

Новые LGA-модули Cinterion для M2M-приложений.

Часть 2. Высокоскоростные модули со встроенной Java-платформой Cinterion LGA EHS5/6

Характерным отличием новой модификации 3G-модулей Cinterion EHS5 и EHS6 Rel 03 является встроенная платформа Java profile IMP-NG & CLDC 1.1 HI, а также новое программное обеспечение, предназначенное для использования в системах экстренного реагирования eCall и «ЭРА-ГЛОНАСС». Новые модули программно и аппаратно совместимы: EHS5 с BGS2, а EHS6 — с BGS8.

**Виктор Алексеев, к. ф.-м. н.
Денис Можайков**
Denis.Mozhaikov@euroml.ru

В конце 2014 г. в коммерческую продажу поступили новые высокоскоростные 3G-модули Cinterion EHS5 и EHS6 Rel Version 03.001. В дальнейшем в этой статье все наименования модулей подразумевают Rel Version: 03.001, если это не оговорено особо [19, 20]

EHS5/6

Миниатюрные бюджетные 3G-модули, поддерживающие работу в режиме HSPA. Технология HSPA принадлежит к семейству решений WCDMA/UMTS, использующих пакетную передачу данных, и полностью совместима с UMTS Release 99. Это позволяет одновременно предоставлять сервисы голосовой связи и передачи данных UMTS и HSPA.

EHS5 обеспечивают следующие скорости передачи данных:

- HSDPA Cat.8 (от базовой станции (БС) к абоненту) — 7,2 Мбит/с;
- HSUPA Cat. 6 (от абонента к БС) — 5,7 Мбит/с.

Модуль может работать как в обычных сетях GSM/GPRS/EDGE, так и в сетях третьего поколения UMTS и HSPA+.

Выпускаются две модификации: EHS5-E и EHS5-US.

Модель EHS5-E предназначена для работы в европейских странах на частотах GSM/GPRS/EDGE 900/1800 МГц и UMTS/HSPA 900/2100 МГц, которые совпадают с диапазоном частот, разрешенных для использования сетями третьего поколения в России, а модель EHS5-US разработана для диапазонов частот GSM/GPRS/EDGE 850/1900 МГц и UMTS/HSPA 850/1900 МГц.

При работе в сетях с поддержкой только UMTS модуль EHS5 может передавать данные

со следующими скоростями, в соответствии со стандартом 3GPP Release 4:

- максимальная скорость передачи от БС к модулю и обратно — 384 кбит/с;
- максимальная скорость передачи данных при использовании схемы кодировки GPRS – CS — 64 кбит/с («вниз» и «наверх»).

Модуль EHS5 разработан на базе нового чипсета Intel XMM, который содержит на одном кристалле процессор baseband (BB), приемопередатчик с интегрированным усилителем мощности, а также встроенный интеллектуальный блок электропитания. Структурная схема BB-блока модуля EHS5 показана на рис. 8.

Блок BB предназначен для цифровой обработки сигнала и установления связи с другими системами.

Чипсет изготовлен с использованием современной технологии 40 нм, что позволяет разместить на минимальной площади кристалла основные блоки чипа: сигнальный процессор с ядром ARM11, блок питания, радиотрансивер.

Трансивер, изготовленный по уникальной технологии, объединяет в одном блоке все функции приемопередатчика и системы управления электропитанием. Кроме того, этот блок поддерживает функции энергосбережения и аварийного отключения электропитания.

Следует также отметить, что концепция архитектуры BB-процессора, основанная на Intel's Software-Defined-Radio Technology, обеспечивает уникальные характеристики приема и передачи аудио- и цифровой информации. Так, например, изделия на базе этого чипа позволяют без искажений и наводок передавать голос и данные даже в условиях крайне слабого сигнала, характерного для гаражей, подземных

стоянок, кварталов плотной городской застройки. Технические характеристики модулей EHS5/6 приведены в таблице 3, размещенной на сайте журнала.

В модулях EHS5/6 есть интерфейс USB, которого нет в модулях серии BGS. Они поддерживают спецификацию USB 2.0 High Speed (480 Мбит/с) и USB 2.0 Full Rate (12 Мбит/с). Интерфейс USB предназначен, прежде всего, для использования в качестве командного интерфейса, интерфейса передачи данных, а также для обновления ПО модуля. USB-интерфейс может работать под управлением Microsoft Windows XP/Vista/7 в качестве модемного порта (Virtual USB Modem port). В комплекте с модулем поставляется USB-драйвер, поддерживающий указанные ОС.

Целесообразно обратить внимание на то, что мультиплексированный канал хорошо работает с драйвером WinMux driver в системе Microsoft Windows 7, однако в Vista, XP и 8 наблюдаются сбои в этом канале. Также следует отметить, что при работе с Windows программный контроль потока (XON/XOFF) не поддерживается для PPP-соединения.

При тестировании ПО модулей EHS5/6 в среде Windows 7 установлено, что в том случае, когда размер файла равен точно 35 6318 или 77 114 байт, процесс передачи данных за-

висает. Разработчики Cinterion считают, что это программный дефект MS Windows.

При использовании драйвера базового USB-хоста поддерживается работа под управлением других операционных систем. Так, например, Linux Ubuntu 10.04 LTS автоматически определяет USB-устройство в модулях EHS5/6.

При подаче питания на модули автоматически будут установлены следующие порты:

- /dev/ttyACM0 — Modem port;
- /dev/ttyACM1 — USB port 1;
- /dev/ttyACM2 — USB port 1;
- /dev/ttyACM3 — USB port 3;
- /dev/ttyACM4 — USB port 3;
- /dev/ttyACM5 — USB port 4;
- /dev/ttyACM6 — USB port 5.

Таким образом, в USB-интерфейсе модулей EHS5/6 могут быть использованы основной модемный порт (виртуальный USB-порт) и шесть коммуникационных портов (+резервный коммуникационный порт).

Порт модема, а также коммуникационные порты 3, 4, 5 могут работать под управлением AT-команд. Подробно USB-интерфейс модулей EHS5/6 описан в [19].

В [20] отмечается, что когда модуль работает под управлением Linux OS, и интерфейс USB находится в состоянии ожидания (Suspended state) режима энергосбережения, возможен

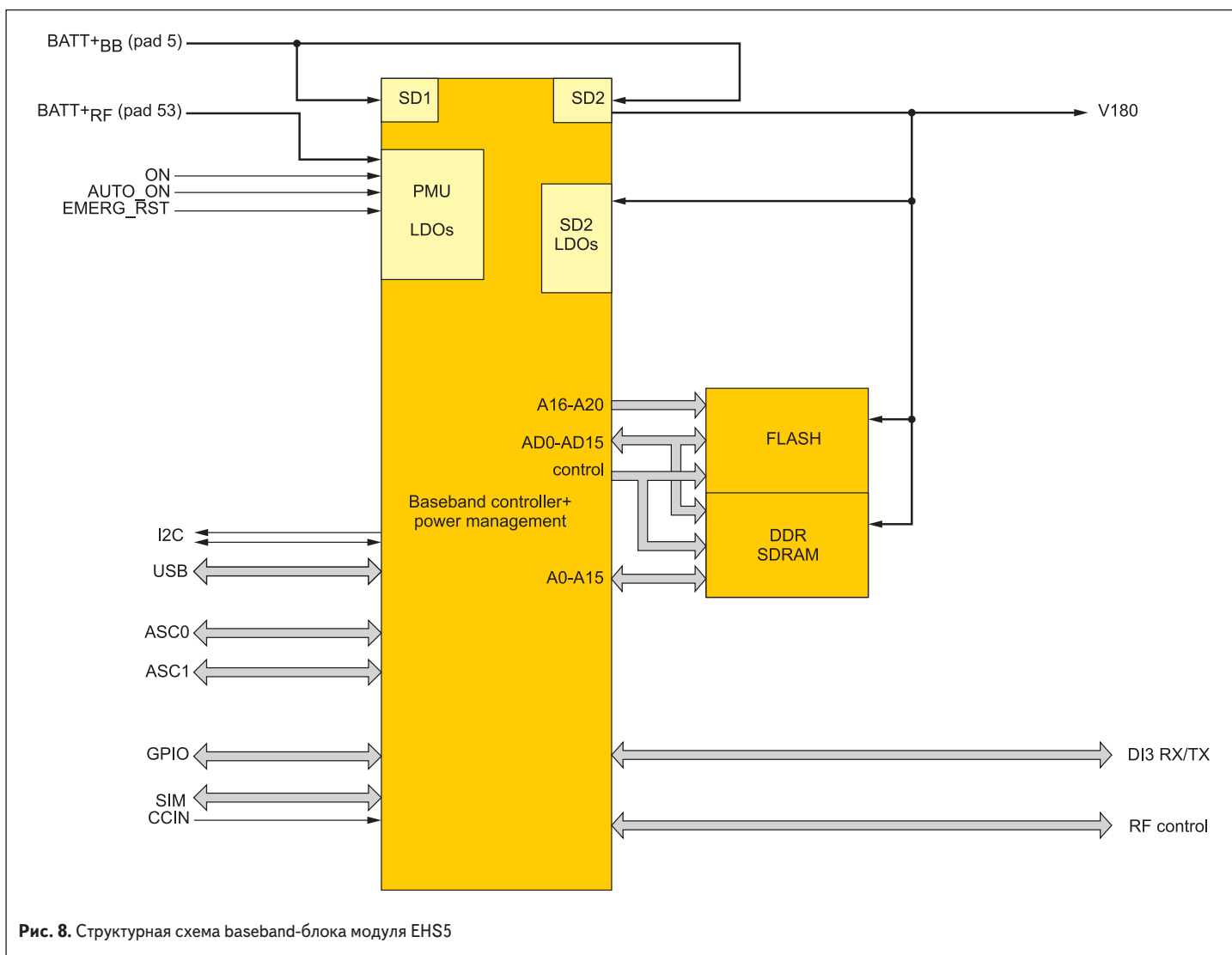
вариант, когда порты CDC-ACM не пере-номеровываются при возвращении модуля в нормальный режим работы. В этом случае рекомендуется перезагрузить модуль.

Также следует учитывать, что интерфейсы USB и ASC0 могут функционировать только попеременно, и они не аналогичны. Так, например, в [20] отмечается, что при обновлении ПО через интерфейс ASC0 возможны сбои при загрузке JRC Midlet. В такой ситуации рекомендуется загрузить обновление ПО через USB-порт.

Предыдущие версии модулей EHS5 Rel 01 и Rel 02 описаны достаточно подробно в российской и зарубежной литературе [3–6]. Поэтому далее остановимся подробно только на тех параметрах и функциях, которые отличают EHS5 Rel 03.001 от EHS5 Rel 02.000с.

В новых модулях релиза EHS5 (Rel 03.001) используются две разные (по назначению и потребляемому току) линии напряжения питания. Одна линия BATT+BB подводит питание к блоку общего назначения (контактная площадка номер 5). Вторая линия BATT+RF предназначена для подачи напряжения питания на GSM-усилитель мощности (контактная площадка номер 53). Подробно об этом было сказано в первой части статьи [18].

В случае использования системы питания с одним внешним DC/DC-конвертером одно



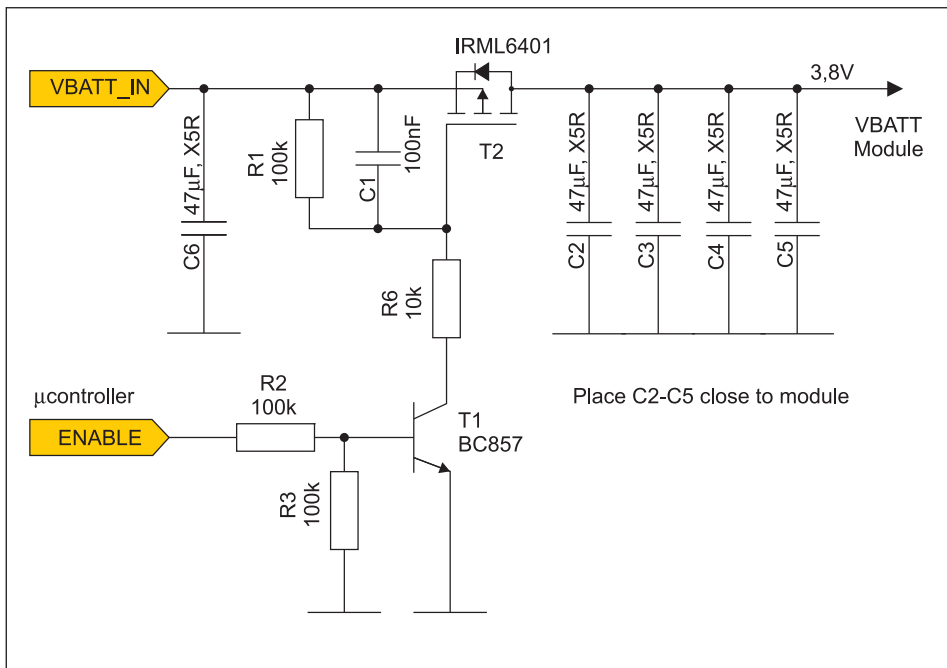


Рис. 9. Схема подключения внешнего DC/DC-конвертера к модулю EHS5 с использованием управляющего микроконтроллера

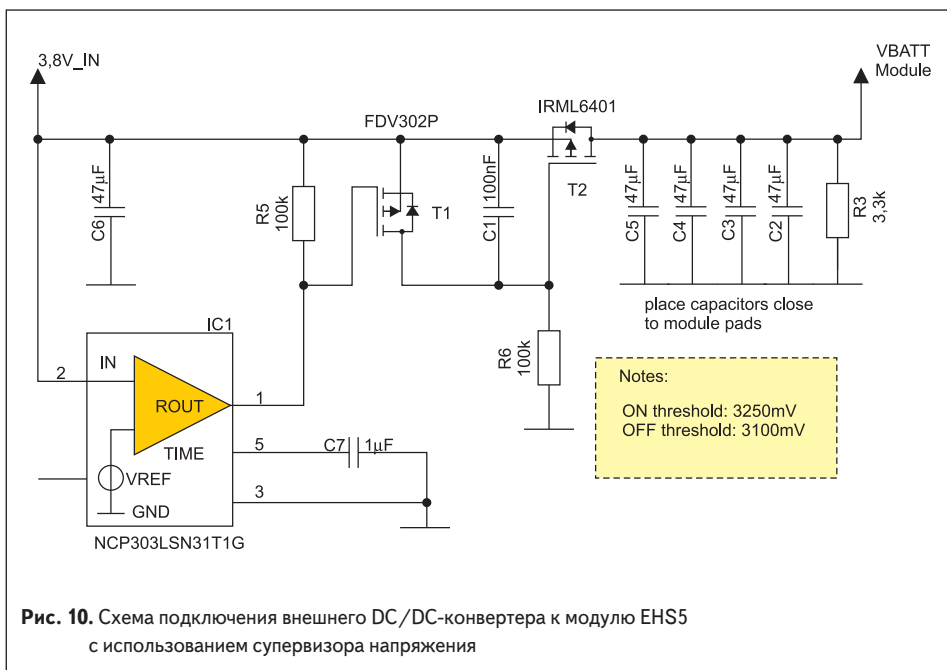


Рис. 10. Схема подключения внешнего DC/DC-конвертера к модулю EHS5 с использованием супервизора напряжения

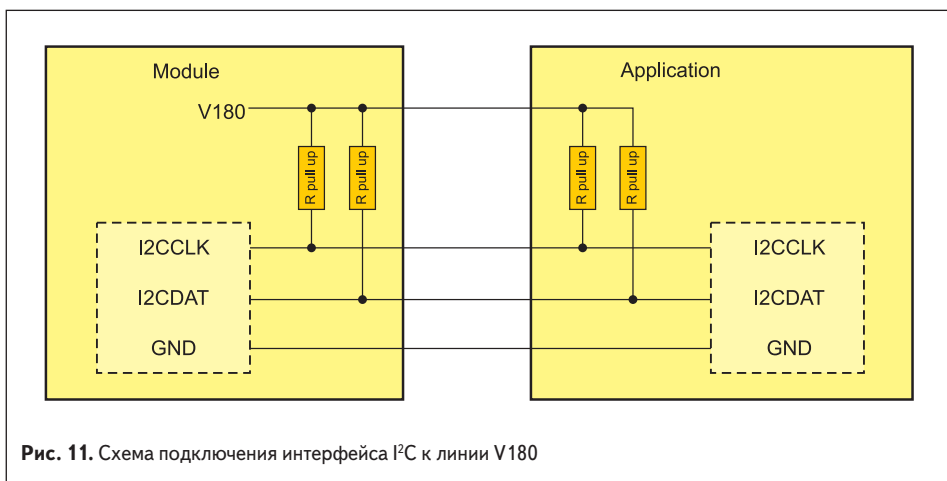


Рис. 11. Схема подключения интерфейса I²C к линии V180

напряжение BATT+ нужно подать на оба входа BATT+BB и BATT+RF (контакты 5 и 53). Рекомендованные схемы подключения внешнего источника питания приведены на рис. 9 и 10.

Перечисленные далее изменения изложены в соответствии с редакцией v.03.001 описания аппаратных интерфейсов модуля EHS5 [19].

На линии V180 новое значение рекомендованной емкости составляет 2 мкФ.

В схемах подключения линий питания рекомендуется использовать ESR-конденсаторы: линия BATT+BB — >150 мкФ; BATT+RF — >50 мкФ.

В модулях Rel 03.001 все пользовательские входы/выводы установлены в заводских настройках как универсальные программируемые GPIO. С помощью AT-команд их можно конфигурировать для использования в качестве других интерфейсов — таких, например, как Fast Shutdown, Status, LED, PWM, Pulse Counter, ASC0, ASC1, SPI PCM. Величина максимального напряжения VILmax на пользовательских входах/выводах GPIO увеличена до 1,85 В.

В новых модулях сигналы RTS0 могут быть использованы для выхода из режима SLEEP mode, который конфигурируется с помощью команды AT^SPOW. Эта функция реализуется при переключении линии RTS0 из неактивного высокого уровня в активный низкий уровень, позволяя внешним приложениям практически мгновенно перейти из режима энергосбережения в нормальный режим работы. При этом восстанавливается работа линии CTS0 и полноценное функционирование интерфейса AT-команд.

Уточнены рекомендации по использованию линии Ignition-ON. В частности, отмечено, что линия предназначена для включения модуля при подаче на этот вход положительного импульса длительностью 50–80 мкс. До этого импульса и после него линия Ignition-ON находится в низком состоянии. В том случае, если эта линия не используется, ее нужно подключить к выводу GND через резистор 10 к.

В Rel 03.001 изменена схема подключения интерфейса I²C (Inter-Integrated Circuit) к линии V180. В модуле EHS5 реализован последовательный интерфейс I²C, поддерживающий передачу сообщений 8 бит со скоростью до 400 кбит/с. Этот интерфейс предназначен для связи устройств, использующих две двунаправленные линии связи (SDA и SCL). Сигнальные линии этого интерфейса I²CCLK (I²C Serial Clock) и I²CDAT (I²C Serial Data) выведены на контакты 49 и 50.

В этом интерфейсе модуль EHS5 выступает в качестве ведущего устройства и управляет линией I²CCLK. Линия I²CDAT является двунаправленной. Каждому устройству, подключенному к шине I²C, присваивается уникальной семитбитный адрес, позволяющий в любой момент организовать связь в режиме «мастер-ведомый». Модуль EHS5 может работать в режиме «мастер» как передатчик либо как приемник. При этом приложение пользователя будет передавать или принимать данные только по запросу модуля.

Для настройки и активации шины I²C используется команда AT^SSPI. Подробное описание работы с этой командой приведено в [21].

Электропитание интерфейса I²C рекомендуется реализовать через линию V180 модуля EHS5. Схема

подключения интерфейса I²C через линию V180 приведена на рис. 11. Необходимо подчеркнуть, что эта схема обеспечивает корректное выключение модуля в режиме Power Down. Следует обратить внимание, что во внешних устройствах, подключенных к модулю EHS5 по интерфейсу I²C, линии I2CDAT и I2CCLK должны быть подключены к V180 через подтягивающий резистор. При проектировании платы также рекомендуется сделать минимальной и одинаковой длину проводников линий I2CCLK и I2CDAT.

В новых модулях добавлено информационное сообщение о приближении к порогу отключения при падении напряжения питания ниже граничного уровня. В том случае, когда напряжение VBAT+ упадет до порогового уровня, будет выработано предупреждающее сообщение: “^SBC: Undervoltage Warning”. Если напряжение будет продолжать падать, то появится сообщение об аварийном отключении: “^SBC: Undervoltage Shutdown”.

Также в модулях Rel 03 улучшена точность срабатывания механизма тепловой защиты Advanced temperature management. В том случае, когда температура модуля приблизится к допустимым пределам (–40...+90 °C), модуль выдаст сообщение о приближении к порогу отключения. В соответствии с этим сообщением можно включить охлаждение или нагрев модуля с помощью соответствующих устройств, подключенных через JPIO. Если заданные тепловые параметры будут нарушены, модуль отключится в автоматическом режиме [19].

В модулях EHS5/6 линия EMERG_RST подключена к встроенному GSM-процессору. Если сигнал на этой линии будет оставаться на низком уровне в течение 10 мс, то процессор перезапустится, и все сигналы вернуться в исходное состояние. Следует обратить внимание, что в новом релизе нет необходимости в этом случае повторно вводить SIM PIN.

Уместно также отметить дополнительные резервы памяти, отведенные специально для приложений Java в модулях Rel 3: 10 Мбайт flash-памяти и 10 Мбайт RAM. Таким образом, в новых модулях появилась возможность в полной мере использовать все функции Java Open Platform, ME 3.2 (Java profile IMP-NG & CLDC 1.1 HI, Secure via HTTPS/SSL).

ПО Java ME предназначено для различного рода встраиваемых систем и промышленных компьютеров с контроллерами конфигурации Connected Device Configuration (CDC). Специально для беспроводных устройств была разработана упрощенная версия аппаратной конфигурации — Connected Limited Device Configuration (CLDC). Модули EHS5/6 соответствуют версии CLDC 1.1 HI.

ПО EHS5/6 с поддержкой VJM (виртуальная Java-машина) позволяет управлять модулем без дополнительного внешнего процессора и карты памяти. Эта усовершенствованная версия включает утилиту Java MIDlet, которая может одновременно размещать и запускать несколько приложений (мидлетов Java ME), а также дает возможность отладки приложений непосредственно в модуле.

В процессе отладки Java MIDlet с помощью программного обеспечения Eclipse 4.2.1 следует учитывать, что содержание таблиц Variables tab contents обновляется при нажатии на кнопку **This**



Рис. 12. Внешний вид модуля EHS5, аппаратно совместимого с модулем BGS2

в разделе доступа к объектам. При этом появляется сообщение "Java.lang.IllegalArgumentException". Как указано в [20], это выявленная программная ошибка разработчика, которая будет устранена в новых версиях.

Мидлеты Java можно обновлять удаленно через Интернет с помощью метода Over The Air Provisioning of Java Applications (OTAP). Он описывает алгоритмы и протоколы для установки, обновления и удаления приложений Java «по воздуху» в соответствии с международным стандартом IMP-NG (JSR228).

Механизм OTAP, реализованный в модулях EHS5/6, не требует какого-либо физического взаимодействия пользователя с устройством и может полностью контролироваться по радиointерфейсу, что может быть полезно в тех приложениях, где многочисленные устройства одного пользователя расположены в различных точках, таких например, как торговые автоматы, банкоматы, автомобильные системы «ЭРА-ГЛОНАСС».

Работа OTAP реализуется с помощью внешнего HTTP-сервера, который доступен через соединение TCP/IP. Кроме того, для отправки кода доступа модуль должен поддерживать отправку SMS-сообщений в соответствии со стандартом Class1, PID \$7d.

В моделях EHS5/6 не предусмотрена блокировка сеанса OTAP и генерация сообщения об ошибке для тех случаев, когда размер передаваемого файла больше, чем свободный объем памяти модуля. Этот факт нужно учитывать при пересылке мидлетов по Интернету. Подробно работа с OTAP описана в [23].

В новой версии ПО модулей EHS5/6 поддерживаются дополнительные API-интерфейсы, такие, например, как профиль информационного модуля нового поколения (TCP/IP и ASC0/1), профиль ускоренной передачи данных между мидлетами (AT^S_{JAM}), профиль даты/времени и др.

Интерфейс API Java AT-Command поддерживает специальные AT-команды, предназначенные для управления модулем через последовательный интерфейс. Подробно использование Java в модулях EHS5/6 рассмотрено в [23].

С помощью существующих API-интерфейсов в EHS5/6 реализован доступ к высокопроизводительному приложению Java Script Engine, которое интегрировано в JDK. Следует подчеркнуть, что в новых модулях работа с физическими интерфейсами USB, I²C, PCM также реализуется через Java API.

Нужно подчеркнуть, что при работе с интерфейсом Java RecordStore API следует с осторож-

ностью использовать команду **RESET**. В процессе записи данных FFS по процедуре **addRecord** команда **RESET** может остановить модуль до того, как данные будут сохранены.

В EHS5/6 реализовано безопасное соединение при передаче данных мидлетов (HTTPS, защищенное соединение). В соответствии с моделью безопасности MIDP через последовательный интерфейс осуществляется контроль сертификатов мидлетов, что позволяет стабильно обнаруживать опасные и подозрительные прикладные программные приложения. Улучшенная система безопасности с поддержкой TTPS/SSL обеспечивает надежную защиту TCP/IP-соединения.

Модули EHS5/6 поддерживают JRC (Java Maintenance Application). Рекомендуется не изменять настройки этого приложения. В частности, следует обратить особое внимание на команду AT^SCFG="Userware/Autostart", "1", которая необходима для автоматического перезапуска JRC после включения питания.

Для работы с Java в модулях EHS5/6 используются команды ^S_{JAM}, ^S_{JDL}, ^S_{JMSEC}, ^S_{JNET}, ^S_{JOTAP}, ^S_{JRA}. Подробно они описаны в [21, 23].

Сравнивая другие технические характеристики EHS5 и EHS6, можно отметить некоторые различия (таблица 3). Прежде всего, это конструктив и габаритные размеры. Внешний вид модуля EHS5 показан на рис. 12.

Модуль EHS6 больше. Его размеры и вес соответственно 27,6×25,4×2,2 мм и 3,5 г. Конструктив модуля — LGA 120 PAD (120 контактных площадок под пайку для поверхностного монтажа). Внешний вид модуля EHS6 показан на рис. 13.

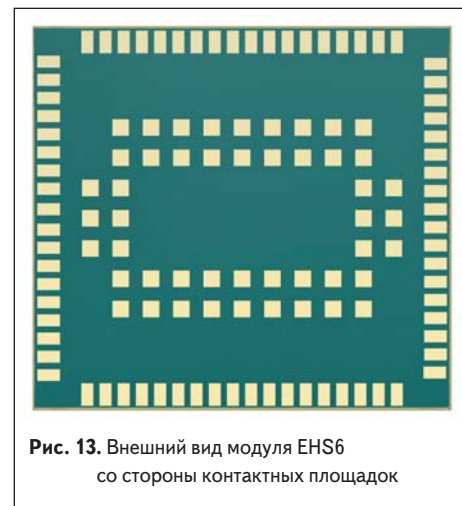


Рис. 13. Внешний вид модуля EHS6 со стороны контактных площадок

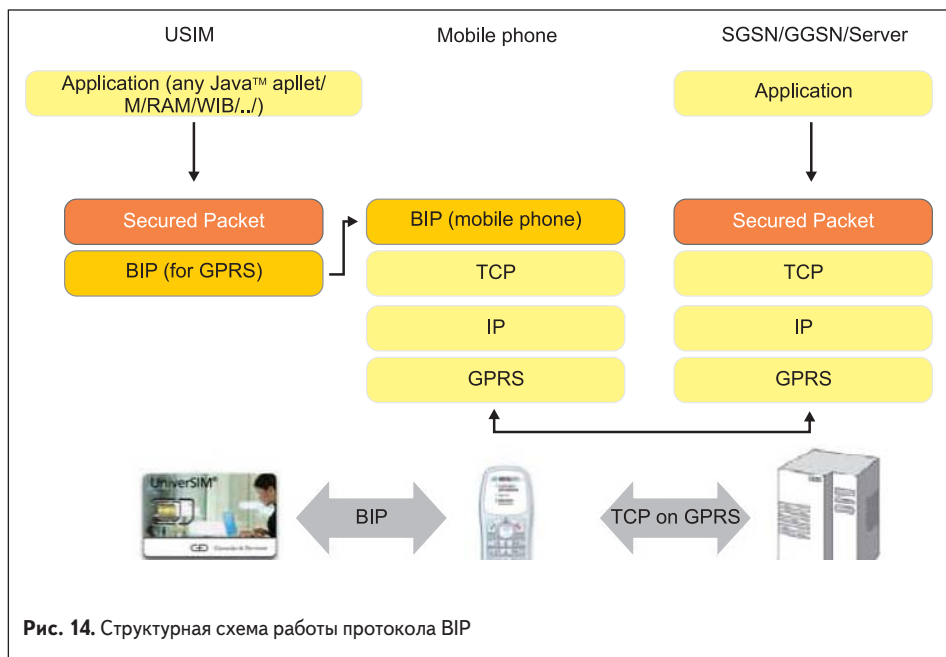


Рис. 14. Структурная схема работы протокола BIP

В модулях EHS5/6 поддерживается технология USIM Application Toolkit (USAT). Эта технология, регламентированная в стандартах 3GPP TS 11.14, 3GPP TS 31.111 и ETSI TS 102223, позволяет записывать небольшие приложения пользователя непосредственно на USIM-карту и обрабатывать их в модуле, минуя внешний управляющий процессор. Кроме того, эта технология дает возможность доступа к Java-апплетам, управляющим голосовыми соединениями и передачей данных. Основная функция USAT заключается

в том, чтобы позволить модулю посылать AT-команды через USIM-интерфейс. При этом сами приложения выполняются внутри USIM-карты, вне зависимости от того, как именно они были подготовлены.

Использование технологии Java ME 3.2 совместно с USAT позволяет создавать приложения с минимальными системными требованиями, которые могут быть запущены на модулях, работающих с минимальными функциональными возможностями в режимах энергосбережения.

В модуле EHS5 на USIM-карте через интерфейс USAT могут обрабатываться следующие типы команд и приложений:

- проактивные команды (PAC), например **DISPLAY TEXT**;
- отклик терминала на проактивные команды;
- комбинированные команды для выхода в специальные подразделы, например **MENU SELECTION**.

Для работы в режиме USAT существуют специальные AT-команды, например: **^SSTA**, **+STKPRO**, **+STKTR**, **+STKENV**, **+STKCC**, **+STKCNF** и др. Подробно работа с интерфейсом USAT описана в документе [21].

Приложения пользователя для работы в режиме USAT разрабатывают и продают различные аутсорсинговые фирмы. В качестве примера можно привести [24].

Модели EHS5/6 поддерживают функцию Bearer Independent Protocol (BIP), с помощью которой USIM-карта получает доступ к сетям мобильной связи — GPRS/3G/4G [25]. Структурная схема работы протокола BIP показана на рис. 14.

Протокол BIP обеспечивает высокоскоростной прямой доступ карты USIM к TCP/IP-стеку модуля. Это позволяет реализовать такие функции, как **On-Demand Provision Service (OPS)**, **Remote Application Management (RAPM)** и **embedded UICC (eUICC)**. Отдельный функционал SIM/MIM-карты eUICC предназначен для поддержки сервисов Remote provisioning.

Удаленное управление RAPM позволяет загружать через сети мобильной связи в автоматическом режиме приложения, предназначенные для работы с картами USIM. В модулях без поддержки BIP удаленная работа с SIM-картами возможна только с помощью SMS или USSD, которые крайне ограничены как по скорости, так и по объему передачи информации. Модули EHS5/6 с поддержкой BIP реализуют возможность загружать через Интернет (CSD и GPRS) на большой скорости значительные объемы информации. Следует обратить внимание на тот факт, что при таком использовании протокола BIP появляется вероятность заражения вирусами USIM-карты. Поэтому вопросы безопасности становятся весьма актуальными в таких приложениях.

В тех случаях, когда модемы, изготовленные на базе модулей EHS5/6, размещены на удаленных объектах и физический доступ к ним затруднен, обновление базового ПО осуществляется удаленно. Особенно удобна эта функция для модемов, установленных на автомобилях оборудования системы «ЭРА-ГЛОНАСС», которые управляются из одного центрального диспетчерского пункта.

Загрузка нового ПО производится с внешнего HTTP- или FTP-сервера. В последнем случае модуль используется в качестве FTP-клиента. ПО FTP-сервера позволяет открывать доступ на центральном компьютере удаленным абонентам, находящимся в любой точке мира. Доступ к серверу осуществляется через логин и пароль [26].

Для тестирования работы модулей выпускаются отладочные модули EHS5 и EHS6 evaluation module, которые представляют собой макетную плату с питаемым на нее модулем EHS5/6, все интерфейсы которого выведены, и 80-контактный разъем. Через этот разъем отладочный модуль можно подключить к плате разработчика DSB75 Evaluation Kit с помощью адаптера AH6-DSB75 (рис. 15).

Нужно обратить внимание на то, что GPIO8 на плате EHS5/6 Evaluation Boards не поддерживает функции счетчика импульсов (pulse counter). Линия COUNTER не подключена.

Для разработки оборудования на базе модулей EHS6 фирма Gemalto выпускает универсальную отладочную платформу Cinterion Concept Board. Этот комплекс позволяет обрабатывать Java-приложения с использованием программного обеспечения SensorLogic Application Enablement Platform (SLAEP) [27].

Комплект SLAEP, функционирующий на базе веб-сервиса Gemalto, поддерживает интерфейсы прикладного программирования JavaScript APIs (application programming interface), представляющие собой набор процедур, функций, структур и констант, необходимых для использования во внешних программных продуктах. Это ПО разработано с использованием архитектуры Representational State Transfer (REST), предназначенной для таких, например, распределенных систем, как WorldWideWeb. Архитектура REST дает возможность создания очень простого интерфейса управления информацией без использования

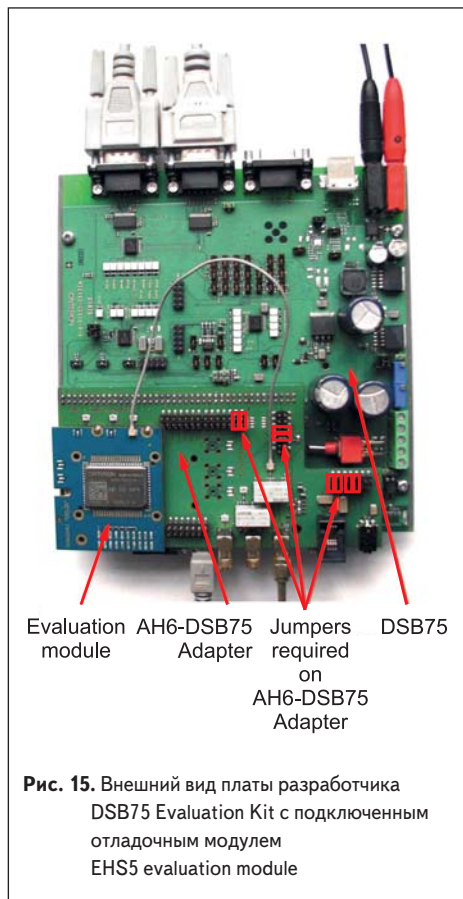


Рис. 15. Внешний вид платы разработчика DSB75 Evaluation Kit с подключенным отладочным модулем EHS5 evaluation module

дополнительных внутренних прослоек (XML, SOAP, XML-RPC, AMF), что обеспечивает передачу данных в том же виде, что и сами данные. Каждая единица информации определяется глобальным идентификатором URL, который является первичным ключом для единицы данных [28].

Аппаратная часть платформы Cinterion Concept Board (CCB) представляет собой отладочную плату, на которой смонтированы модуль EHS6, система питания, интерфейсы и переключатели. Внешний вид отладочной платы CCB показан на рис. 16.

Отладочная плата имеет интерфейсы ASC0, ASC1, которые можно использовать для подключения программно-аппаратного комплекса «Ардуино», предназначенного для создания простых систем автоматики и робототехники. Комплекс «Ардуино», ориентированный на непрофессиональных пользователей, содержит бесплатную программную оболочку (IDE) и огромный набор смонтированных печатных плат. Полностью открытая архитектура системы «Ардуино», позволяющая свободно копировать или дополнять линейку продукции, дает возможность сотням миллионов любителей электроники по всему миру попробовать свои силы в создании простых электронных схем.

На CCB имеется дополнительный микропроцессор STM8L151GX, позволяющий конфигурировать параметры работы модуля EHS6 и программно управлять интерфейсами JPIO, ADC, ASC0, SPI и др.

Следует отметить, что на плате имеются контактные площадки для подключения ГНСС-приемника, позволяющие реализовать законченный макет оборудования

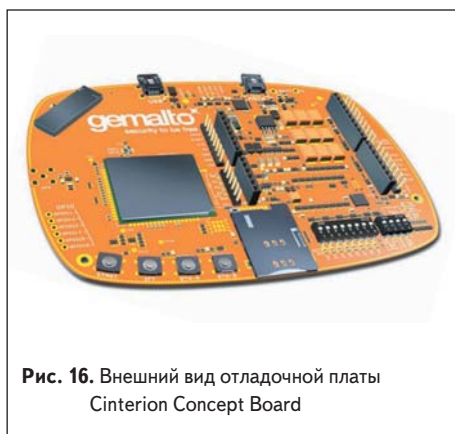


Рис. 16. Внешний вид отладочной платы Cinterion Concept Board

с поддержкой ГЛОНАСС, ЭРА-ГЛОНАСС, GPS, eCall GPS.

Подробная информация о платформе Cinterion Concept Board содержится в документе [29]. Чтобы получить полный доступ к документации, а также загрузить необходимое ПО, нужно предварительно зарегистрироваться на сайте Gemalto и ввести IMEI вашего модуля. Для работы с отладочным комплектом потребуются две программы: Installation Package и ehs-drivers. Пошаговая инструкция по установке этого ПО и начальные этапы работы с ним приведены в [30].

Работа модулей EHS5 и EHS6 с автомобильными системами экстренных вызовов eCall и «ЭРА-ГЛОНАСС»

Модули EHS5 и EHS6 поддерживают работу с системами eCall и «ЭРА-ГЛОНАСС» [31].

Европейская система экстренного реагирования eCall предназначена для автоматического оповещения служб экстренного реагирования при авариях автомобильного транспорта. Основные параметры системы eCall регламентированы международными стандартами ETSI, 3GPP и рекомендованы к применению во всех странах ЕЭС [32].

В РФ разработана аналогичная система «ЭРА-ГЛОНАСС», основные функциональные свойства, параметры и характеристики которой согласуются с eCall и регламентируются стандартом [33].

В статье используются оригинальные термины технической документации eCall и их синонимы из технической документации «ЭРА-ГЛОНАСС».

Фирма Cinterion была одной из первых, кто внедрил поддержку eCall в своих модулях, поэтому для данной системы имеется подробное описание в технической документации. Поддержка российской системы «ЭРА-ГЛОНАСС» была позднее добавлена, как опция, в ПО eCall. Схема, поясняющая принцип работы eCall, показана на рис. 17 [34].

В системе eCall предусмотрено три стандартных сценария работы:

- аварийный вызов emergency call в ручном или автоматическом режиме;
- тестовый вызов test call, предназначенный для проверки работоспособности системы;
- выбор параметров режима configuration call, предназначенный для конфигурирования параметров нормального режима работы и режима тонального модема inband modem mode.

Аварийный вызов соответствует тяжелой аварии (перегрузки 1–3g), при которой

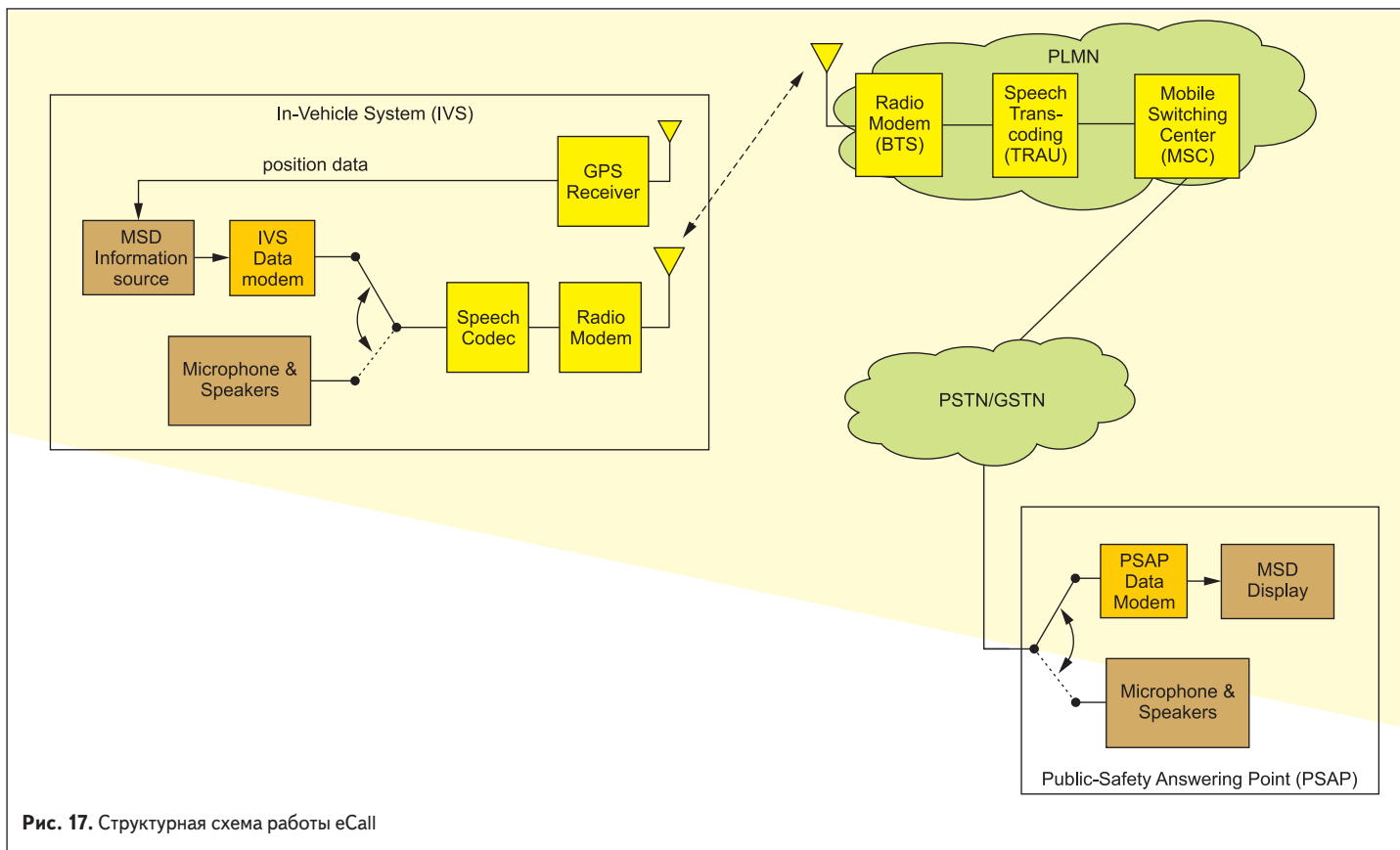


Рис. 17. Структурная схема работы eCall

срабатывает акселерометр или подушки безопасности, запускающие установленную на автомобиле аварийную систему (АС) вызова оперативных служб (In-Vehicle System, IVS). Система АС-IVS по каналам сотовой связи отправляет в центр обслуживания аварийных звонков (ЦОЗ) тревожное сообщение (Initiation message, IM).

АС может работать в одном из двух вариантов:

- Voice Mode — аварийный звонок в голосовом режиме, когда пассажиры транспортного средства (ТС) и оператор ЦОЗ могут общаться голосом, как при обычном телефонном разговоре (ручное или автоматическое управление).
- Data Mode — процесс передачи минимального набора данных об аварийном автомобиле, при котором оператор ЦОЗ и пассажиры ТС не могут слышать друг друга.

После того как сообщение IM будет принято и обработано, ЦОЗ (Public Safety Answering Point, PSAP) устанавливает в автоматическом режиме связь с аварийным ТС. При этом микрофон и динамик в автомобиле отключаются, и АС переходит в режим передачи данных.

Управление модулями EHS5/6 осуществляется с помощью специальных AT-команд, используемых в программном обеспечении Rel 03 Cinterion. Ниже показаны в качестве примеров основные AT-команды, предназначенные для работы модулей EHS5/6 в режимах eCall и «ЭРА-ГЛОНАСС». Полный перечень вспо-

могательных команд и алгоритмов их работы приведен в [21]. Необходимо подчеркнуть, что AT-команды для eCall и «ЭРА-ГЛОНАСС» у разных производителей во многом не совпадают, как по формату, так и по синтаксису. В основном, это связано с правами собственности на ПО. Поэтому AT-команды Cinterion нельзя напрямую использовать для работы с другими модулями.

Инициализация работы eCall в сети реализуется командой **+CECALL**.

Формат команды:

```
AT+CECALL=<type_of_ecall>,<ecall_nr>
```

Параметр **<type_of_ecall>** определяет режим работы и может принимать следующие значения:

- «0» — Test eCall, тестовый вызов в голосовом режиме;
- «1» — Reconfiguration eCall, переключение в режим тонального модема (inband modem mode);
- «2» — Manually initiated eCall, звонок в ручном режиме;
- «3» — Automatically initiated eCall, звонок в автоматическом режиме.

Параметр **<ecall_nr>** определяет номер телефона, на который производится тестовый вызов.

Тестовый вызов (test call) — это обязательная опция, которую должно поддерживать каждое устройство АС-IVS. В процессе тестового вы-

зова проверяются параметры работы тонального модема, аудиосистемы, качество связи с диспетчерским центром, а также заносится в телефонную книгу модема номер ЦОЗ. Для проверки качества связи можно использовать любой дополнительный телефонный номер.

Таймер контроля обнаружения ЦОЗ устанавливается командой **StartTimeout**.

Формат команды:

```
AT^SCFG="Call/Ecall/StartTimeout",<starttimeout>.
```

Параметр **<starttimeout>** определяет время ожидания старта в миллисекундах.

Этот таймер запускается в соответствии с предварительными настройками — после того, как отработает программа Setup. Таймер останавливается после получения последовательности из трех соответствующих SF-сообщений, подтверждающих обнаружение ЦОЗ.

Пример установки:

```
^SCFG: "Call/Ecall/StartTimeout", "10000".
```

«Минимальный набор данных» (МНД) — цифровое сообщение объемом 140 байт, используемое для передачи информации об аварии в системе eCall. Оригинальный английский термин: Minimum Set of Data, MSD» [35]. Это сообщение содержит информацию о координатах аварийного ТС, времени аварии, VIN-коде ТС и другие данные, необходимые для экстренного реагирования.

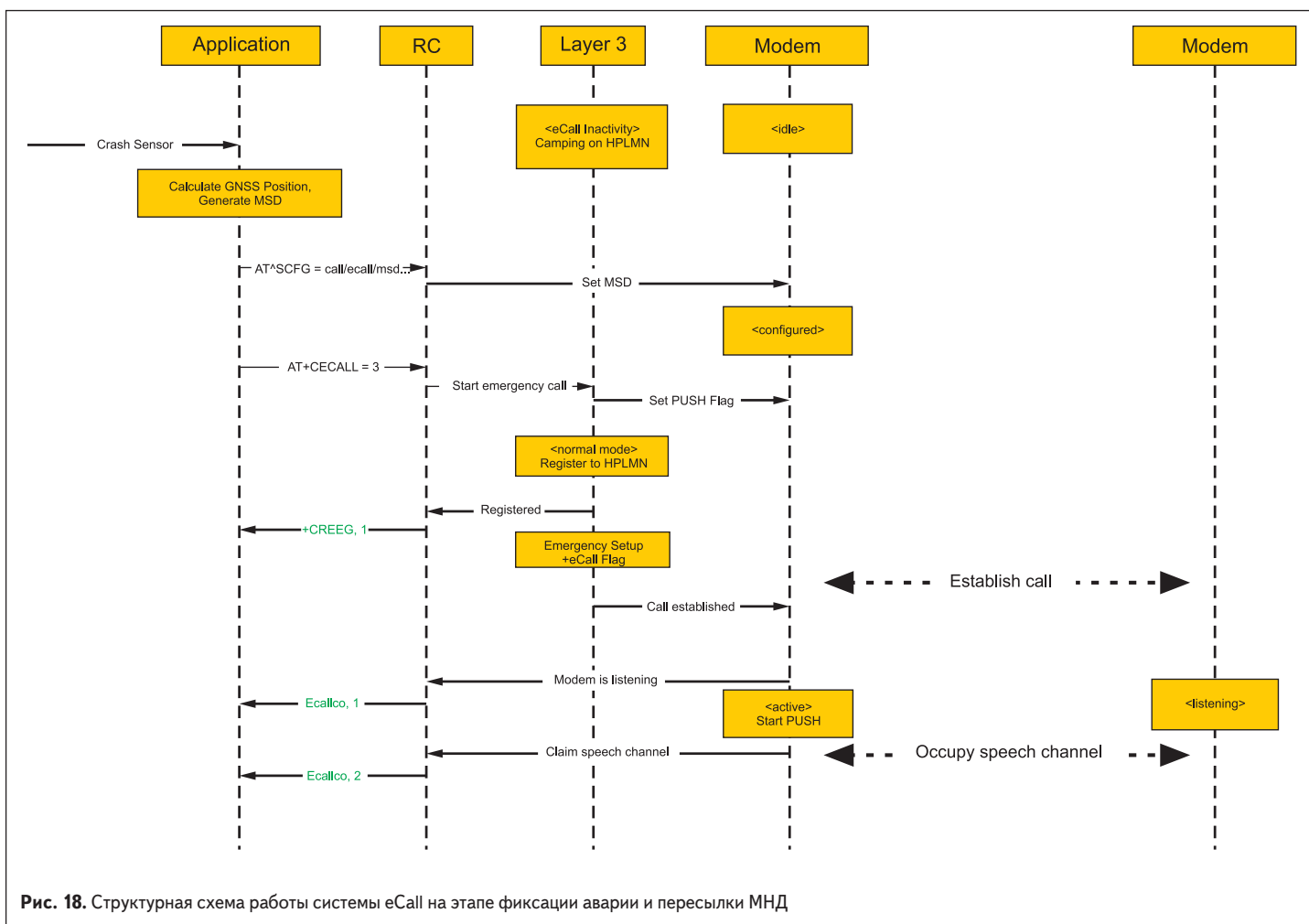


Рис. 18. Структурная схема работы системы eCall на этапе фиксации аварии и пересылки МНД

передача МНД не может быть признана достоверной.

Режим eCall only используется для того, чтобы сократить время, необходимое для установления соединения. Параметры этого режима задаются с помощью configuration call и сохраняются в USIM. В этой конфигурации модуль EHS5 регистрируется в сети только в случае аварийного вызова. В режиме configuration call можно переключать режим работы eCall only mode на нормальный режим работы (normal operating mode), а также удаленно конфигурировать USIM-карту. Модуль стартует в режиме eCall only только в том случае, когда эта конфигурация задана на USIM, и когда активирован фиксированный телефонный номер (Fixed Number, FDN). В режиме eCall only модуль не отправляет в сеть никакие сигналы. Поэтому он не регистрируется в сети, и его состояние остается неопределенным. При этом модуль находится в режиме ожидания вызова от ближайшей базовой станции, через которую возможна связь с ЦОЗ. В таком варианте модуль находится в полной готовности зарегистрироваться в сети в случае аварийного звонка, не тратя времени на поиски ближайшего оператора ЦОЗ.

Пассивный режим работы определяется командой **MEopMode/Dormancy**.

Формат команды:

```
AT^SCFG="MEopMode/Dormancy", <dormancy>,
<eCallUSIM>.
```

Параметр **<dormancy>** является универсальным для всех интерфейсов и отвечает за пассивный режим управления. Этот параметр может принимать два значения: «0» — выключить dormancy mode, «1» — включить. В том случае, когда режим dormancy mode отключен, модем ведет себя в соответствии с инструкциями, зафиксированными на USIM.

При включенном режиме dormancy mode поведение модема определяется дополнительными параметрами. Например, параметр **<eCallUSIM>** отвечает за работу в режиме Call-Only-USIM. «0» — Call-Only-USIM выключен, «1» — включен. В случае активации данного режима, модем функционирует в соответствии с требованиями eCall-Inactive-State, 3GPP TS 24.008 и регистрируется в сети только в случае аварийного вызова. В данном режиме активируется таймер eCall Callback Timer, срабатывание которого активирует выход из сети и возврат в пассивный режим.

Дополнительный режим работы — Hands-Free Audio — предназначен для таких сценариев, в которых серьезные травмы могут препятствовать пассажирам ТС вручную устанавливать связь с ЦОЗ и самостоятельно отвечать на голосовые вызовы. Hands-Free Audio устанавливает громкую связь в автоматическом режиме при получении на ЦОЗ аварийного сигнала.

Контроль аудио сообщений осуществляется с помощью следующих команд:

```
AT^SIND=audio,1 OK
AT^SIND=voiceprompt,1
```

С помощью команды **AT^SAFH** можно записывать и проигрывать голосовые сообщения

в формате AMR (Adaptive multi rate — адаптивное кодирование с переменной скоростью).

Формат команды:

```
AT^SAFH = <audioFileCmd>, <audioFilePath>,
<bitRate>, <locationPlay>.
```

Эта команда подробно рассмотрена в первой части статьи [18].

Пример управления работой модуля EHS5 в режиме eCall для тестового звонка:

```
AT+CPIN?
+CPIN: READY
AT^SIND=ecallda,1
^SIND: ecallda,1
AT^SIND=ecallco,1
^SIND: ecallco,1,0
AT^SIND=ecaller,1
^SIND: ecaller,1,0
AT^SCFG=Call/Ecall/Msd,A0CBB22C0CC3304DD3348
EE338CFF300BA57A04C80E3450BA029D9020000000000
AT+CECALL=0,"1234567"
+CIEV: ecallco,1
+CIEV: signal,0
+CIEV: sounder,0
+CIEV: call,1
+CIEV: ecallco,2
+CIEV: ecallda,1
+CIEV: ecallda,2
+CIEV: ecallda,3,2
+CIEV: ecallco,1
+CIEV: signal,99
+CIEV: call,0
NO CARRIER
+CIEV: ecallco,0
```

В отношении различий между eCall и «ЭРА-ГЛОНАСС» нужно отметить ряд важных моментов. В основном, это касается характеристик систем спутниковой навигации, а также параметров сетей мобильной связи. В целом, в оборудовании «ЭРА-ГЛОНАСС», которое размещается в салоне автомобиля, используются одни и те же основные принципы, что и в системе eCall. Однако, в соответствии со стандартом РФ [33], абонентские терминалы, используемые в «ЭРА-ГЛОНАСС», должны обеспечивать определение местоположения ТС с использованием спутниковой системы навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС+GPS с точностью 15 м, при вероятности 95%. Входящий в состав АС приемник ГНСС должен предоставлять возможность определения навигационных параметров с использованием сигналов только навигационной системы ГЛОНАСС.

Из других требований системы ГЛОНАСС можно отметить, что микросхема SIM/USIM должна быть вписана в АС таким образом, чтобы была исключена возможность ее извлечения из платы АС с целью последующего использования. Передача профиля ускорения при ДТП и наличие датчика автоматической идентификации факта ДТП, обеспечивающий измерение ускорений до 24G, не являются обязательными условиями для штатных АС.

Для конфигурирования процесса фиксации аварии, формирования и отсылки МНД и об-

мена голосовыми сообщениями в системах eCall и ГЛОНАСС используются одинаковые алгоритмы и АТ-команды. Однако для работы с системой «ЭРА-ГЛОНАСС» используются такие дополнительные команды, как, например, **AT^SCFG="Call/Ecall/Pullmode"** (переключение модема в режим «ЭРА-ГЛОНАСС» Pullmode) и **AT^SCFG="MEopMode/Dormancy"** (конфигурирование режима ожидания «ЭРА-ГЛОНАСС»). Эти команды не используются в eCall.

С другой стороны, в системе «ЭРА-ГЛОНАСС» не используются команды black and white list, которые применяются в старых версиях оборудования eCall. Поэтому в списке команд Rel 3 нет таких команд для «ЭРА-ГЛОНАСС», как **AT^SGLPLW**; **AT^SGHPLW**, **AT^SGLPLR**, **AT^SGLPLR**, **AT^SGHPLR**, **ERA-GLONASS**. Кроме того, в команде **AT^SIND=<inDescr>**, **<mode>** не поддерживается параметр **<inDescr> = "gplmn"** — Indicates whether Public Land Mobile Network (PLMN).

В остальном, работа под руководством АТ-команд для модулей EHS5/6 в режимах «ЭРА-ГЛОНАСС» и eCall совпадает.

В заключение этого раздела следует отметить, что передача надежных данных при голосовом соединении во многом обусловлена качеством аудиокодеков, используемых в системах сотовой связи и оптимизированных специально для сжатия аудиосигнала. Данные, переданные по голосовому каналу, могут быть искажены за счет наводок и ошибок декодирования. Кроме того, при таком способе передачи часто происходит потеря кадров, затрудняющая процесс восстановления информации с помощью ИМ.

В модулях EHS5/6 используется современный 16-разрядный цифровой аудиоинтерфейс, позволяющий подключать аудиоустройства с поддержкой импульсно-кодовой модуляции (PCM). Благодаря модуляции PCM, модули EHS5/6 можно использовать с внешними высококачественными кодеками, такими, например, как 13-разрядный линейный голосовой кодек Nuvoton W681360. Цифровой аудио интерфейс модулей EHS5/6 может работать в режимах Master и Slave с частотой синхронизации 256 кГц и поддерживать скорость семплирования 8 кГц при длительности фрейма 125 мкс.

Новые функции ПО модулей EHS 5 EHS6 Rel 03.001

В этом разделе рассмотрены те изменения ПО модулей EHS5/6, которые отмечены в документе [20].

Команда **AT^SCFG** — Configure undervoltage threshold — новая в Rel 03, предназначенная для установки порогов бросков напряжения питания при пакетной передаче. Формат команды:

```
AT^SCFG="MEShutdown/sVsup/threshold", <vthresh>,
<PowerSupplyDomain>.
```

Параметр **<vthresh>** определяет следующие границы напряжения питания:

- “-4” — 3,10 В;
- “-3” — 3,15 В;
- “-2” — 3,20 В;

- “-1” — 3,25 В;
- “0” — 3,30 В;
- “1” — 3,35 В;
- “2” — 3,40 В;
- “3” — 3,45 В;
- “4” — 3,50 В.

Допустимый диапазон входных напряжений разбит на восемь областей с шагом 5 мВ. Полная ширина диапазона составляет 400 мВ. В зависимости от конкретной задачи, ширина допустимого диапазона может быть уменьшена (минимальное значение 10 мВ). Новые параметры вступают в силу после перезагрузки модуля.

Параметр `<PowerSupplyDomain>` используется только для модулей Rel 2.28, 03. Значение «0» указывает на то, что контролируется напряжение питания на линии VATT+VB.

Команда `AT^SCFG` — также новая в Rel 03. Она используемая для управления 2G аудиокодеком во время голосового вызова в соответствии со стандартом 3GPP TS 24.008.

Формат команды:

```
AT^SCFG="Call/Speech/Codec", <sc>
```

Параметр `<sc>` определяет конфигурацию голосового кодека (Speech Codec Configuration) и принимает следующие значения: «0» — во время голосового вызова доступны все поддерживаемые модулем аудиокодеки; «1» — голосовые кодеки GSM HR, GSM HR AMR, GSM AMR отключены во время голосового звонка.

Параметр вступает в силу после полной перезагрузки модуля с отключением и повторным включением питания.

Еще одна новая подкоманда — `AT^SIND: "Ista"`. Она предназначена для расширенного контроля уровня радиосигнала в сетях UMTS и GSM и позволяет также определять наличие подавляющего сигнала (Jamming Detection).

Подробно `^SIND` рассмотрена в первой части этой статьи [18]. Формат команды:

```
AT^SIND: "Ista", <mode>, <IstaLevel>
```

Параметр `<mode>`:

- «0» — все индикаторы событий отключены;
- «2» — формируется запрос статуса регистрации;
- «1» — все индикаторы событий включены, их параметры задаются командой `+CMER`.

Команда `AT+CMER` определяет структуру URC-сообщений.

Параметр `<IstaLevel>` принимает значения от 0 до 11, задаваемые пользователем в качестве характеристики индикатора ошибок радиосвязи, в соответствии с которыми модуль генерирует соответствующее URS. Коды URC запрашиваются командой `AT+CIEV`. Значение параметра `<IstaLevel>`, равное «11», определяет первый уровень ошибки, фиксируемой модулем при приеме радиосигнала. Значение «0» соответствует предпоследнему уровню радиосигнала, который был получен модулем до момента потери связи. Таким образом, резкие скачки качества связи позволяют обнаружить подавляющий сигнал.

В команде `AT^SISW` в Rel 03 добавлены новые опции контроля переданной информации. Эта сложная комплексная команда контролирует процесс загрузки (отправки) данных через Интернет и запрашивает количество данных, которые были переданы, но не получили подтверждения на уровне TCP.

Формат команды:

```
AT^SISW=<srvProfileId>, <reqWriteLength>, <eodFlag>, [<Udp_RemClient>, <cnfWriteLength>, <unackData>, <urcCauseId>].
```

Параметр `<srvProfileId>` определяет тип и объем услуг интернет-сервиса и устанавливается пользователем в диапазоне от 0 до 9. Конкретный вид сервиса выбирается в дополнительных настройках с помощью команд `^SISO`, `^SISR`, `^SIST`, `^SISH`, `^SISC`.

Параметр `<reqWriteLength>` определяет количество байтов, которые могут быть переданы (1–1500 байт). При значении параметра, равном нулю, количество переданных байтов не ограничивается. В этом случае в конце загрузки выполняется запрос на количество неподтвержденных байтов. Если используется UDP-протокол, то значение параметра «0» можно применить для того, чтобы послать пустой UDP-пакет.

Параметр `<eodFlag>` — это индикатор окончания передачи данных. Значение «0» соответствует тому, что окончание загрузки не фиксируется, и следующая загрузка может быть сразу продолжена. Значение «1» означает, что интернет-сервис получит сигнал на окончании загрузки. Значение `<eodFlag> = 1` нужно обязательно использовать в следующих случаях:

- FTP "cmd", "put" (отправка одного файла на FTP-сервер);
- SMTP "cmd", "at" (отправка прикрепленного файла через интерфейс AT-команд);
- HTTP "cmd", "post" if "hcContLen" is not equal zero (отправка больших объемов информации).

Параметр `<Udp_RemClient>` применяется для случаев, когда используется передача по протоколу. Этот параметр определяет IP-адрес и порт удаленного хоста.

Параметр `<cnfWriteLength>` подтверждает количество байтов (от 1 до 1500), которые могут быть переданы через конкретный интернет-сервис, определенный параметром `<srvProfileId>`. Значение этого параметра может не совпадать с `<reqWriteLength>`.

Параметр `<unackData>` определяет количество байтов, которые уже были переданы, но пока не получили подтверждения по протоколу TCP. Он включает в себя данные об объеме предстоящей передачи, определенные в `<cnfWriteLength>`. Поэтому самая первая операция записи загрузки возвращает одинаковые значения для `<cnfWriteLength>` и `<unackData>`. Такой механизм позволяет хост-приложению проверить, насколько успешно были переданы данные. Этот параметр нужно выставлять равным нулю в случаях, когда используется протокол UDP.

Параметр `<urcCauseId>` может принимать два значения: «1» соответствует тому, что интернет-сервис готов принимать новые данные от пользователя, а «2» говорит о том, что

передача данных успешно завершена, и сессия может быть закрыта без потери данных.

Следует обратить внимание на то, что правильная работа команды `AT^SISW` может быть реализована в модулях EHS5/6 через интерфейс AT-команд только совместно с последней версией WTK (Wireless Toolkit). Также нужно учитывать, что в случае потери связи в процессе передачи данных, время, необходимое для завершения HTTP POST, не должно превышать 60 с. Подробно эта сложная команда описана в [21].

Команда `AT^SISW` имеет в Rel 03 дополнительные новые параметры для описания TCP-соединения. Формат команды:

```
AT^SISW=<srvProfileId>, <srvParmTag>, <srvParmValue>
```

Параметр `<srvProfileId>` имеет такие же значения, как и в рассмотренной выше команде `^SISW`. Параметр `<srvParmValue>` устанавливает тип и контент в зависимости от установок, заданных параметром `<srvParmTag>`, который детально описывает такие свойства интернет-сервиса, как, например, профиль подключения к Интернету, ID пользователя и пароль для соединения с серверами FTP, HTTP, SMTP и т. д. Подробное описание этого параметра можно найти в [21].

Среди новых значений параметра `<srvParmTag>` в Rel 3 введены две новые характеристики.

- `keepcnt` — параметр TCP-соединения `TCP_KEEPCNT` игнорируется, если опция `keepidle` не устанавливается в интервале 1–127 с (RFC1122);
- `keepintvl` — параметр TCP-соединения `KEEPINTVL` игнорируется, если опция `keepidle` не устанавливается в интервале 1–255 с (RFC1122).

В команде `AT^SSCNT` в Rel 3 изменен режим добавления счета. В том случае, когда `AT^SSCNT=1`, счетчик сразу после чтения не увеличивает значение до тех пор, пока не закончится процесс формирования следующего импульса. Эта команда предназначена для чтения, запуска, перезапуска и остановки счетчика импульсов. Формат команды: `AT^SSCNT=<action>`.

Параметр `<action>` может принимать следующие значения:

- «0» означает перезапуск счетчика и новый старт с нуля;
- «1» перезапускает счетчик и продолжает отсчет от последнего зарегистрированного события;
- «2» — чтение текущего значения импульса `<pulse>`. Емкость счетчика импульсов составляет 32 бита.

В команде `AT^SFSA` в Rel 3 устранены наблюдавшиеся ранее сбои режимов Close и Remove.

Команда `^SFSA` обеспечивает доступ к системе файловой памяти (Flash File System) и поддерживает такие функции, как, например, чтение общей информации о состоянии памяти и файлов; создание и удаление файлов и каталогов; переименование копирование и изменение контента файлов; чтение и запись произвольного количества данных (максимальный объем не должен превышать 1500 байт на один вызов).

В соответствии с отмеченными функциями команда `^SFSA` переводит модуль в один из перечисленных ниже режимов:

- `^SFSA: "open"`;
- `^SFSA: "read"`;
- `^SFSA: "close"`;
- `^SFSA: "remove"`;
- `^SFSA: "rename"`;
- `^SFSA: "rmdir"`;
- `^SFSA: "seek"`;
- `^SFSA: "stat"`;
- `^SFSA: "write"`.

Подробно эти режимы описаны в [21]. Отметим только те, которые упоминаются, как «улучшенные» в Rel 3 [20].

Команда `AT^SFSA="close", <fh>` предназначена для того, чтобы закрыть предварительно успешно открытый файл. Параметр `<fh>` соответствует тому, что дескриптор файла возвращается системой в открытый доступ с последующей возможностью чтения, записи и коррекции. Количество открытых файлов ограничено до 23-х.

Команда `AT^SFSA="remove", <path>` удаляет файл. Параметр `<path>` указывает путь к директории и файлу, который нужно удалить.

Команда `AT^SAFH` при воспроизведении записи `voicerecord` больше не отключает активный голосовой звонок, как это наблюдалось в предыдущих версиях EHS5. Эта команда была подробно рассмотрена в первой части статьи.

Команда `AT+CUSD` обрабатывается в новых модулях значительно быстрее. Эта команда, позволяющая управлять функцией Unstructured Supplementary Service Data (USSD), разработана в соответствии с требованиями 3GPP TS 22.090. Функции этой команды могут выполняться как AT-командами, передаваемыми через последовательный порт модуля, так и через мидлеты, записанные в USIM [39].

В новой версии модулей EHS5/6 USSD требуется не больше трех секунд для реализации сервиса USSD. При этом время отработки не зависит от того, выполняется последовательность команд с использованием `AT+CUSD=1, "120#` или с использованием `SEND_USSD proactive command` в режиме SIM Application Toolkit (SAT) с поддержкой Explicit Response (ER) и SAT Automatic Response mode (AR).

Механизм и алгоритм увеличения скорости отработки этой команды детально не описыва-

ется в [20]. Для дополнительной информации рекомендуется обращаться в службу технической поддержки Cinterion.

Команда `+CUSD` не является новой. Это стандартная, хорошо известная команда, описанная многократно, в том числе и в русскоязычных изданиях. Структура и ее функции остались без изменения по сравнению с предыдущей версией (Rel 2), поэтому яе рассматривается в данной статье.

Обновление предыдущих версий ПО до последней версии Rel 03.001 производится бесплатно. Исполнительный файл можно загрузить (свободно для зарегистрированных пользователей) с сайта производителя. Следует подчеркнуть, что обновление прошивки до версии Rel. 03.001 больше не стирает пользовательские настройки, такие, например, как `AT^SCFG: "Serial/Interface/Allocation"` и `SMS "ME" memory`. Кроме того, обновление до новой версии не изменяет настроек, заданных командой `AT+CSGS` для UCS2. ■

Список использованной литературы размещен на сайте журнала http://wireless-e.ru/paper_appendix/BT_9_39.php