

Новый 3G/GPS-модем Enfora Spider MT4100

для систем страховой телематики

Термин «Страховая телематика» является переводом английского выражения *Insurance telematic*. Это бурно развивающееся направление страхового бизнеса основано на внедрении современных GPS/GSM-устройств в системы контроля режима управления транспортными средствами. Навигаторы в подобных системах передают на центральный сервер не только текущие геодезические данные автомобиля, но также информацию о том, как водитель разгоняется и тормозит, перестраивается и нарушает ли правила движения. Кроме того, такие устройства позволяют восстановить историю тяжелых аварий.

Новый трекер MT4100 производства фирмы Novatel—Enfora имеет современный 24-канальный GPS-приемник, высокоскоростной 3G-передающий модуль, два встроенных трехкоординатных акселерометра, управляющий микроконтроллер, интерфейс 1-Wire. Расширенный интерфейс пользователя, выведенный на 22-контактный разъем, содержит цифровые и аналоговые входы/выходы, два последовательных порта RS-232, контакты для подключения аккумулятора автомобиля и замка зажигания. Мощное встроенное программное обеспечение позволяет конфигурировать передаваемые на центральный сервер сообщения в очень широких диапазонах.

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

Страховая телематика

Существует три основных направления в страховании транспортных средств с использованием навигационного оборудования:

- PAYD (Pay as you drive) — страховые платежи в зависимости от показаний одометра;
- RNYD (Pay how you drive) — страховые платежи в зависимости от стиля вождения;
- UBI (Usage based insurance) — страховые платежи в зависимости от комплексной оценки использования автомобиля.

В первом варианте (PAYD) страховые платежи рассчитываются в зависимости от того, как часто используется автомобиль. Если автомобиль используют только летом или только в выходные дни, то страховка будет заметно меньше, чем при ежедневном вождении.

В программе RNYD учитываются качества управления автомобилем. При отсутствии нарушений правил дорожного движения и аварийных ситуаций водитель платит меньше, чем при наличии таковых.

Третий вариант UBI, по существу, объединяет и дополняет два первых варианта. Эта комплексная программа включает в себя следующие показатели:

- ежедневное пройденное расстояние;
- длительность управления без перерывов на отдых;
- время суток, в которое большей частью эксплуатируется автомобиль;
- использование автомобиля в пиковое время;

- характер дороги (центр города, автомагистраль или проселочные дороги);
- характер вождения (ускорение, торможение, резкие повороты и перестроения, торможения и ускорения во время поворота, нарушения рядности, выезд за пределы дороги, нарушение скоростного режима, нарушение ПДД и другие подобные моменты).

Естественно, что для реализации такой программы необходимы как современное оборудование, так и сложное комплексное программное обеспечение центрального сервера. К оборудованию, устанавливаемому в салоне автомобиля, предъявляются следующие основные технические требования:

- определение текущих координат автомобиля в реальном масштабе времени, с точностью до нескольких метров, при движении со скоростями более 100 км/ч;
- определение мгновенных значений скорости движения в диапазоне 0–200 км/ч;
- определение трехмерных, текущих значений ускорения в диапазоне 0–5 g;
- определение мгновенных значений ускорений в диапазоне до 20 g в аварийных ситуациях;
- фиксация основных параметров движения автомобиля с частотой не менее 1 Гц;
- передача на центральный сервер пакетов информации объемом не менее 1 кбайт с частотой не менее 1 Гц;
- хранение накопленной информации в энерго-независимой памяти в случае отсутствия связи по беспроводному каналу;

- автоматическое восстановление связи по беспроводному каналу.

Чтобы принимать, хранить и обрабатывать перечисленные выше данные, необходим мощный программно-аппаратный комплекс на центральном сервере. По этой причине данный вид страхового бизнеса доступен только крупным компаниям.

Согласно оценкам [1], объем архива данных на одного клиента системы UBI составит в среднем около 1 Мбайт в год. При среднем количестве клиентов крупной страховой компании 100 000 чел. совокупная база данных будет занимать объем примерно 1 Тбайт в год. Поскольку UBI-тарифы существенно ниже для аккуратных и вежливых водителей, то такая система страхования выгодна всем — начинающим и опытным водителям, пешеходам, государству. Поэтому этот вид автострахования приобретает все большую популярность.

В настоящее время в мире насчитывается более ста глобальных проектов UBI, среди которых можно выделить следующие наиболее крупные фирмы: Progressive, Allstate, CSAA, GMAC, SoCal (США); Aviva, AXA, Aviva Coverbox, RAC, Insurance Vox (Европа); Hollard, MiWay, Santam (Южная Африка) и др.

Пионером в этой области считается американская страховая компания Progressive Insurance, которая запустила свой первый телематический проект в 1998 г. В 2012 г. доход этой фирмы от UBI составил более миллиарда долларов. На рис. 1 показаны ожидаемые доходы на рынке страховой телематике в США и Европе [2].

В соответствии с модельными расчетами [2] к 2020 г. около 25% доходов американских страховых компаний будет реализовано за счет UBI.

В Европе наиболее крупные проекты UBI реализуются в Италии, Испании, Франции и Великобритании. Ожидается, что суммарный годовой доход европейских страховых компаний от UBI к 2020 г. будет превышать €50 млрд.

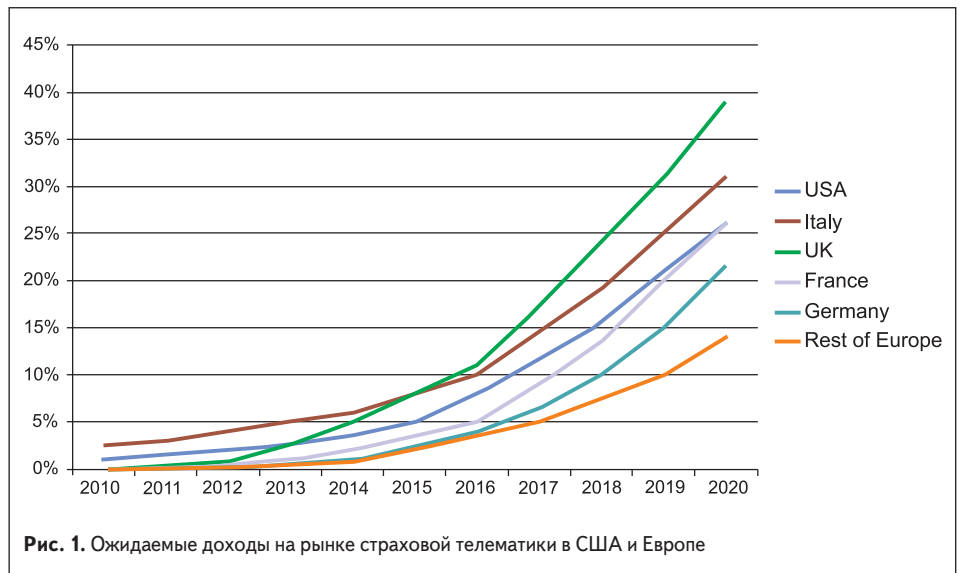


Рис. 1. Ожидаемые доходы на рынке страховой телематике в США и Европе

По мере того как совершенствуются технологии промышленной телеметрии, страховая телематика становится все более и более популярной также и в Азиатско-Тихоокеанском регионе, Южной Африке и Латинской Америке. В России UBI-проект успешно развивает фирма 3S-Telematica [3]. На рис. 2 показан основной интерфейс программного обеспечения (ПО) 3S-т, используемого в российском проекте UBI. Это ПО позволяет собирать и обрабатывать как навигационные данные, так и параметры акселерометра.

Основные технические характеристики модема MT4100 UMT2202

Модем MT4100 представляет собой совмещенный GPS/3G-модем, работающий под управлением встроенного микроконтроллера [4]. В модели UMT2202 для реализации канала беспроводной связи (БС) использован новый 3G-модуль Novatel-Enfora Enabler HS 3002. Модуль изготовлен на базе чипсета Qualcomm

QSC6270 HSDPA (3G UMTS), который содержит на одном кристалле ICs baseband процессор, FRONT-END преобразователь, мультимедийный процессор, схему электропитания [5]. В модуле поддерживаются режимы HSDPA (UMTS 3G)/GPRS/EDGE. Модули Enabler HS 3002 предназначены для использования в приложениях, в которых требуются большие скорости передачи данных и экономичные режимы энергопотребления.

В блоке GPS использован новый 26-канальный модуль Novatel GPS0403, который обеспечивает «холодный старт» меньше чем за 50 с и «горячий старт» не более 3 с. В настоящее время в серии Spider MT4100 выпускаются следующие модели:

- UMT2202-00 ROW HSDPA, 900/2100 (Bands VIII, I), w Battery (GSM/GPRS/EDGE Fallback: 850/900/1800);
- UMT2203-00 NA, HSDPA, 850/1900 (Bands V, II), w Battery;
- UMT2203-01 NA, HSDPA, 850/1900 (Bands V, II), w/o Battery;
- RTT2201-00, 1xRTT (CDMA), 850/1900, w Battery;
- RTT2201-01, 1xRTT (CDMA), 850/1900, w/o Battery.

Для применения в Европе и в России предназначены только UMT2202-00 со встроенным аккумулятором резервного питания и UMT2202-01 без встроенного аккумулятора. Общий вид модема UMT2202 показан на рис. 3. Три светодиодных индикатора информируют о наличии питания и статусе соединений 3G, GPRS, GPS.

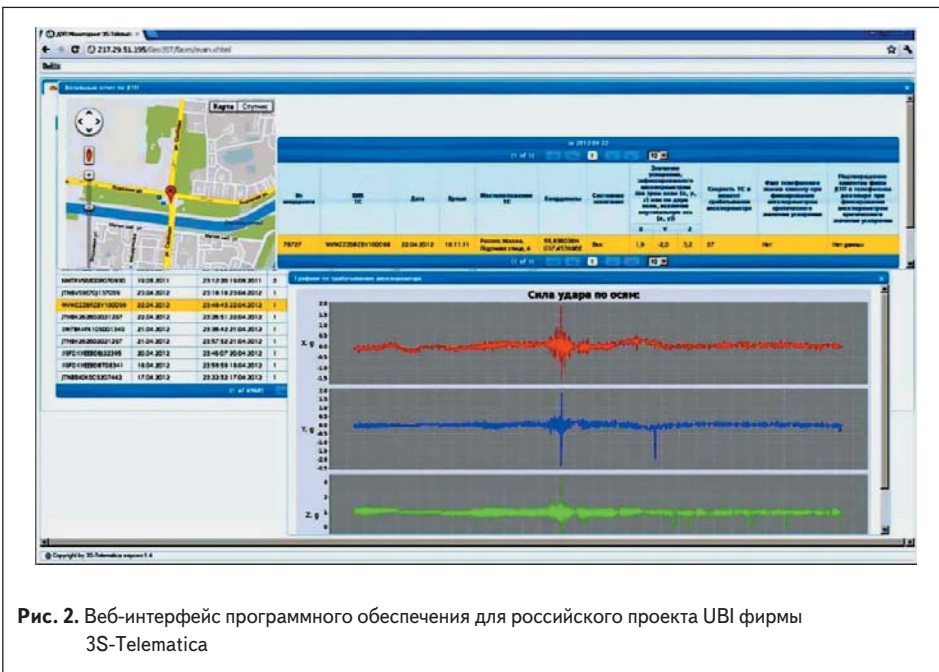


Рис. 2. Веб-интерфейс программного обеспечения для российского проекта UBI фирмы 3S-Telematica



Рис. 3. Общий вид модема MT4100 UMT2202

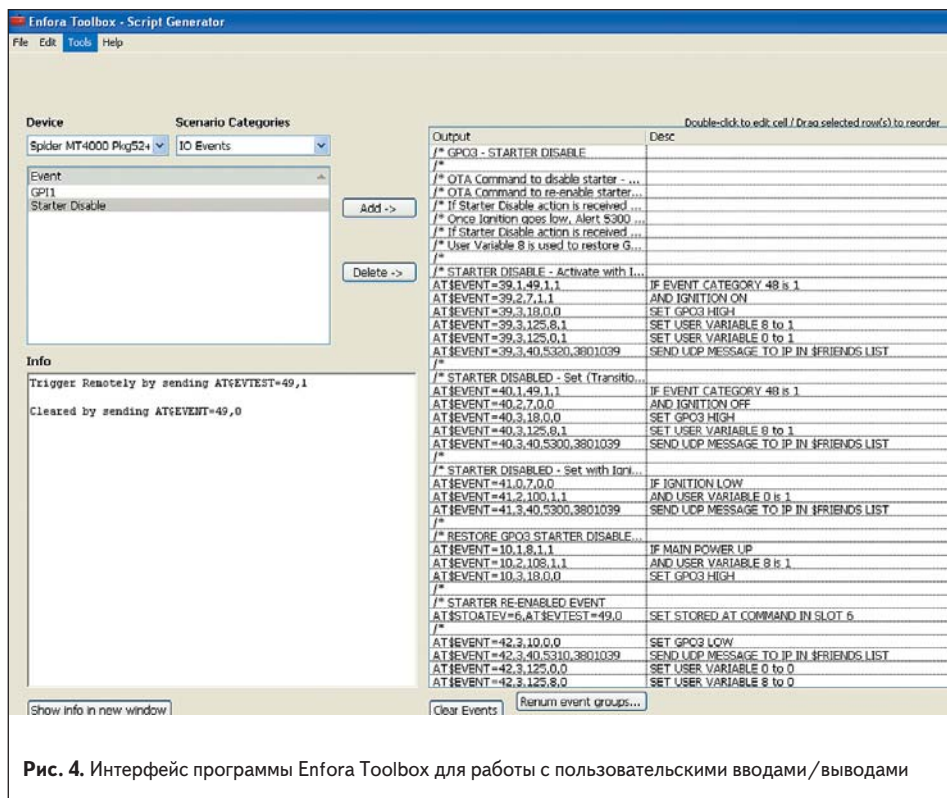


Рис. 4. Интерфейс программы Enfora Toolbox для работы с пользовательскими вводами/выводами

Расширенный диапазон питания в модели MT4100 (9–32 В) дает возможность использовать данный трекер как в автомобилях с питанием 12 В, так и в тяжелых дизельных грузовиках с питанием 24 В.

В трекере UMT2202 используются встроенные антенны 3G и GPS.

В модеме MT4100 все внешние интерфейсы выведены на 22-контактный интерфейсный разъем Molex 43025-2200. На этом разъеме выведены контакты для подключения питания от ключа зажигания и от аккумулятора, аудио-вводы/выводы, два порта RS-232, 1-Wire, а также пользовательские входы/выходы. Контакты,

Таблица 1. Назначение контактов основного интерфейсного разъема UMT2202

Номер контакта интерфейсного разъема	Наименование вывода	Описание функции вывода
1	Digital Input #5	Digital Input #5, (GP12)
2	Digital Input #4	Digital Input #4, (GP11)
3	1-Wire	Интерфейс 1-Wire
4	ADC In #2	АЦП № 2, вход 0–32 В
5	ADC In #1	АЦП № 1, вход 0–16 В
6	Ground	Заземление (корпус автомобиля)
7	Ground	Заземление (корпус автомобиля)
8	Digital Input #2	Цифровой вывод/ввод пользователя №2 (GP19)
9	Digital Input #1	Цифровой вывод/ввод пользователя № 1 (GP11)
10	RS-232 CTS	Последовательный интерфейс RS-232 CTS, выход
11	Ignition	Рабочее питание от ключа зажигания
12	RS-232TX2	Последовательный порт RTS, вход (-25/+25 В)
13	RS-232RX2	Последовательный порт RX2 (только выход, запрещено подавать входное напряжение)
14	Digital Output 1, High-CurrentSink, Latched	Цифровой вывод № 1 с защелкой на большие выходные токи (GPO5)
15	Digital Output 2	Цифровой вывод № 2 с защелкой на большие выходные токи (GPO2)
16	Digital Output 3	Цифровой вывод № 3 с защелкой на большие выходные токи (GPO3)
17	Power In	Питание от аккумулятора автомобиля 12–32 В (максимально допустимые значения 32 В, 2 А)
18	Power In	Питание от аккумулятора автомобиля 12–24 В
19	Digital Input #3	Цифровой ввод (GP110)
20	RS-232 RTS1	Последовательный порт RTS, вход (-25/+25 В)
21	RS-232TX1	Последовательный порт TX, вход (-25/+25 В)
22	RS-232RX 1	Последовательный порт RX (только выход, запрещено подавать входное напряжение)

выведенные на интерфейсный разъем модема MT4100, показаны в таблице 1.

Следует также обратить внимание на то, что номера контактов интерфейсного разъема Molex и внутрифирменное название Enfora вводов/выводов не совпадают.

Фирма Enfora поставляет стандартные кабели для подключения и диагностики модема. Такой подход значительно упрощает монтаж оборудования на автомобиль и позволяет свести к минимуму возможные ошибки установщиков.

На контакт 11 подается питание с ключа зажигания. Этот вывод может быть использован как переключающийся ввод/вывод при программировании с помощью Event Engine.

Пользовательские входы/выходы позволяют подключать к навигатору различные внешние устройства и конфигурировать их с использованием прикладного ПО Enfora Toolbox.

Для программирования цифровых вводов GP19, GP1, GP10 в режиме Pull-Up/Pull-Down используется команда *AT\$IOPULU*. Эти входы могут быть установлены в высокое или низкое состояние соответственно командами *AT\$IOPULUP=1* или *AT\$IOPULUP=0*. В процессе перезагрузки (Reset) выходы будут находиться в низком состоянии. После окончания перезагрузки вывод возвращается в предыдущее состояние.

Верхний уровень входного напряжения (InputVIN) для цифровых вводов должен быть больше 1,5 В, нижний (InputVIL) — меньше 0,3 В. Верхний уровень выходного напряжения (OutputVOH) — 2,6 В, нижний (OutputVOL) — 200 мВ. Ток потребления в режиме источника 60 мкА, в режиме стока — 3,7 мА.

Вывод общего назначения GPO5 «триггер с защелкой» может быть использован для управления мощными исполнительными устройствами, такими как, например, блокировка дверей, багажника, двигателя автомобиля. Максимальный ток при напряжении 24 В — 1,1 А.

Выводы общего назначения GPO2, GPO3 «триггер с защелкой» могут быть использованы в качестве источника питания внешних устройств с параметрами 3 В, 10 мА. Эти выходы также могут эксплуатироваться при выходных токах до 1 А при соответствующем подборе параметров. Состояние этих выводов задается микроконтроллером и поддерживается неизменным в течение всей работы, включая процесс перезагрузки. Подробно процедура программирования пользовательских вводов/выводов модема UMT2202 приведена в [6].

Пользовательские выходы можно использовать, например, для того, чтобы удаленно отключить зажигание в случае поступления на сервер тревожного сообщения. Скрипт (набор управляющих AT-команд) для этого случая можно написать с использованием прикладной программы Enfora Toolbox [7].

Пример интерфейса этой программы для работы с пользовательскими вводами/выводами показан на рис. 4.

На рис. 4 приведен фрагмент скрипта для удаленного отключения зажигания. Первым шагом задается режим работы GPIO1 с использованием следующих команд:

- **AT\$IOPULUP=1** — устанавливает GPIO1 в режим работы «Pull-Up» (переключение из 0 в 1, когда состояние вывода меняется от высокого к низкому).
- **AT\$EVENT=37,0,0,1,1** — соответствует фиксации входного события, когда GPIO1 находится в высоком состоянии.
- **AT\$EVENT=37,3,40,5100,3801039** — отправляет на сервер UDP-сообщение о высоком состоянии GPIO1.

Аналогичным образом описывается передача сообщения о низком состоянии GPIO1.

Алгоритм программы удаленного отключения зажигания основан на логических комбинациях входных событий:

- **\$EVENT=,0,0,0** — низкое состояние GPIO1;
- **\$EVENT=,0,1,1** — высокое состояние GPIO1;
- **\$EVENT=,7,0,0** — зажигание выключено;
- **\$EVENT=,7,1,1** — зажигание включено.

Подробно эти комбинации рассмотрены в [6].

На интерфейсный разъем Molex выведены также два последовательных интерфейса: RS-232-1 (RX, TX, CTS, RTS) и RS-232-2 (RX, TX).

В модеме MT4100 имеется два АЦП (выводы 4 и 5 22-контактного разъема). Диапазон входных напряжений для АЦП № 1 и АЦП № 2 составляют соответственно 0–16 и 0–32 В. Оба АЦП имеют разрешение 10 бит. С помощью команды **AT\$IOADC** можно изменять масштабирование в пределах 0–1023. Чувствительность составляет 0,0156 В/бит для диапазона 0–16 В и 0,03125 В/бит для диапазона 0–32 В.

Наличие АЦП позволяет подключать к модему различные аналоговые датчики с уровнем выходного сигнала до 32 В. Таким образом можно вести постоянный удаленный контроль параметров автомобиля, например расход и уровень топлива, масла, охладителя.

Модем может поставляться со встроенным аккумулятором резервного питания и без него. Аккумулятор имеет емкость 230 мА·ч и предназначен для кратковременной работы в случае потери основного питания.

Базовые технические характеристики UMT2202 приведены в таблице 2 [4].

Модемы серии MT4100 имеют два трехкоординатных акселерометра, которые предназначены для контроля параметров движения и фиксации аварийных ситуаций.

В модеме UMT2202 используется дополнительный микропроцессор, предназначенный для поддержания необходимого набора функций модема в спящем режиме. Такой подход позволяет отключать центральный процессор при переходе в минимально возможное энергопотребление Low Power Sleep Mode (LPS). В этом режиме отключены функции GPS и до минимума ограничены функции GSM/GPRS. Ток потребления в режиме (LPS) меньше 1,3 мА.

Уровень энергопотребления устанавливается командой **AT\$SLEEP**:

- **0 = No sleep** — все блоки модема работают в полном объеме.
- **1 = Small** — основные блоки работают в полном объеме. Отключена периферия.

- **2 = Big** — отключен радиотракт и периферия. Работает только UART. Радиотракт включается кратковременно по заданному графику контроля wake-up messages.

- **3 = Deep** — работает только тактовый генератор 32 МГц и вспомогательный процессор. Радиотракт периодически сканирует наличие wake-up messages.

Команда **AT\$PWRSAV** позволяет перевести модем в режим энергосбережения через заданное время после выключения зажигания. При этом модем может быть запрограммирован таким образом, чтобы при переходе в режим LPS (входное событие) на центральный сервер передавалось сообщение о переходе в спящий режим и последние координаты автомобиля (выходное событие). При включении зажи-

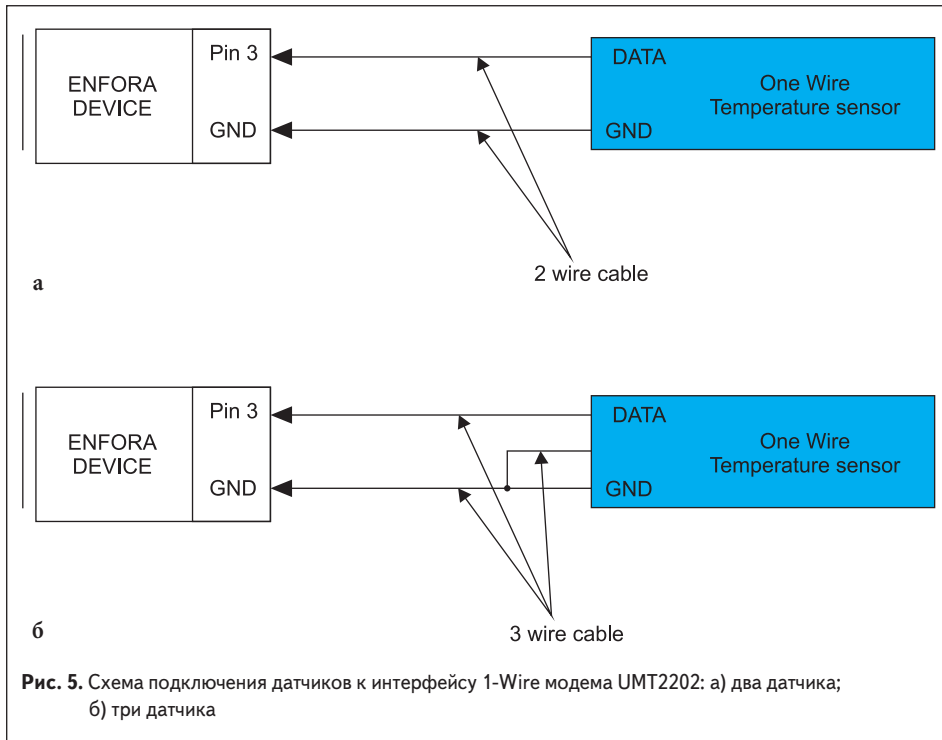
гания модем автоматически выходит из режима LPS. Выход из спящего режима также осуществляется при срабатывании акселерометра, фиксирующего любое перемещение автомобиля в пространстве (эвакуатор, удар, подъем домкратом и т. д.).

Новой функцией, реализованной в модели UMT2202, является однопроводной интерфейс 1-Wire, позволяющий подключить к модему различные устройства этого стандарта. Например, через однопроводной интерфейс можно подключить температурные датчики или электронные ключи-идентификаторы серии iButton с поддержкой протокола DS1990A [7].

Однопроводной интерфейс в модеме MT4100 поддерживает топологию «звезда», и его можно

Таблица 2. Базовые технические характеристики UMT2202

Наименование параметра	Значение параметра
Общие сведения	
Серия	Novatel MT4100
Модель	UMT2202
Сертификаты	FCC, CE, RoHS2, Industry Canada
Корпус	Ударопрочный пластик, пожаробезопасность UL94-Vofire
Размеры, мм	82×52×26
Вес, г	72 для модели без встроенного аккумулятора и 81 для модели со встроенным аккумулятором
Аккумулятор	Перезаряжаемый Lithium-ion battery (230 мА·ч)
Напряжение питания, В	9–32
Сотовая связь	
3G	ROW HSDPA, 900/2100 (Bands VIII, I)
GSM/GPRS/EDGE, Fallback	850/900/1800/1900 МГц
Параметры GPRS	ClassB, Multislot 8, GSM/GPRS Rel-97
GSM SMS	Text, PDU, MO/M, Cell Broadcast
Протоколы	AT commands, AT-SMS, UDPAPI, TCPAPI, FOTA
Отладочный интерфейс	RS-232-1, RS-232-2
Климатические условия эксплуатации	
Рабочий диапазон для модели без аккумулятора, °С	-30...+70 (модель с аккумулятором), -20...+60 (модель без аккумулятора)
Температура хранения, °С	-40...+85
Допустимая влажность, %	до 85, без конденсации
Параметры ГНСС	
Приемник	GPS, 16 ch, L1
GPSP-протоколы	NMEA, Novatel Binary
Холодный старт, дБмб/м/с	-130/20/50
Теплый старт, дБмб/м/с	-130/20/5
Горячий старт, дБмб/м/с	-130/20/2
Чувствительность поиска спутников, м/дБм	50/-138
Чувствительность сопровождения спутников, м/дБм	50/-156
Точность определения координат с доверительной вероятностью 0,95 (чистое небо, 24 ч), м	10
Частота обновления GPS-данных, Гц	1
Акселерометр	
Контроль режима вождения	Цифровой трехкоординатный
Фиксация движения в спящем режиме	Цифровой трехкоординатный
Антенны	
GSM/GPRS	встроенная
GPS	встроенная
Индикация режимов работы	
Красный светодиод	Питание
Желтый светодиод	GSM/GPRS/EDGE/3G
Зеленый светодиод	GPS



использовать для одновременного подключения двух температурных датчиков и одного датчика стандарта iButton (рис. 5). В топологии «звезда», показанной на рис. 5, каждый датчик подключен к однопроводному интерфейсу через свой собственный отдельный кабель.

Специально для модемов серии MT4100 фирма Novatel Wireless выпускает внешний кабель Dallas Semiconductor/Maxim DS1990A/1 для подключения iButton и температурных датчиков DS18B20 [8].

В модели UMT2202 интерфейс 1-Wire выведен на контакт № 3 на основном разъеме модема. Однопроводной интерфейс дает возможность с помощью электронного ключа идентифицировать водителя транспортного средства и обеспечить только санкционированный доступ к управлению автомобилем. Все ключи имеют встроенную память — ПЗУ с уникальным для каждого устройства двоичным 48-разрядным кодом (идентификационным номером). Эта комбинация считается при прикосании металлическим корпусом ключа к металлическому контакту считывателя (Touch receiver).

Последние модели этой серии DS1954 имеют встроенный микропроцессор, предназначенный для шифрования информации.

В базовом варианте в состав гибридной микросхемы любого устройства iButton входят: однопроводной порт, конденсаторный блок питания, блок логического управления, а также 64-битного ПЗУ, содержащего 48-битный идентификационный номер, который жестко прошивается на заводе-изготовителе. Кроме того, в памяти прошит код контроля и дополнительная информация об изделии.

Чтобы произошел обмен информации iButton с внешними устройствами, необходимо всего лишь прикоснуться металлическим корпусом устройства к металлическому зонду приемника. При совпадении идентификационного номера с кодом контроля запускается процесс двунаправленной передачи данных по принципу «запрос-ответ». При этом считывающее устройство играет роль мастера, а iButton — роль ведомого.

Описанная схема идентификации водителя позволяет значительным образом усовершенствовать АРМ диспетчера системы GPS-GSM контроля транспортных средств. При наличии электронного ключа можно автоматизировать процессы логистики с учетом передачи транспорта нескольким водителям на различных этапах маршрута, а также оформление путевых документов.



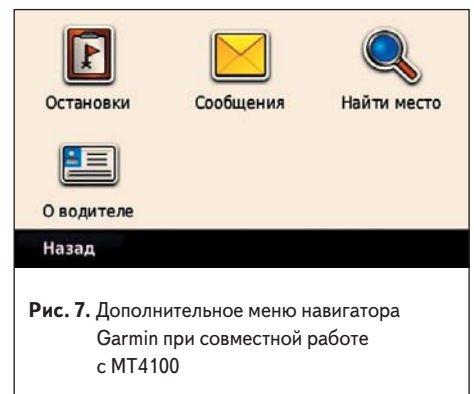
Кроме того, важное значение имеют проблемы безопасности. Также модем можно запрограммировать так, что двигатель будет блокироваться с центрального диспетчерского пункта в случае несанкционированного включения зажигания автомобиля.

В модемах серии MT4100 реализована опция Fleet Management Interface (FMI), которая позволяет связать GPS-навигатор Garmin и трекер MT4100 в единый информационный комплекс [9, 10].

С помощью GFMI диспетчер транспортной компании может отслеживать транспортное средство в реальном масштабе времени и корректировать режим его работы. С другой стороны, водитель имеет возможность наблюдать интерактивную карту движения на мониторе в салоне автомобиля, а также связываться с диспетчером и запрашивать у него необходимую информацию. Для активации функции GFMI в MT4100 необходимо получить у фирмы Novatel дополнительный код доступа для каждого модема.

При работе в системе GFMI порт RS-232 модема MT4100 подключается к порту USB-навигатора Garmin с помощью специального кабеля Garmin FMI cable 010, имеющего преобразователь интерфейсов и источник питания 5 В [10]. Схема работы GFMI показана на рис. 6.

Управление функциями GFMI реализуется с помощью группы специальных команд **AT\$GFMI** и событий (86–99), которые синхронизируют работу обоих устройств. При этом в устройствах появляются дополнительные функциональные возможности, и в главном меню навигатора Garmin можно будет видеть новое окно с надписью «Диспетчер». Дополнительное меню **GFMI** навигатора Garmin Nuvi 205 содержит четыре основных раздела (рис. 7): «Остановки»; «Сообщения»; «Найти место»; «О водителе». В результате водитель и диспетчер могут обмениваться произвольными сообщениями. Диспетчер посылает на модем соответствующие запросы, которые выводятся на экран навигатора Garmin. В свою очередь, водитель может послать диспетчеру свое сообщение, набрав его в текстовом формате на сенсорном экране навигатора. Плановые остановки задаются диспетчером заранее и хранятся в навигаторе в разделе «Мои остановки». Водитель может двигаться по маршруту, используя карту Garmin. При этом диспетчер на удаленном пункте будет постоянно наблюдать его перемещение и режим поездки.



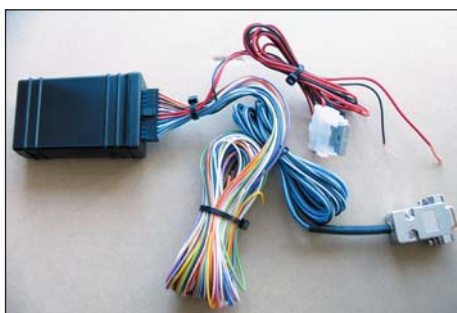


Рис. 8. Отладочный кабель SAB2200-02

Для отладки модема по дополнительному заказу поставляется кабель SAB2200-02 (рис. 8). В этом кабеле на 22-контактный разъем подключены все показанные в таблице 1 выводы. Интерфейс RS-232 подсоединен к стандартному разъему DB-9. Питание от аккумулятора подается через предохранитель. Остальные провода имеют свободный конец. Для подключения к бортовой сети автомобиля поставляются два вида кабелей (рис. 9, 10). Кабель SAB2448-01 имеет 22-контактный разъем, к которому подсоединены 22 провода со свободными концами. В кабеле SAB2448-01 к разъему подключены три провода: «земля», «аккумулятор», «зажигание».

Акселерометры модема UMT2202

Как было отмечено выше, модем UMT2202, кроме стандартных сообщений о пространственных перемещениях автомобиля, может

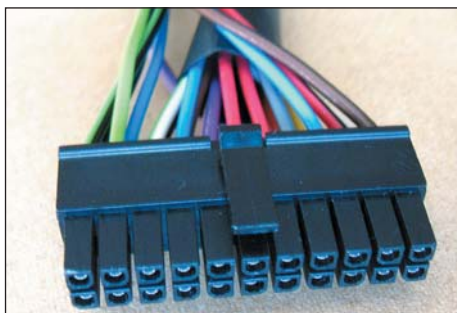


Рис. 9. Кабель для подключения к бортовой сети автомобиля с полной функциональностью — SAB2448-01

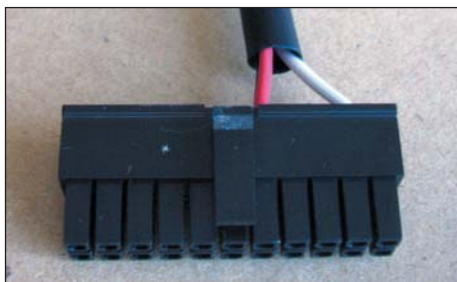


Рис. 10. Кабель для подключения к бортовой сети автомобиля только с проводами питания и зажигания — SAB2448-02

контролировать характерные особенности вождения.

С точки зрения страховой телематики, в модемах серии MT4100 наибольшее значение имеют акселерометры и программно-аппаратный комплекс, которые обеспечивают непрерывный пространственно-временной контроль режима движения автомобиля (резкие остановки, старты, повороты, удары, аварии и т. д.). Представляется важным показать, как именно реализуется контроль режимов вождения с помощью модема UMT2202. Именно поэтому в этой статье приводится более подробная информация о блоке акселерометров.

В модеме UMT2202 имеется два трехкоординатных акселерометра.

Главный, высокоточный акселерометр используется в штатном режиме работы. Он программируется с помощью AT-команд.

Второй акселерометр предназначен для работы в режиме ультранизкого энергопотребления LPS. Этот акселерометр фиксирует перемещение в любом направлении, когда основные блоки находятся в спящем режиме, при выключенном зажигании. При фиксации факта перемещения автомобиля в любом направлении этот акселерометр посылает сигнал пробуждения остальным блокам, по которому активируется режим нормальной работы модема. При этом фиксируются координаты, определяется характер движения и через Интернет посылается тревожное сообщение. Настройки сторожевого акселерометра не могут быть изменены пользователем.

Главный акселерометр может быть запрограммирован в широком диапазоне с учетом изменения следующих параметров:

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

В основе работы блока акселерометров модема UMT2202 заложен принцип Novatel Wireless M2M Event Engine, который заключается в следующем. С помощью AT-команд задаются пороговые значения главного аналогового акселерометра. Каждому порогу в ПО модема соответствует входное событие, которое может вызвать одно из выходных событий, например отправку UDP, TCP или SMS на заданный адрес. Подробно этот процесс рассмотрен в [11, 12].

В модемах серии MT4100 на центральный сервер пересылается соответствующее сообщение в тех случаях, когда показания акселерометра превысят значения, которые предварительно задаются с помощью AT-команд.

В технической документации на модем предлагается установить следующие пороговые значения акселерометра:

- **AT\$ACCCFG=1,0,0,0** — диапазон измеряемых значений ускорения $\pm 4G$;
- **AT\$ACCSAM=25** — частота считывания показаний 25 в секунду;
- **AT\$ACCAM=1,10,1,120** — функция контроля движения в любом направлении (Any Motion) активирована, 10 mG — порог ускорения (значение, после которого будет фиксироваться факт начала движения), 1 — минимальное количество считываемых показаний, 120 с — фиксируемое время до момента начала движения.

В модемах серии MT4100 используется так называемая система фильтров акселерометра (Accelerometer Filter), которая позволяет выбирать входное событие в зависимости от заданного порога ускорения. В таблице 3 приведены описания фильтров акселерометра модемов серии MT4100.

Пороговые значения фильтров акселерометра устанавливаются с помощью команды **AT\$ACCFLT=<Filter No>,<Threshold>,<Duration>,<Hysteresis>,<Coef>**, где:

- **<Filter No>** — номер фильтра;
- **<Threshold>** — пороговое значение;
- **<Duration>** — время, в течение которого должно фиксироваться данное событие;
- **<Hysteresis>** — определяет границы колебаний заданного порога (событие наступает в диапазоне «порог плюс/минус гистерезис»);
- **<Coef>** — контролирует эффективность фильтрации нижних частот необработанных показаний акселерометра (значение «1» удаляет фильтр нижних частот).
Рекомендуется выставить следующие значения для фильтров акселерометра модемов серии MT4100:
- **AT\$ACCFLT=1,265,25,25,10** (здесь: «1» — фильтр ускорения № 1 в горизонтальном направлении по оси X активирован; «265» — пороговое значение; «25» — заданное количество отсчетов; «25» — гистерезис ускорения, «10» — коэффициент фильтра);
- **AT\$ACCFLT=2,-320,25,25,10;**
- **AT\$ACCFLT=3,180,25,25,10;**
- **AT\$ACCFLT=4,-180,25,25,10.**

Аналогичным образом задаются пороги остальных фильтров, показанных в таблице 3. Подробно этот процесс изложен в [6].

Таблица 3. Фильтры акселерометра и соответствующие им входные события

Номер фильтра	Номер входного события	Превышение заданного уровня	Координатные оси
1	148	Фильтр акселерометра № X1	X
2	149	Фильтр акселерометра № X2	X
3	151	Фильтр акселерометра № Y1	Y
4	152	Фильтр акселерометра № Y2	Y
5	153	Фильтр акселерометра № Z1	Z
6	154	Фильтр акселерометра № Z2	Z
7	203	Фильтр акселерометра № X3	X
8	204	Фильтр акселерометра № X4	X

Таблица 4. Заводские настройки фильтров акселерометров серии MT4100

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8
<Threshold>	250	-250	250	-250	1250	750	250	-250
<Duration>	25							
<Hysteresis>	25							
<Coef>	10							
<Clear Duration>	25							
<Max Duration>	10							

Узнать, какие значения параметров фильтров установлены в модеме, можно с помощью команды **AT\$ACCFLT?**.

В таблице 4 приведены заводские настройки фильтров акселерометров серии MT4100.

Пороговые значения скорости, времени разгона и торможения при калибровке акселерометров определяются командой **AT\$AUTOCFG** и могут быть изменены пользователем по желанию.

Структура этой команды для модема UMT2202 — **AT\$AUTOCFG=<Z Cal Time>,<MinSamples>,<Thresh>,<Hysteresis>,<Direction>,<Speed Thresh>,<Lat Acc Thresh>**, где:

- **<Z Cal Time>** — время в секундах, отведенное модему для калибровки по вертикальной оси в покое, до начала движения (диапазон 5–30 с);
- **<MinSamples>** — минимальное количество замеров, необходимых для динамической калибровки (диапазон 25–100);
- **<Thresh>** — пороговое значение замеров при динамической калибровке (диапазон 100–1000);
- **<Hysteresis>** — пороговое значение ускорения при динамической калибровке в mG в случае движения строго прямо (диапазон 10–25 mG);
- **<Direction>** — параметр может принимать значения «0» (разгон) или «1» (торможение), Direction for Dynamic calibration;
- **<Speed Thresh>** — пороговое значение скорости при динамической калибровке в knots (диапазон 5–40 knots <10–73 км/час>);
- **<Lat AccThresh>** — пороговое значение ускорения при динамической калибровке в mG для бокового движения по оси Y (диапазон 10–25 mG).

В качестве примера стандартных установок можно предложить следующие параметры: **AS\$AUTOCFG=10,50,125,10,1,10,15**.



Рис. 11. Ориентация модема в пространстве должна совпадать по осям с ориентацией автомобиля

С завода-изготовителя модемы UMT2202 поступают с прошивкой, содержащей минимальный набор AT-команд, не содержащий никаких данных об акселерометрах. Поэтому сначала акселерометр необходимо надежно зафиксировать на автомобиле и откалибровать его положение в пространстве по трем осям. Работа с акселерометром подробно изложена в [13]. Процесс калибровки акселерометра поддерживается с помощью AT-команд, подробным образом описанных в [6].

Командой **AT\$AUTOCFG** задаются параметры процесса автоматической калибровки акселерометра. Формат команды — **\$ACCAC:<AUTOCAL><STATUS>**, где:

- **<AUTOCAL>** может принимать значения «0» — включена автокалибровка или «1» — выключена автокалибровка (этот параметр не может быть равен «1» в том случае, если **\$ACCMGC=1**).
- **<STATUS>** может принимать следующие значения: старт процесса автокалибровки — «0»; калибровка по вертикальной оси — «1» (начата) или «2» (закончена успешно); калибровка по горизонтальным осям — «3» (начата) или «4» (закончена успешно).

Следует учитывать, что для успешного процесса автокалибровки и правильной отработки команды **\$ACCAC** модем должен быть зарегистрирован в сети и успешно работать со спутниками GPS (поиск, наблюдение, сопровождение). Текущий статус автокалибровки запрашивается командой **AT\$ACCAC?**. Целесообразно до начала процесса автокалибровки установить значение **AT\$ACCAC=0,0**. При таком подходе можно избежать ложного старта процесса при монтаже модема на автомобиле. От того, насколько тщательно и точно выполнена автокалибровка, во многом зависит надежность информации о характере движения, которую модем будет передавать на сервер. Поэтому рекомендуется тщательно соблюдать инструкцию по установке модема на автомобиле (ориентация



Рис. 12. Крепежный кронштейн BRK4100 для монтажа модема в автомобиле

модема по осям автомобиля, отсутствие деталей, экранирующих GPS- и GSM-сигналы, кабели необходимого сечения и т. д.) [4]. Очень важно установить модем строго параллельно осям автомобиля, так чтобы интерфейсный разъем был направлен в сторону багажника. Кроме того, нужно учесть наклон по вертикальной оси. Модем должен быть смонтирован параллельно линии горизонта (рис. 11).

Для установки модема в автомобиле удобно использовать крепежный кронштейн BRK4100 (рис. 12).

В комплект поставки модема может быть включен кабель с 22-контактным разъемом для подключения модема к бортовой сети автомобиля. Контакты питания подключаются через предохранители. Для того чтобы провести автокалибровку акселерометра модема, необходимо выполнить перечисленные ниже действия:

- Установить автомобиль на прямой, ровной горизонтальной дороге, без уклона.
- Вставить предохранители в цепи (11, 17 или 18).
- Включить зажигание.
- Сбросить предыдущую, случайную статическую калибровку командой **AT\$ACCMGC=0,3**.
- Активировать процесс автокалибровки командой **AT\$ACCAC=1** (эти команды можно послать в модем либо через RS-232 или через SMS).
- Выдержать паузу с тем, чтобы дать возможность модему в течение нескольких минут зарегистрироваться в сети и обнаружить необходимое количество спутников (после завершения регистрации индикаторные светодиоды GSM и GPS горят постоянно) [4].
- Разогнать автомобиль по прямой до скорости 20 км/ч за время не менее 5 с.
- Затормозить автомобиль за время не менее 10 с.

Еще раз следует отметить, что правильная калибровка акселерометра крайне важна для дальнейшего контроля поведения водителя на дороге. Поэтому необходимо проконтролировать успешное завершение этого процесса. Контроль можно организовать двумя способами. В первом варианте нужно подключить компьютер к модему через порт RS-232 и контролировать отработку команды **AT\$ACCAC?** через терминальную программу. В другом варианте можно использовать скрипт, контролирующий процесс автокалибровки и обеспечивающий передачу результатов на центральный сервер. Пример такого скрипта:

```
AT$EVENT=97,0,160,2,2 — входное событие, соответствующее успешному завершению процесса статической калибровки;
AT$EVENT=97,3,40,9220,3801039 — отправка на сервер UDP-сообщения о завершении статической калибровки;
AT$EVENT=98,1,160,4,4 — входное событие, соответствующее успешному завершению процесса динамической калибровки;
AT$EVENT=98,3,40,9200,3801039 — отправка на сервер UDP-сообщения о завершении динамической калибровки.
```

Если модем предполагается использовать в помещении, где нет сигнала GPS, то не нужно проводить калибровку акселерометра, поскольку пользователю не нужно знать направление движения. В этом случае важно зафиксировать

сам факт начала движения. Поэтому можно использовать режим Detect any motion.

В этом режиме акселерометр фиксирует перемещение в любом направлении. Для конфигурирования режима используется рассмотренная выше команда **AT\$ACCSAM**. Данный режим работы описывается с помощью событий:

AT\$EVENT=10,0,150,1,1 — зафиксировано начало движения;

AT\$EVENT=10,3,40,,10,3802087 — отослано UDP-сообщение на сервер;

AT\$EVENT=10,0,150,0,0 — движение прекращено;

AT\$EVENT=10,3,40,,10,3802087 — отослано UDP-сообщение на сервер;

Следует обратить внимание на тот факт, что этот скрипт очень чувствителен к любому движению. Чувствительность определяется параметрами команды **\$ACCSAM**. Поэтому нужно будет подбирать параметры, соответствующие конкретному случаю пользователя. Кроме того, нужно учитывать, что если предварительно было отослано 11 000 сообщений, то следующее сообщение о начале движения будет возможно только через 3 с, после того как память будет очищена.

Ниже приведены примеры скриптов, поясняющих работу акселерометра при ускорениях, торможениях и поворотах. Следует подчеркнуть, что приведенные примеры являются фрагментами общих скриптов, включающих многочисленные события. Поэтому не нужно обращать внимание на первый параметр, означающий группу исполняемых событий. В выходных событиях пятый и шестой параметры (например, 3801039,48) — означают **<Param2>**, **<Param3>** и обуславливают битовую маску сообщения. Подробнее об этом изложено в [12].

Ускорение

AT\$EVENT=72,0,148,1,1 — входное событие № 148 превышения порога первого фильтра;

AT\$EVENT=72,2,7,1,1 — входное событие № 7, подтверждающее, что зажигание включено;

AT\$EVENT=72,3,40,11100,3801039 — выходное событие № 40, отправка UDP-сообщения с информацией о входных событиях;

AT\$EVENT=73,0,148,0,0 — входное событие № 148, отмена превышения порога первого фильтра;

AT\$EVENT=73,2,7,1,1 — входное событие № 7, подтверждающее, что зажигание включено;

AT\$EVENT=73,3,40,11110,3801039,48 — выходное событие № 40, отправка UDP-сообщения с информацией о входных событиях.

Торможение

T\$EVENT=74,0,149,1,1 — входное событие № 149, превышение порога второго фильтра;

AT\$EVENT=74,2,7,1,1 — входное событие № 7, подтверждающее, что зажигание включено;

AT\$EVENT=74,3,40,11400,3801039 — выходное событие № 40, отправка UDP-сообщения с информацией о входных событиях;

AT\$EVENT=75,0,149,0,0 — входное событие № 149, отмена превышения порога фильтра;

AT\$EVENT=75,2,7,1,1 — входное событие № 7, подтверждающее, что зажигание включено;

AT\$EVENT=75,3,40,11410,3801039,48 — выходное событие № 40, отправка UDP-сообщения с информацией о входных событиях.

Левый поворот

AT\$EVENT=76,0,151,1,1 — входное событие № 151, превышение порога третьего фильтра;

AT\$EVENT=76,2,7,1,1 — входное событие № 7, подтверждающее, что зажигание включено;

AT\$EVENT=76,3,40,2600,3801039 — выходное событие № 40, отправка UDP-сообщения с информацией о входных событиях;

AT\$EVENT=77,0,151,0,0 — входное событие № 151, отмена превышения порога фильтра;

AT\$EVENT=77,2,7,1,1 — входное событие № 7, подтверждающее, что зажигание включено;

AT\$EVENT=77,3,40,2610,3801039 — выходное событие № 40, отправка UDP-сообщения с информацией о входных событиях.

Аналогичным образом описываются события акселерометра по остальным фильтрам (таблица 3).

С помощью команды **AT\$ACCELC** задаются параметры, регулирующие запись и хранение событий, связанных с акселерометром, в памяти модема. Система сохранения событий называется Flash File System (FFS).

Структура команды — **AT\$ACCELC:<logging filter>,<trigger filter>,<magnitudethreshold>,<seconds before>,<seconds after>**, где:

- **<logging filter>** — параметры фильтров, информация от которых сохраняется в файле;
- **<trigger filter>** — фильтр, который запускает входное событие;

- **<magnitude threshold>** — пороговое значение, запускающее входное событие;
- **<seconds before>** — время в секундах до наступления события;
- **<seconds after>** — время в секундах после наступления события.

В команде **AT\$ACCELC** задаются параметры фильтров, используемых для записи, а также времени до и после наступления входного события, связанного с превышением порогового значения данного фильтра. Данные GPS, полученные за этот интервал времени, записываются вместе с данными фильтра в Accelerometer Event Log File. В дальнейшем этот файл можно выгрузить из памяти модема и проанализировать с помощью How to work with Toolbox-Accelerometer Event Parcel. Подробнее об этой опции сказано в [12]. Данная функция очень полезна при разборе истории аварийной ситуации. Она позволяет восстановить скорость до аварии, характер вождения, момент и силу удара, ускорения по всем трем координатным осям. ■

Литература

1. Stuart Rose. Telematics: How Big Data Is Transforming the Auto Insurance Industry.
2. PTOLEMUS. Global Insurance Telematics Study. 2012.
3. www.3S-t.ru
4. EMT4100UG001. User Guide. V. 1.01. November, 2013.
5. CNN04011G001, HS 3002. Integration Guide. V. 1.00. September, 2013.
6. UMT2202AT001, MT4100. AT Command Reference. V. 1.02. February, 2014.
7. ENF0000AN018, I-Wire Interface. App. Note, V. 1.01. July, 2013.
8. Maxim application notes AN937 and AN4255.
9. App. Note: GSM2338AN001 Connecting the Garmin Navigator to Enfora GSM2338 Using FMI Protocol.
10. Enfora — Garmin Fleet Management Interface Technical Guide GSM2338TG001.
11. <http://telemetry.spb.ru/node/27>
12. Алексеев В. Формирование и передача через Интернет навигационных и служебных сообщений в GPS/3G-модеме MT4100 // Беспроводные технологии. 2014. № 2.
13. ENF0000AN003, Accelerometer Guide. App. Note, V. 1.03. December, 2013.