

Новый GPS/GSM/GPRS-модем

для мониторинга транспортных средств

Enfora Spider MT-Gμ GSM2438

Американская фирма Enfora является одним из ведущих производителей GPS/GSM-модемов для систем мониторинга транспортных средств. В трекерах Enfora прикладное программное обеспечение пользователя размещено в памяти базовых модулей. Поэтому создать управляющее ПО может практически любой начинающий программист.

В состав серии GSM/GPRS/GPS-трекеров Enfora Spider входят модели: MT-Gi GSM2354, MT-Gi GSM2356, MT-Gu GSM2358, mini MT GSM2228, AT, GSM5108, MT2500 (GSM2418); MT3000 (GSM2374/76); Mini MT (GSM2428) [1-6]. В июне 2011 г. в коммерческую продажу поступила еще одна новая модель — MT-Gμ GSM2438.

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

Общие характеристики модема Spider MT-Gμ

Spider MT-Gμ (внутрифирменное название GSM2438) — это новый GSM/GPRS/GPS-трекер для транспортных средств [7]. Модем Spider MT-Gμ — модернизированный вариант хорошо известного трекера GSM2338. Он может работать в диапазонах GSM 850/1900 и 900/1800 МГц. Блок GSM/GPRS выполнен на базе нового модуля Enfora GSM0408 [7].

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 в течение всего времени выполнения других функций.

В блоке GPS использован новый модуль Enfora GPS0403. В трекере GSM2438 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 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 [7]. Модем может работать с десятью серверами. Также в режиме GPS поддерживаются функции: виртуальный одометр, фиксированные геозоны и формат буферизованных сообщений.

Основные отличия новой модели от предыдущей (GSM2338) заключаются в том, что в трекере GSM2438 имеется встроенный трех-

мерный акселерометр и новый базовый модуль GPS0403. Кроме того, в модели GSM2438 использованы новые схемотехнические решения, снижающие энергопотребление, а также расширены библиотеки специальных AT-команд и служебных сообщений.

Диапазон напряжений питания модема GSM2438 составляет 9–40 В. 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.

Размеры устройства 63,5×63×24,4 мм. Модем предназначен для эксплуатации при температурах –35...+85 °С. В модеме используются внешние GSM- и GPS-антенны, для подключения которых применяются автомобильные радиочастотные разъемы FAKRA RF. Внешний вид GSM2438 показан на рис. 1.

На лицевой панели размещены держатель SIM-карты с автоматическим выталкивателем и три светодиодных индикатора режимов, которые информируют о наличии питания и статусе соединений GSM, GPRS, GPS. На задней панели



Рис. 1. Внешний вид модема GSM2438



Рис. 2. Интерфейсные разъемы модема GSM2438

модема размещены антенные разъемы FAKRA, разъем Molex 43024-0800 для пользовательских вводов/выводов и разъем для подключения голосовой гарнитуры (2.5mm Headset).

Интерфейсы модема GSM2438

Описание вводов/выводов модема GSM2438 приведено в таблице 1.

На интерфейсный разъем Molex выведены контакты для подключения питания от ключа зажигания и от аккумулятора, а также пользовательские вводы/выводы. Следует обратить внимание на то, что номера контактов интерфейсного разъема Molex и внутрифирменное название вводов/выводов Enfora не совпадают (рис. 2).

Контакт 1 может быть использован как переключающийся ввод/вывод при программировании с помощью Event Engine. При включении зажигания питание подается на вывод номер 1, и модем расценивает это как два входных события: «IF Power ON» и «AND Ignition HIGH». Для работы с этими событиями рекомендуется использовать следующие последовательности AT-команд:

```
AT$EVENT=12,0,8,1,1 //IF Power ON;
AT$EVENT=12,2,7,1,1 //AND Ignition HIGH.
```

Для момента работы стартера, пока не запустился двигатель, рекомендуется использовать команду:

Таблица 1. Вводы/выводы интерфейсного разъема модема GSM2438

Номер контакта разъема Molex	Наименование контакта	Внутрифирменное наименование ввода/вывода	Описание
1	Switched Power	GPIO8	Рабочее питание от ключа зажигания
2	RS232 Serial Data In	GPIO6	Последовательный двухпроводной интерфейс, «Ввод»
3	RS232 SerialData Out	GPIO7	Последовательный двухпроводной интерфейс, «Вывод»
4	Ground	GPIO4	Заземление (корпус автомобиля)
5	Unswitched Power	GPIO5	Постоянное питание от аккумулятора
6	User Controlled I/O	GPIO3	Вывод/ввод пользователя
7	User Controlled I/O	GPIO1	Вывод/ввод пользователя
8	User Controlled Output	GPIO2	Вывод/ввод пользователя

AT\$IGNBNC=0.

Состояние вводов/выводов модема GSM2438 можно программировать с помощью AT-команд и использовать их для специальных прикладных задач. Параметры программируемых вводов/выводов приведены в таблице 2.

Кроме питания, на интерфейсный разъем Molex выведены два программируемых ввода/вывода, один вывод общего назначения и двухпроводной последовательный интерфейс (Tx, Rx). Пользовательские вводы/выводы позволяют подключать к навигатору различные внешние устройства и конфигурировать их с использованием Event Tools.

Программируемый ввод/вывод GPIO1 (контакт 7 разъема Molex 43024-0800) может быть установлен в высокое или низкое состояние соответственно командами **AT\$IOPULUP=1** или **AT\$IOPULUP=0**.

Аналогично с помощью AT-команд программируется ввод/вывод GPIO2 (контакт 8 разъема).

Специальный вывод GPIO3 (контакт 6) представляет из себя «триггер с защелкой». Этот вывод контролируется микроконтроллером и сохраняет свое состояние неизменным

в любых ситуациях. Его можно использовать для дистанционной блокировки дверей или двигателя.

На GPIO4 (контакт 4) подается минус напряжения питания. Модем программируется с помощью Event Engine таким образом, что в случае выключения зажигания состояние этого вывода меняется с высокого на низкое, и модем переходит на резервное питание от встроенного аккумулятора. При необходимости сообщение об этом событии может быть послано в виде SMS или UDP-сообщения.

На GPIO5 (контакт 5) подается постоянное питание непосредственно от аккумулятора. При отключении питания на этом выводе происходит перезапуск модема. При этом стираются все GPS-данные.

Вводы/выводы GPIO6 и GPIO7 (контакты 2, 3) предназначены для двухпроводного последовательного интерфейса (Tx, Rx). Также, с помощью AT-команд, GPIO6 и GPIO7 могут быть сконфигурированы для контроля состояния GPS- и GSM/GPRS-связи (светодиоды LED1, LED2).

Подробно процедуры программирования пользовательских вводов/выводов модема GSM2438 описаны в [5].

Таблица 2. Параметры программируемых вводов/выводов модема GSM2438

Наименование пользовательских вводов/выводов	Направление	AT-команда для конфигурации	Описание
GPIO-1	IN/OUT	AT\$IOP1	Ввод/вывод общего назначения. Для установки в режим PullUp/PullDown используется команда AT\$IOPULUP. В процессе перезагрузки (Reset) GPIO-1 будет находиться в низком состоянии. После окончания перезагрузки вывод возвращается в предыдущее состояние. Электрические параметры приведены в таблице 3.
GPIO-2	IN/OUT	AT\$IOP2	Ввод/вывод общего назначения. В процессе перезагрузки (Reset) GPIO-2 будет находиться в низком состоянии. После окончания перезагрузки вывод возвращается в предыдущее состояние.
GPIO-3	OUT	AT\$IOP3	Вывод общего назначения (защелка). Состояние задается микроконтроллером и поддерживается неизменным в течение всей работы, включая процесс перезагрузки. Выход может быть использован для управления мощными исполнительными устройствами.
GPIO-4	IN	AT\$IOP4	Ввод для контроля режима питания модема. Низкое состояние соответствует режиму питания от встроенного резервного аккумулятора. Высокое состояние соответствует питанию от внешнего источника.
GPIO-5	OUT	AT\$IOP5	Вывод предназначен для контроля линии перезагрузки General-purpose GPS-приемника. Высокое состояние соответствует нормальному режиму работы. Низкое состояние соответствует режиму перезагрузки.
GPIO-6	OUT	AT\$IOP6	Вывод для контроля светодиода LED2 или RS232.
GPIO-7	OUT	AT\$IOP7	Вывод для контроля светодиода LED3 или RS232.
GPIO-8	IN	AT\$IOP8	Ввод для контроля состояния зажигания.

Таблица 3. Электрические параметры вводов/выводов модема GSM2438

Наименование параметра	GPIO1	GPIO2	GPIO3
Верхний уровень входного напряжения (InputVIH), В	> 1,5		
Нижний уровень входного напряжения (InputVIL), В	< 0,3		
Верхний уровень выходного напряжения (OutputVOH), В	2,6	2,72	
Нижний уровень выходного напряжения (OutputVOL), мВ	200	320	
Ток потребления в режиме источника, мкА	60		
Ток потребления в режиме стока	3,7 мА	3,7 мА	Максимальный ток 1,5 А при напряжении 40 В

Электрические параметры вводов/выводов модема GSM2438 приведены в таблице 3.

Встроенный трехкоординатный цифровой акселерометр фиксирует любые пространственные перемещения модема. Например, в случае буксировки автомобиля с отключенным двигателем модем сразу передает на центральный пульт сигнал тревоги и будет показывать траекторию перемещения автомобиля на штрафную стоянку. 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 [5]. Так, например, при монтаже акселерометр ориентируют относительно корпуса автомобиля с помощью команды `AT$ACCORN`. Команда `AT$ACCAM` позволяет устанавливать все допустимые значения параметров движения; `AT$ACCDBG` выводит на экран настройки акселерометра; `AT$MGCCFG` используется для автокалибровки положения акселерометра

в пространстве. Всего для управления акселерометром используется десять AT-команд [5].

Режим GFMI

В модеме GSM2438 поддерживается режим GFMI (Garmin Fleet Management Interfa). В 2008 г. фирмы Garmin и Enfora заключили соглашение о поддержке модемами Spider MT интерфейса Garmin — GFMI [11]. Объединение в одном устройстве автомобильного GPS-навигатора Garmin и GPS/GSM/GPRS-трекера Enfora Spider MT позволило создать замкнутую систему слежения за транспортными средствами с обратной связью через центральный диспетчерский сервер.

Схема работы GFMI показана на рис. 3.

Для реализации GFMI необходим модем GSM2438, навигатор Garmin и специальное программное обеспечение с поддержкой GFMI как для навигатора Garmin, так и для модема Enfora.

С помощью GFMI диспетчер транспортной компании может отслеживать транспортное средство в реальном масштабе времени и корректировать режим его работы. С другой стороны, водитель может связываться с диспетчером и запрашивать у него необходимую информацию. Для активации функции GFMI в GSM2438 необходимо получить у фирмы Enfora дополнительный код доступа для каждого модема. Следует обратить внимание на тот факт, что не все GPS-навигаторы могут работать совместно с модемом Enfora GSM2438.

При работе в системе GFMI порт RS232 модема Enfora GSM2438 подключается к порту USB навигатора Garmin с помощью специального кабеля Garmin FMI cable 010, имеющего преобразователь интерфейсов и источник питания 5 В [11].

Управление функциями GFMI реализуется с помощью специальных AT-команд фирмы Enfora. Эти команды посылаются с центрального сервера по протоколу TCP API через GSM/GPRS-канал на модем GSM2438. Получив эту команду, модем вырабатывает сообщение FMI и передает его через порт RS232 навигатору Garmin. Навигатор обрабатывает это сообщение и выводит результат на экран дисплея. Одновременно этот ответ передается через USB-порт навигатора на модем GSM2438, который пересылает его по каналу GSM/GPRS на центральный сервер.

Так, например, команда `AT$GFMI=1` транслируется через модем GSM2438 на навигатор Garmin и активизирует функцию GFMI. При этом в главном меню навигатора появляется новое окно с надписью «Диспетчер».

Главное меню GFMI навигатора Garmin Nuvi 205 содержит четыре основных раздела (рис. 4):

- Остановки.
- Сообщения.
- Найти место.
- О водителе.

Навигаторы Garmin с поддержкой GFMI имеют сенсорный экран Touch screen. Выбор соответствующего пункта меню осуществляется простым прикосновением к соответствующей картинке. Водитель и диспетчер могут обмениваться произвольными сообщениями. Диспетчер посылает на модем соответствующие AT-команды, результат которых выводится на экран навигатора Garmin. Например, если с сервера посылается команда `AT$GFMI=3, «Stop», 1, «0001»`, то на экране навигатора в разделе «Сообщения, входящие» появится сообщение «Stop». В свою очередь, водитель может послать диспетчеру свое сообщение в произвольной форме. Для этого нужно выбрать пункт меню «Сообщения, исходящие» и набрать на появившейся виртуальной клавиатуре нужный текст.

Плановые остановки задаются диспетчером заранее и хранятся в навигаторе в разделе «Мои остановки». Водитель может двигаться по маршруту от остановки до остановки, каждая выполненная или пропущенная остановка контролируется диспетчером.

Например, в случае, когда водитель получил сообщение о необходимости остановки, про-

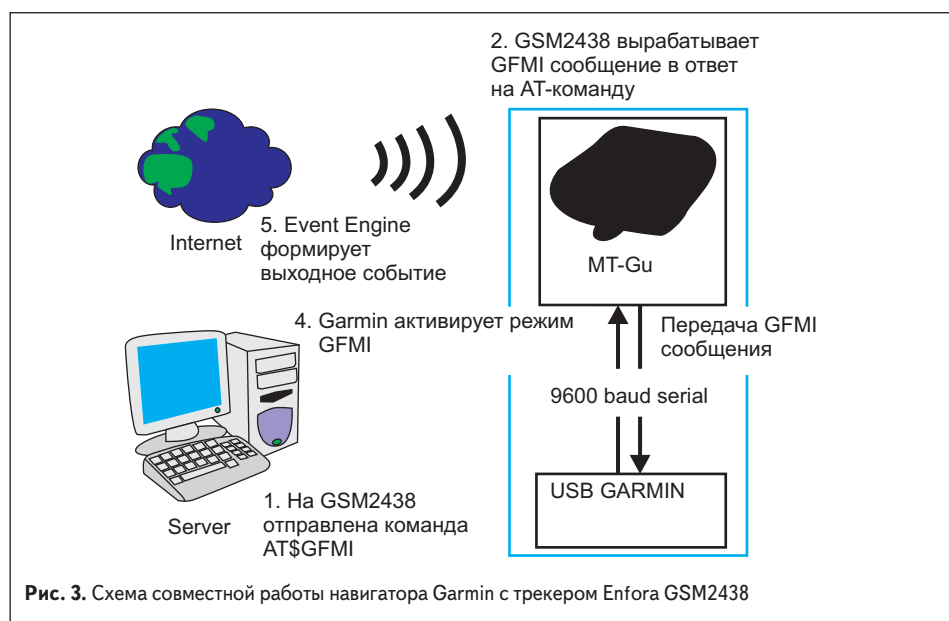


Рис. 3. Схема совместной работы навигатора Garmin с трекером Enfora GSM2438

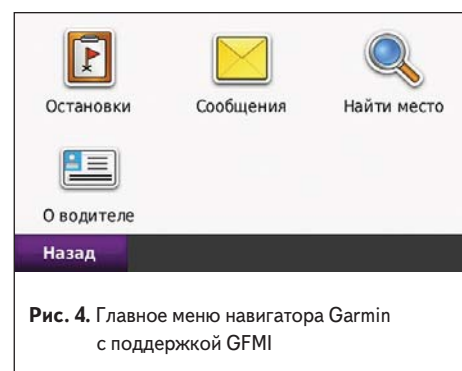


Рис. 4. Главное меню навигатора Garmin с поддержкой GFMI

читал его или удалил, на сервер будут посланы команды:

```
AT$EVENT=89,1,89,100,104
AT$EVENT=89,3,40,89,1075864263 //SEND UDP Message
to the Server
```

В списке управления GFMI имеется более тридцати AT-команд. Подробно они рассмотрены в [8–15].

В настоящее время версия 6,0 (FMI V1, FMI V2) ПО Garmin поддерживает перечисленные ниже протоколы [12]:

- текстовые сообщения произвольной формы (128 знаков);
- остановки;
- время прибытия в заданный пункт;
- автоматическое оповещение о прибытии в заданный пункт (или опоздании);
- обновление (изменение) данных о маршруте с диспетчерского пункта;
- подтверждение доставки сообщения (FMI V2);
- стандартные ответы водителя, до 200 сообщений (FMI V2);
- персональные данные о водителе (FMI V2);
- техническое состояние автомобиля;
- ежеминутные сообщения о состоянии транспорта (FMI V2);
- пингование модема GSM2438 (FMI V2);
- дополнительные данные, заполняемые клиентом.

Кроме того, Garmin дополнительно предоставляет прикладное программное обеспечение для диспетчерского сервера GFMI. Интерфейс этой программы адаптирован для обычных людей, не имеющих специальных навыков работы с системами GPS-навигации. В главном меню размещены функциональные клавиши, соответствующие перечисленным выше протоколам GFMI. Диспетчер может одним нажатием клавиши выбрать соответствующий протокол и задать необходимые параметры. При этом на экране показываются основные характеристики контролируемого объекта, такие, например, как текущее время, количество зарегистрированных спутников, координаты, скорость движения.

Введение в системах слежения двусторонней связи между диспетчерским пунктом и водителем позволяет значительно улучшить систему безопасности транспортных средств. В случае, когда по каким-либо причинам на экране диспетчера пропадают GPS-данные от конкретного автомобиля, на этот автомобиль немедленно посылаются тестовый запрос, который высвечивается на экране навигатора Garmin. Если ответа нет, диспетчер может дистанционно заблокировать зажигание, двери и направить тревожное сообщение в службу спасения. Кроме того, в модеме GSM2438 предусмотрена функция «тревожной кнопки». Поэтому водитель в критических ситуациях может сам отправить аварийное сообщение диспетчеру. Работу системы GFMI можно протестировать с использованием сервера поддержки Enfora.

В модеме GSM2438 в полном объеме поддерживаются уникальные преимущества продукции Enfora, прежде всего это функции 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 информацию, 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, используя Интернет и короткие сообщения SMS [9]. С другой стороны, модем MT-GM можно с помощью команды *AT\$MSGLOGEN* сконфигурировать таким образом, чтобы результаты выходного события сохранялись в памяти модема и переслались на центральный сервер.

В модеме реализована функция поддержки часов реального времени Real Time Clock (RTC). С помощью AT-команд задаются параметры синхронизации RTC. Текущее время может синхронизироваться с мировым временем по сигналам со спутников GPS при каждом включении питания модема. Также синхронизация текущего времени может осуществляться по определенному графику несколько раз в сутки.

В качестве еще одной полезной функции модема GSM2438 можно назвать *User variables* (переменная пользователя), которая позволяет сохранять дополнительные значения определенных параметров во флэш-памяти модема [15]. Функция *User variables* дает возможность отправлять разные формы отчетов в одном сообщении. В альтернативном варианте нужно было бы для каждой формы отчета отдельно отправлять свои собственные сообщения. При использовании функции *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 GSM2438 поддерживается функция *FOTA* (Firmware Over The Air) — обновление базового программного обеспечения через Интернет [16]. Эта опция используется в тех случаях, когда модемы размещены на удаленных объектах и физический доступ к ним затруднен.

Для создания прикладных приложений пользователя используется 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 [5, 8]. 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.

Для облегчения процесса программирования модемов серии Spider MT фирма Enfora разработала прикладную программу ScriptGen [18]. Эта программа позволяет обрабатывать группы

различных событий и записывать их в память базового модуля в виде последовательности AT-команд (script). Программа ScriptGen загружается в стандартный ПК и обрабатывается на модеме, подключенном к этому компьютеру. Программа имеет простой и удобный интерфейс пользователя. Работа осуществляется в диалоговом режиме. В процессе ответов на запросы программы создается определенный сценарий работы модема. При дальнейшей обработке этот сценарий преобразуется в текст программы (скрипт). Использование ScriptGen значительно облегчает и автоматизирует процесс конфигурирования сложных последовательностей событий.

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 GSM2438, а также менять его конфигурацию. Подробно инструкция для связи с тестовым сервером приведена в [7]. Модем GSM2438 имеет сертификаты FCC, GCF, PTCRB, CE, RoHS, Anatel, Emark, Industry Canada, AT&T.

Модем выпускается в двух модификациях: GSM2438-00 со встроенным аккумулятором резервного питания и GSM2438-01, без аккумулятора.

Литература

1. Enfora Spider MT-Gi. User's Guide. GSM235xUG001. Rev. 1,04. 8/31/2010.
2. MT 2500. User Guide. GSM2418UG001. V. 1,01. June, 2011.
3. Enfora Enabler IIIG-BGA Modem Integration Guide. GSM0408IG001. Rev. 1,03.
4. MT3000. User Guide. GSM2374UG001. V. 1,01.
5. MT-GM. AT-Command Reference. GSM2438AT001. V. 1,00. 11 April, 2011.
6. Enfora Enabler IIIG-BGA Modem Integration Guide. GSM0408IG001. Rev. 1,03.
7. MT-GM. User Guide. GSM2438UG001. V. 1,00. 11 April, 2011.
8. Mobile Tracker Event Cookbook (GSM2000CB001).
9. Enfora Application Note GSM0000AN022 – AT-Commands Over SMS.
10. GSM0000GN012 – Engineering Mode Manual. Serving Cell and Neighbor Cell values. GSM0000GN012. %EM command. Enfora. 2011.
11. Application Note: GSM2338AN001. Connecting the Garmin Navigator to Enfora GSM2338 Using FMI Protocol.
12. Enfora — Garmin Fleet Management Interface. Technical Guide. GSM2338TG001. Rev. 1,01.
13. Enfora AT-Command, Supplement – Garmin FMI, AT-Command Reference. GSM2338AT002. Rev. 1,02.
14. Garmin Fleet Management Interface Control. Specification.
15. User Variables Overview Technical Note. ENF0000TN001. Rev. 1,0. 3/19/2009.
16. Enfora FOTA Application Note. ENF0000AN002. Rev. 1,02.
17. Event Monitor and Reporting Overview. Enfora. GSM0000AN015.
18. Clarke X. Enfora ScriptGen. Rev. 1,0. 2011.