4A Software Integration, per server.
  - EWT0101 — N4A Software Training Credits.
- Дополнительную информацию можно получить на сайте производителя [www.enfora.com](http://www.enfora.com) и на сайте дистрибьютора [www.telemetry.spb.ru](http://www.telemetry.spb.ru).

## Литература

1. Enfora Spider MT-Gi, User's Guide, GSM235xUG001, Rev. 1.04. 2010.
2. GSM2228UG001 Enfora Mini-MT User Guide. Rev. 1.03.
3. Spider AT, GSM/GPRS/GPS quad-band asset tag.
4. MT 2500, GSM2418UG001. User Guide. V. 1.01. 2011.
5. Enfora Enabler IIIG-BGA Modem Integration Guide. GSM0408IG001. Rev. 1.03.
6. Spider MT 2500 AT Command Set (GSM2418AT001).
7. Mobile Tracker Event Cookbook (GSM2000CB001).
8. User Variables Overview Technical Note ENF0000TN001. Rev. 1.0. 2009.
9. GSM0000GN012. Engineering Mode Manual, Serving Cell and Neighbor Cell values, %EM command. Enfora. 2011.
10. GSM0000AN015. Event Monitor and Reporting Overview. Enfora.
11. Enfora FOTA Application Note ENF0000AN002. Rev. 1.02.
12. MT3000, GSM2374UG001. User Guide. V. 1.01.
13. MT 3000 AT Command Reference, GSM2374AT001. V. 1.16. 2011.
14. Mini MT, GSM2428UG001. User Guide. V. 1.01. 2011.
15. Enfora Mini MT Transition Guide, GSM2428TG001. 2011.
16. Enfora Mini MT AT Commands, GSM2428AT001. 2011.
17. Enfora Mini MT Cook Book, GSM2428CB001. 2011.
18. Clarke X. Enfora ScriptGen. Rev. 1.0. 2011.