

GSM-R — единый стандарт ж/д связи

GSM-R специально разработан для железных дорог на основе самого распространенного в мире стандарта подвижной радиосвязи GSM. От обычного стандарта его отличает поддержка некоторых специальных функций, разработанных по заказу железнодорожников.

Евгений Свичинский
svichinsky@premier-electric.com

Что такое GSM-R

За основу GSM-R (GSM-Railway) взят стандарт подвижной радиосвязи общего пользования GSM, дополненный функциями для ж/д в соответствии со спецификациями проекта EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network) и MORANE (Mobile Radio for Railways Networks in Europe), финансирование которых осуществляет ЕС:

- передача сигнализации ETCS (European Train Control System);
- голосовая радиосвязь и передача данных в условиях движения со скоростями до 500 км/ч;
- наличие функции группового вызова;
- управление приоритетами вызовов и механизм срочного вызова;
- наличие функциональной адресации в зависимости от местоположения абонента;
- использование специально выделенных полос радиочастот.

В 1995 г. Европейский институт стандартизации в области связи (ETSI) выделил для GSM-R две полосы частот в диапазоне 876–880 и 921–925 МГц (рис. 1).

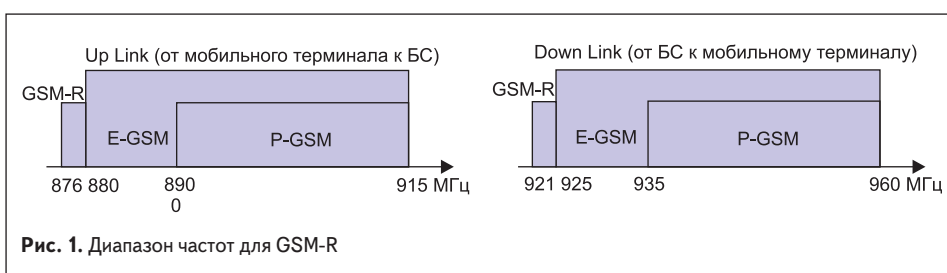
В целях обеспечения совместимости европейских железных дорог и использования единой коммуникационной платформы стандарт GSM-R объединяет все ключевые функции и наработки 35 типов аналоговых

систем, использовавшихся ранее. Он является безопасной платформой для голосовой связи и передачи данных между оперативным персоналом ж/д, включая машинистов, диспетчеров, работников маневровой группы, специалистов в составе сопровождения поезда и начальников станций. Такие функциональные возможности GSM-R, как групповые вызовы, трансляция голоса, соединение с абонентом с учетом его местоположения, а также освобождение линии для срочных вызовов, значительно улучшают качество коммуникаций и предоставляют широкие возможности для совместной работы и управления безопасностью движения поездов и персонала.

Построение сети GSM-R

Цифровой стандарт GSM-R с частотно-временным разделением каналов имеет восемь временных каналов в полосе 200 кГц. Для системы выделена полоса шириной 4 МГц в диапазоне 876–880 МГц для передачи от подвижной к базовой станции (БС) и 921–925 МГц для передачи от базовой к подвижной станции. Структура построения GSM-R сети представлена на рис. 2.

В инфраструктуру сетей GSM-R входят следующие элементы:



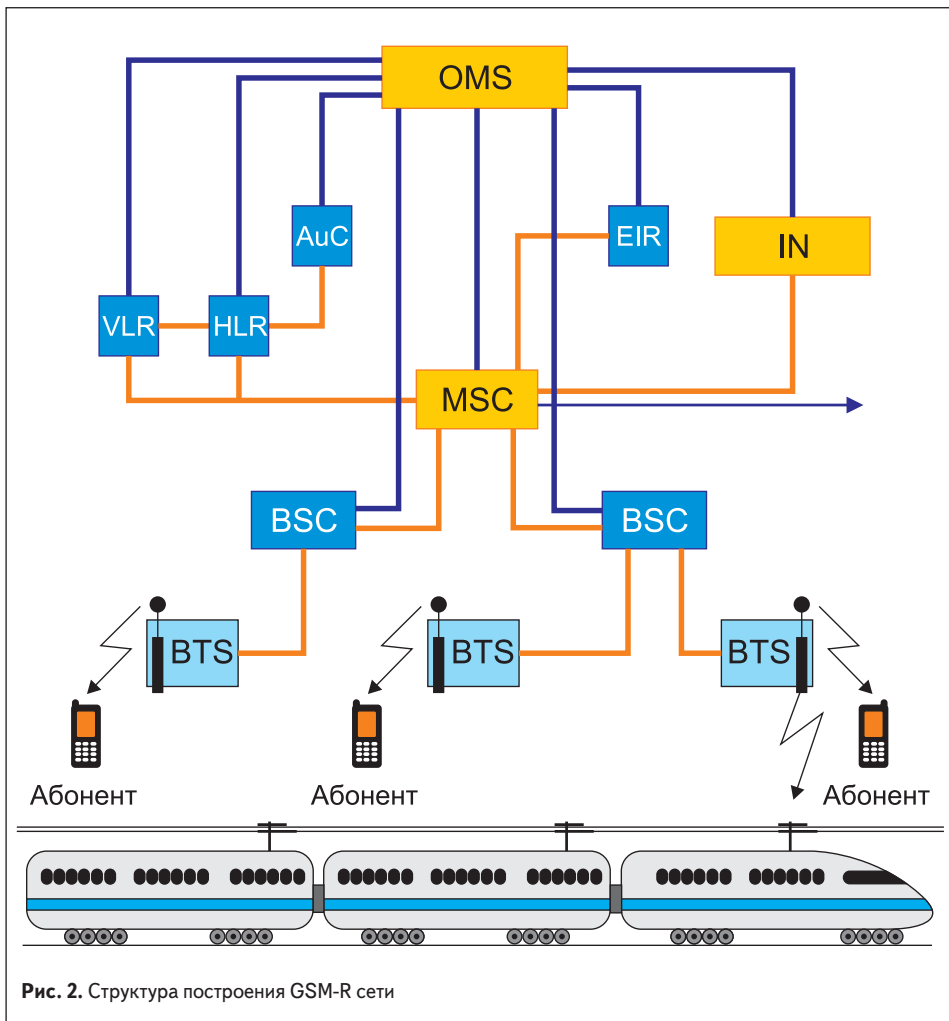


Рис. 2. Структура построения GSM-R сети

- Базовая приемно-передающая станция БПС (BTS) обеспечивает радиосвязь в определенной зоне.
- Контроллер базовой станции КБС (BSC) выполняет следующие функции:
 - управление распределением каналов;
 - контроль соединения и регулировка их очередности;
 - модуляция и демодуляция сигналов;
 - кодирование и декодирование сообщений;
 - кодирование речи;
 - адаптацию скорости передачи речи, данных и сигналов вызова;
 - управление очередностью передачи сообщений персонального вызова.
- Центральный коммутатор подвижной связи ЦКП (MSC) обслуживает группу зон и обеспечивает все виды соединений с мобильными станциями. Кроме этого, ЦКП выполняет следующие функции:
 - коммутации радиоканалов, к которым относится эстафетная передача, обеспечивающая непрерывность связи при перемещении мобильных станций из зоны в зону;
 - переключения рабочих каналов в зоне при появлении помех и неисправностей;
 - формирует данные для тарификации разговоров;
 - составляет статистические данные;
 - поддерживает процедуры безопасности при доступе к радиоканалу.

ЦКП осуществляет постоянное слежение за мобильными станциями, используя:

- Регистр положения РМП (HLR), в котором хранится та часть информации о местоположении какой-либо мобильной станции, которая позволяет центральному коммутатору доставить вызов. Фактически РМП является справочной БС для постоянно зарегистрированных в сети абонентов. В ней содержатся опознавательные адреса и номера, а также параметры подлинности абонентов, состав услуг связи, информация о маршрутизации, данные о роуминге абонента.

- Регистр перемещения РП (VLR) — второе основное устройство, обеспечивающее контроль за передвижением мобильных станций из зоны в зону. С его помощью достигается функционирование мобильных станций за пределами контролируемой регистром положения зоны. Когда в процессе перемещения мобильная станция переходит из зоны одного контроллера БС в зону действия другого, то она регистрируется, и в регистр перемещения заносится новая информация. Для исключения несанкционированного использования ресурсов в систему введен механизм аутентификации.
- Центр аутентификации ЦА (AuC) состоит из нескольких блоков и формирует ключи и алгоритмы аутентификации. С его помощью проверяются полномочия абонента и осуществляется его доступ к сети. ЦА принимает решения о параметрах процесса аутентификации и определяет ключи шифрования на основе базы данных, находящейся в регистре идентификации оборудования (EIR). Регистр идентификации оборудования РИО (EIR) содержит централизованную базу данных для подтверждения подлинности международного идентификационного номера оборудования мобильной станции.
- Регистр идентификации сети РИС (IN) содержит идентификаторы всех сетей, с которыми обеспечивается роуминг в данной системе.
- Центр управления и обслуживания ЦУО (OMS) обеспечивает управление элементами сети и качеством ее работы. В функции ЦУО входят:
 - регистрация и обработка аварийных сигналов;
 - устранение неисправностей (автоматически или посредством обслуживающего персонала);
 - проверка состояния оборудования сети и прохождения вызова мобильной станции;
 - управление трафиком;
 - сбор статистических данных;
 - управление передачей обслуживания и базой данных.

Для удовлетворения высоких требований по надежности связи на ж/д БС необходимо устанавливать с 50%-ным перекрытием зон покрытия соседних сот. Схематическое изображение данной топологии приведено на рис. 3.

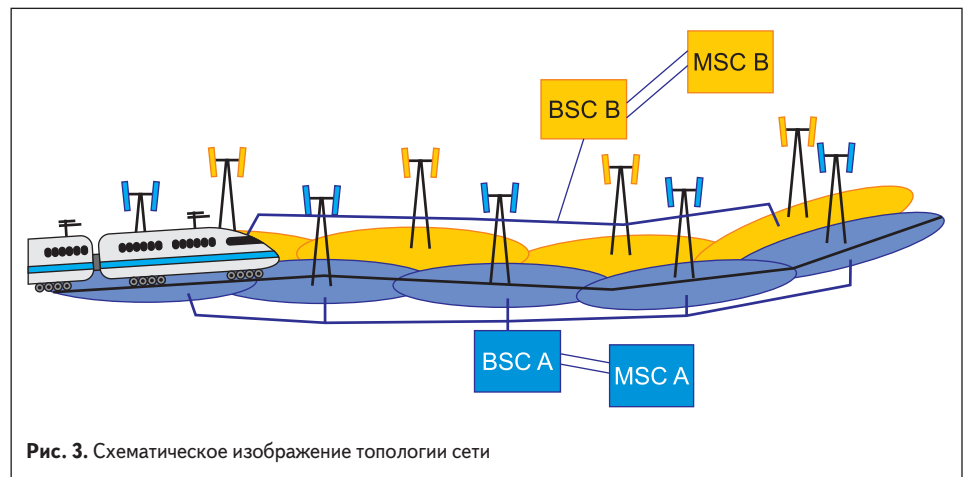


Рис. 3. Схематическое изображение топологии сети

GSM-R, Tetra, CDMA

Существуют цифровые технологии и стандарты связи, призванные решить проблемы разобщенности систем и обеспечения связи на высоких скоростях. К ним можно причислить стандарты цифровой мобильной связи, такие как TETRA, CDMA, а также специально разработанный в 2000 г. для целей железнодорожной связи стандарт GSM-R.

Системы TETRA хорошо подходят для интеграции технологических систем ж/д, однако они сложны и дороги в развертывании, имеют невысокие скорости передачи данных и не обеспечивают надежность связи на высоких скоростях движения поездов.

Системы CDMA хорошо поддерживают работу на высоких скоростях движения, имеют высокую скорость передачи данных, однако не поддерживают многих технологических приложений, и в целом данный стандарт не имеет перспектив развития.

Кроме того, эти стандарты не получили широкого распространения на сетях общего пользования, поэтому их надежность и безопасность остаются под вопросом. Однако безопасность на железнодорожном транспорте — вещь достаточно серьезная, поэтому Международным союзом железных дорог (UIC) совместно с Европейским институтом стандартизации связи (ETSI) была создана специальная проектная организация EIRINE (Европейская модернизированная интегрированная сеть радиосвязи на железных дорогах), которая начала разработку нового стандарта связи для ж/д, который бы удовлетворял следующим основным требованиям:

- быть общеевропейским международным цифровым стандартом, предполагающим минимальную степень модификации для применения в ж/д системах связи общего пользования;
- обеспечивать надежность в работе, которая должна быть проверена в сетях подвижной связи общего пользования;
- обеспечивать интеграцию всех служб и услуг связи ж/д применения в одной сети;
- обеспечивать высокую надежность и непрерывность связи, высокое качество передачи при скорости движения поезда до 500 км/ч;
- поддерживать специализированные услуги связи для ж/д и системы радиопередачи, используемые на сегодня;
- предусматривать возможность плавного введения новых служб и услуг, которые появятся в будущем;
- быть экономически эффективным как в установке, так и при эксплуатации.

После ряда тестовых проектов и сравнений нескольких технологий выбор пал на широко распространенный на рынке систем связи общего пользования стандарт GSM, который был модифицирован с учетом потребностей ж/д. Использование GSM-R хорошо решает следующие задачи:

- синхронизация команд начала/остановки движения;
- уменьшение интервалов следования поездов;
- повышение средней скорости передвижения;

- обеспечение технологической связи на скоростях до 500 км/ч.

GSM-R обеспечивает работу различных технологических приложений на ж/д, гарантирует надежную связь на скоростях поездов до 500 км/ч без ощутимых потерь качества связи. Он позволяет заменить более трех десятков разнородных систем связи, которые использовались на железных дорогах Европы в конце XX — начале XXI в.

Но главное состоит в том, что GSM-R принят сегодня как единый стандарт в Европе и внедрен уже во многих странах. Этот же стандарт реализуется в Китае. И если предполагается сделать РЖД частью международных транспортных коридоров, было бы неправильно применять на них другую технологию, которая окажется некоей инородной «вставкой» в транспортном коридоре. Ведь тем самым конкурентное преимущество будет отдано транспорту других стран, которые следуют общим тенденциям.

Поставщики оборудования базовых станций GSM-R

Основной критерий специализированной связи на железных дорогах — надежность и безопасность. Излишне говорить, что любая ошибка в передаче данных или потерянный байт могут вылиться в многомиллионные убытки или привести к человеческим жертвам.

Именно поэтому за основу железнодорожной связи и был выбран стандарт GSM, многократно проверенный на безопасность и надежность на сетях связи общего пользования. Таким образом, ясно, что поставщик должен обладать существенным опытом в реализации телекоммуникационных проектов именно этого стандарта. Кроме того, поставщик должен обладать опытом технического радиопланирования и оптимизации системы GSM-R (желательно не менее трех лет), так как только в этом случае поставляемая им система GSM-R сможет обеспечить необходимую надежность и эффективность.

Поставщик должен обеспечивать совместимость с существующими системами управления движением поездов. Такая интеграция тщательно проверяется в лабораторных условиях и только потом реализуется на действующих ж/д. Должна обеспечиваться совместимость с оборудованием других производителей GSM-R, а также различного технологического оборудования, например диспетчерского (Frequentis, Winzel и др.), систем сигнализации (HFVK, Selex, Alstom и др.), мобильных терминалов (Triorail, Selex, Sagem и др.).

К перечисленному стоит добавить, что оборудование системы GSM-R должно иметь соответствующие сертификаты, подтверждающие возможность его применения для различных сценариев на ж/д в разных климатических условиях. В частности, оборудование должно успешно пройти профессиональную сертификацию на соответствие требованиям по электромагнитной совместимости.

Можно указать трех поставщиков, которые в той или иной степени удовлетворяют всем перечисленным требованиям на российском рынке: Nokia Siemens Networks (NSN), Huawei Technologies и Kapsch.

Nokia Siemens Networks

Согласно информации компании NSN, она реализовала проекты GSM-R различной степени вовлеченности для 29 железнодорожных операторов в 20 странах мира. Это, например, контракт между NSN и Banedanmark, государственной железнодорожной компанией Дании. Проект предусматривает поставку коммутаторов, БС, центра передачи SMS, диспетчерских терминалов и звукозаписывающего оборудования для сети GSM-R, а также услуги по проектированию сети, управлению проектом, технической поддержке.

В 2007 г. NSN заключила контракт с Министерством железных дорог Китая для реализации системы GSM-R для планируемой пассажирской линии между городами Ухань и Гуанчжоу на юге Китая. Турецкие железные дороги T.C. Devlet Demiryolları (TCDD) сотрудничают с NSN и компанией Thales (системы безопасности) в проекте модификации системы GSM-R между городами Эскишехир и Анкара. NSN является одним из пионеров разработки систем GSM-R. В конце 90-х годов компания Siemens принимала активное участие в разработке этой технологии. Утверждается, что первые три коммерческих проекта GSM-R в мире принадлежат компании Siemens. Решение GSM-R компании Siemens основано на традиционных коммутаторах GSM с временной коммутацией каналов TDM.

Huawei Technologies

Компания Huawei начала исследования и разработки GSM-R в 2002 г., сразу после принятия данного стандарта. Решение GSM-R от Huawei поддерживает специальные функции для железных дорог, такие как функциональная адресация, матрица доступа, независимость адреса от местоположения устройства, ограничение зоны вызова. Поэтому для железнодорожного оператора нет необходимости в приобретении дополнительной платформы интеллектуальных приложений.

По данным на II кв. 2012 г., покрытие систем GSM-R, построенных компанией Huawei, по всему миру превышает 10 тыс. км. Приведем несколько примеров реализованных компанией проектов:

- Поезд Maglev с системой GSM-R Huawei в Шанхае доставляет пассажиров из центра города в аэропорт всего за 8 мин. (скорость поездов 430 км/ч). Качество услуг связи при этом соответствует требованиям EIRENE.
- Железная дорога Daqin, соединяющая Датонг (провинция Шанси) и Циньхуандао (провинция Хебей), КНР. Общая протяженность трассы — 670 км. Местность между конечными пунктами исключительно сложная, в основном горы и холмы, а также около 60 тоннелей общей протяженностью 48 км (самый длинный из них — 8,4 км). Емкость сети — 5000 абонентов и 1000 пользователей GPRS.
- Скоростная магистраль «Гуандунь—Шенчжень—Гонконг» протяженностью 115 км — одна из крупнейших высокоскоростных линий в мире, где скорость поездов достигает 350 км/ч. Данная магистраль также является одной из самых загруженных: в год по ней проез-

жают десятки миллионов пассажиров в обоих направлениях, поскольку она соединяет три наиболее развитых в промышленном отношении города на юге Китая.

- Самая длинная железная дорога в Китае «Пекин–Гонконг» (протяженность 2364 км) оснащена системой GSM-R Huawei.
- Ряд других проектов в КНР, в том числе ж/д «Пекин–Ченду–Ухань» с кольцевой структурой протяженностью более 800 км. Всего компания Huawei занимает более половины рынка систем GSM-R в Китае.
- Система GSM-R железнодорожной корпорации UGL в Австралии. Сеть была построена на оборудовании Siemens, но уже устарела и требовала модернизации. На трассе имеется 70 км тоннелей, одновременно на ней могут находиться до 675 поездов с плотным графиком движения.
- Железная дорога ОАО «РЖД» «Туапсе–Сочи–Адлер–Альпика–Сервис–Веселое», общей длиной 155 км. Проект приурочен к зимним Олимпийским играм в Сочи 2014 г. и находится в стадии реализации.

Kapsch

Австрийская компания Kapsch CarrierCom является одним из мировых лидеров рынка корпоративных систем, в частности интеллектуальных транспортных систем для автотранспорта (Kapsch TrafficCom) и ж/д транспорта (Kapsch CarrierCom). Она также относится к пионерам разработки систем GSM-R и имеет много реализованных проектов, большинство из которых развернуты в Европе. Это такие магистрали, как «Роттердам–Женева», «Неаполь–Гамбург–Стокгольм», «Антверпен–Базель–Лион», «Севилья–Лион–Турин–Триест–Любляна», «Дрезден–Прага–Брно–Вена–Будапешт», «Дуйсбург–Берлин–Варшава». Многие из этих проектов реализовывались совместно с NSN.

Решение GSM-R от KapschCarrierCom также основано на традиционной коммутации каналов TDM. Согласно проспектам компании Kapsch CarrierCom, она занимает 52% рынка GSM-R в Европе. Протяженность линий покрытия проектами GSM-R от Kapsch CarrierCom составляет около 70 тыс. погонных километров (порядка 35 тыс. км линейных участков, т. е. двухпутных).

Поставщики абонентского оборудования GSM-R

Компания Triorail основана в 2002 г. Она разрабатывает и производит беспроводные модули и терминалы для стандарта GSM-R, а также унифицирует программное и аппаратное обеспечение беспроводных модулей для решений на базе GSM-R. Triorail — поставщик беспроводных решений (модули, терминалы, телефоны и т. д.), поддерживающих стандарты GSM, GSM-R, GPRS, EDGE и функции ASCII/EIRENE. Выпускаются различные варианты устройств с выходной мощностью 2 и 8 Вт.

Модули GSM-R, разработанные Triorail, прошли полевые испытания во многих странах Европы, что позволяет использовать их в приложениях стандарта GSM-R, таких как контроль, управление, передача данных, мониторинг транспорта и логистика, а также

в противопожарной системе, громкоговорящих устройствах, установленных на железнодорожных вокзалах, для передачи видеоизображений с железнодорожных станций.

Triorail сотрудничает с международными производителями мобильных телефонов, использующих модули GSM-R. Железнодорожным операторам и поставщикам инфраструктуры предоставляются различные 2- и 8-Вт инструменты тестирования, чтобы проверять, контролировать, оптимизировать и конфигурировать сеть GSM-R.

Решения Triorail для связи GSM-R

Модуль TRM-3a

Компания Triorail производит целую линейку модулей и терминалов для обеспечения связи на ж/д в стандарте GSM-R. TRM-3a — 2-Вт модуль, на базе которого можно построить любые системы GSM-R (рис. 4).



Рис. 4. Модуль TRM-3a

Системные характеристики модуля TRM-3a:

- четырехполосные GSM-R / EGSM 900 / GSM 1800 / GSM 1900;
 - GSM Phase 2 / Phase 2+;
 - GPRS multi-slot class 10;
 - выходная мощность: Class 4 (2 Вт) на GSM-R / EGSM900, Class 1 (1 Вт) на GSM1800 / GSM 1900;
 - AT-команды;
 - работа с SIM.
- Технические характеристики:
- габариты 35×32,5×2,95 мм;
 - вес 5,5 г;
 - напряжение питания 3,3–4,8 В;
 - ток потребления:
 - Standby 50 мкА;
 - спящий режим 3 мА (DRX=5);
 - режим ожидания 15 мА;
 - при разговоре 260 мА (усредненное);
 - GPRS (class 10) 450 мА (усредненное);
 - пиковый 3 А;
 - температурные диапазоны:
 - рабочий –20...+70 °С;
 - ограниченный –40...+70 °С;
 - хранение –40...+85 °С.
- Интерфейсы:
- интерфейс с внешней SIM;
 - разъем «плата к плате»;

- цифровой и аналоговый аудиointерфейс;
 - два RS-232;
 - напряжение питания 3,3–4,8 В;
 - антенный разъем и площадки для припайки антенны;
 - зарядное устройство.
- Спецификация на голос:
- система сжатия голосовой информации (Triple Rate Codec, TRC) для режимов кодирования HR, FR, EFR;
 - кодирование с переменной скоростью (AMR);
 - режим громкой связи;
 - подавление шума и эха.
- Отличительная особенность TRM-3a — наличие реализованных в модуле опций:
- ASCII:
 - услуга голосового вызова группы VGCS (Voice Group Call Service);
 - сервис голосового широковещания VBS (Voice Broadcast Service);
 - сигнализация от пользователя к пользователю UUS1 (User-to-User Signalling type 1);
 - многоуровневый приоритет и приоритетное прерывание обслуживания eMLPP (Enhanced Multi-Level Precedence and Preemption).
 - EIRENE:
 - FN-поддержка (Functional Number);
 - PFN-поддержка (Presentation Functional Number);
 - групповой вызов REC (Railway Emergency Call) приоритет 0.

2-Вт терминалы TRM-3aT

Терминалы серии TRM-3aT — законченные устройства для передачи данных и голоса по GSM-сетям, в том числе в GSM-R диапазоне. Они разработаны на основе модуля TRM-3a. Существует два типа терминалов TRM-3aT: RS-232 и USB (рис. 5, 6). Они отличаются между собой интерфейсом передачи данных (USB или RS-232).



Рис. 5. Терминал TRM-3aT RS-232



Рис. 6. Терминал TRM-3aT USB

Основные особенности:

- габариты 74×65×33 мм;
- вес 130 г;
- напряжение питания 8–30 В;
- ток потребления:
 - Standby 2 мА;
 - спящий режим 40 мА;
 - режим разговора 300 мА (усредненное);
- GPRS (class 10) 500 мА (усредненное);
 - пиковый 4 А.
- температурные диапазоны:
 - рабочий –20...+55 °С;
 - ограниченный –25...+70 °С;
 - хранения –40...+70 °С.

Системные особенности:

- четырехполосные GSM-R/EGSM 900/GSM 1800/GSM 1900;
- GSM Phase 2/Phase 2+;
- GPRS multi-slot class 10;
- выходная мощность: Class 4 (2 Вт) на GSM-R/EGSM900, Class 1 (1 Вт) на GSM1800/GSM 1900;
- AT-команды;
- работа с SIM.

Передача данных:

- GPRS Class 10: max. 86 kbps (нисходящий);
- RBCCH пакетный широкополосный канал управления;
- схема кодирования CS 1–4;
- CSD передача данных: до 14,4 kbps; USSD; прозрачный режим; V.110;
- PPP стек для GPRS-передачи данных;
- факс Group 3, Class 2;
- TCP/IP стек, доступный через AT-команды;
- протоколы TCP, UDP, HTTP, FTP, SMTP, POP3.

Спецификация на голос:

- система сжатия голосовой информации (Triple Rate Codec, TRC) для режимов кодирования HR, FR, EFR;
- кодирование с переменной скоростью (AMR);
- режим громкой связи;
- подавление шума и эха.

Интерфейсы TRM-3aT RS-232:

- RS-232 (9-pin D-Sub);
- AT-команды через последовательный интерфейс;
- напряжение питания (6-выводный разъем);
- антенный разъем (FME);
- индикация;
- разъем SIM-карты.

Интерфейсы TRM-3aT USB:

- интерфейс USB (USB Mini B разъем);
- AT-команды через USB CDC ACM интерфейс;
- цифровое аудио через USB;
- питание через USB;
- антенный разъем (SMA);
- разъем SIM-карты.

Дополнительные опции:

- ASCII;
- EIRENE.

8-Вт терминалы TRC

Trigorail производит GSM-терминалы типа TRC-3 трех видов: TRC-3, TRC-3RM, TRC-3AP для встраиваемых систем. Между собой они отличаются конструктивным решением



Рис. 7. Внешний вид терминала TRC-3 (габариты 70×125×30 мм)

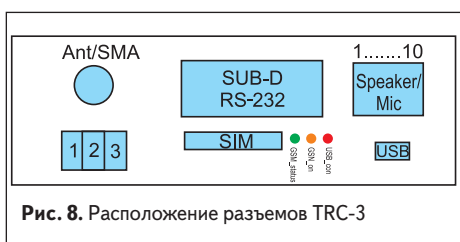


Рис. 8. Расположение разъемов TRC-3

(габариты, исполнение, разъемы). Основной терминалов является GSM-R модуль TRM-3a. Поэтому все функции, реализованные в TRM-3a, реализованы в терминалах серии TRC-3 (рис. 7, 8).

Терминал TRC-3

Описание разъемов TRC-3:

- RS-232 interface (9-pin D-Sub) — интерфейс данных RS-232;
- RIA PLUGCON Type 382 — входное питание;
- SMA — антенна;
- Western RJ50 (10 pin) female connector — аудио;
- USB Mini B connector — интерфейс данных USB;
- miniature SIM-card reader — разъем для 3- и 1,8-В SIM-карт.

Терминал TRC-3RM

TRC-3RM — ультратонкий 8-Вт GSM-R модуль, встраивается в стойки (рис. 9).

Описание разъемов TRC-3RM:

- TNC «RX» — антенна (RX для отдельного режима);
- TNC «RX/RX» — антенна (TX для отдельного режима или RX/TX для комбинированного режима);
- USB mini connector IP68 — интерфейс данных USB;
- Miniature SIM-card reader (SIM-card holder опционально) — разъем для 3- и 1,8-В SIM-карт и дополнительное отверстие для SIM-карт;
- LED-display (6 LED) — световая индикация (сети и состояния терминала);
- 96 pin DIN 41612 — 96-контактный разъем данных RS-232, аудио, питания.

Терминал TRC-3AP

TRC-3AP — суперплоские 8-Вт терминалы GSM-R для встраиваемых конструкций

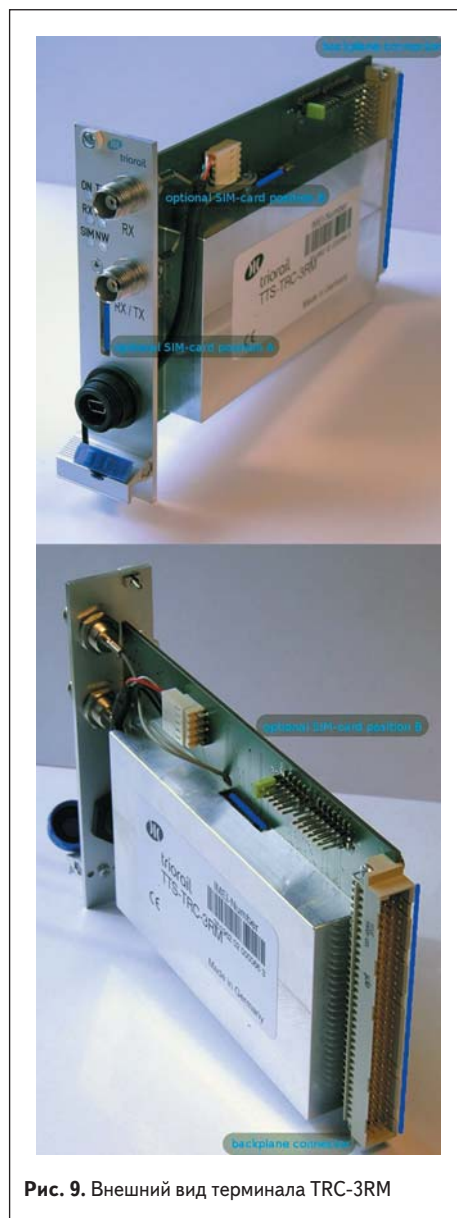


Рис. 9. Внешний вид терминала TRC-3RM

с двумя разъемами антенны (70×125×25 мм) (рис. 10).

Описание разъемов TRC-3AP:

- Samtec QSE-040-01-L-D-A — 80-контактный разъем данных (USB и RS-232), аудио, питания и световой индикации;
- Miniature SIM-card reader — разъем для 3- и 1,8-В SIM-карт;
- U.FL — антенна.



Рис. 10. Внешний вид терминала TRC-3AP

Телефоны TR-C81a

Рассмотрим подробно характеристики телефона TR-C81a (рис. 11).



Рис. 11. Внешний вид телефона TR-C81a

Профиль:

- вес 90 г;
 - габариты 104×46,5×17,7 мм;
 - TFT-дисплей: 1,8", 132×176 пикселей, 262 144 цветов;
 - Li-ion аккумулятор (820 мА·ч);
 - режим ожидания 300 ч;
 - время разговора 300 мин.;
 - время заряда аккумулятора 2 ч;
 - встроенная 1,3 мегапиксельная камера с пятикратным цифровым зумом;
 - 23 Мбайт встроенной памяти;
 - встроенный RS-MMC слот для внешней памяти.
- Особенности:
- поддерживает частоты GSM 900/1800/1900 и GSM-R;
 - GPRS class 10 до 53,6 кбит/с;
 - EDGE до 384 кбит/с;
 - факс: group 3, class 2;
 - режимы кодирования голоса HR, FR, EFR;
 - SIM-обеспечение безопасности;
 - SIM-инструменты (class 3);
 - блокировка SIM-карты, различные уровни;
 - MMS, EMS, SMS;
 - мобильный доступ в Интернет (WAP 2.0);
 - E-mail клиент (SMTP, POP3);
 - интерфейсы: последовательный, USB 2.0, Bluetooth;
 - органайзер включает в себя задачи, планирование, календарь, адресную книгу;
 - синхронизация с ПК (Outlook) с помощью менеджера мобильного телефона;
 - возможность подключения гарнитуры.

Тестирование сетей GSM-R

Программные и аппаратные инструменты тестирования Triotrac обеспечивают различный контроль и тестирование сетей GSM-R как в связке с компьютером Triotrace Test System, так и в мобильном исполнении Triotrace Test Monitor (рис. 12).

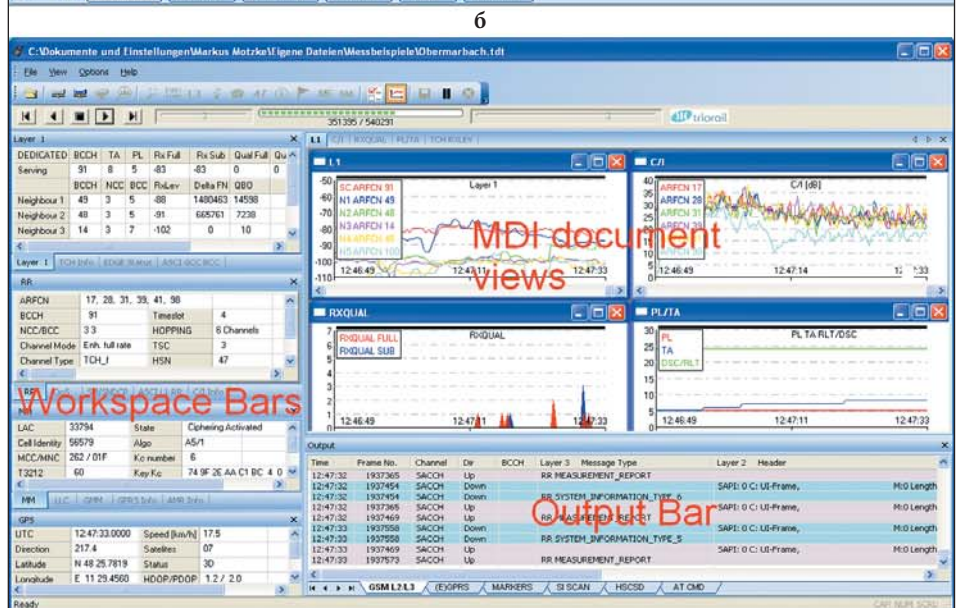
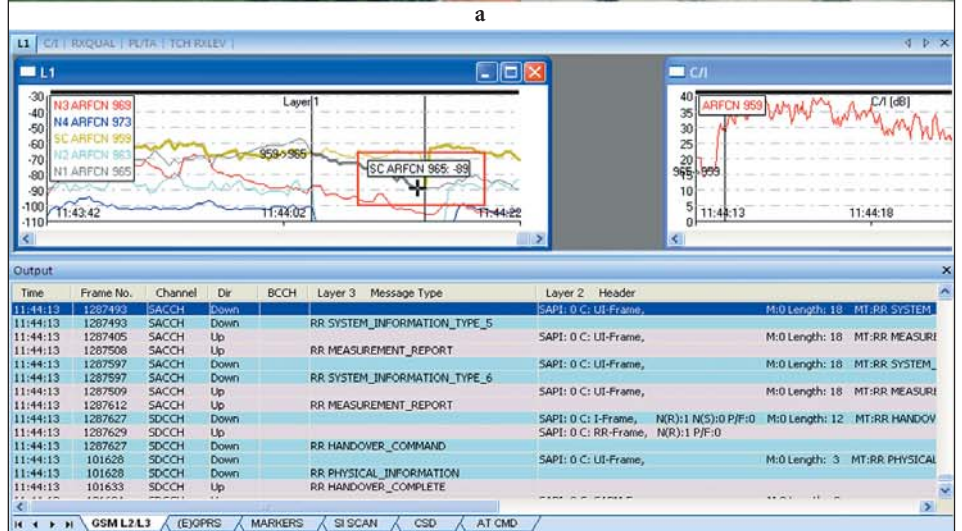
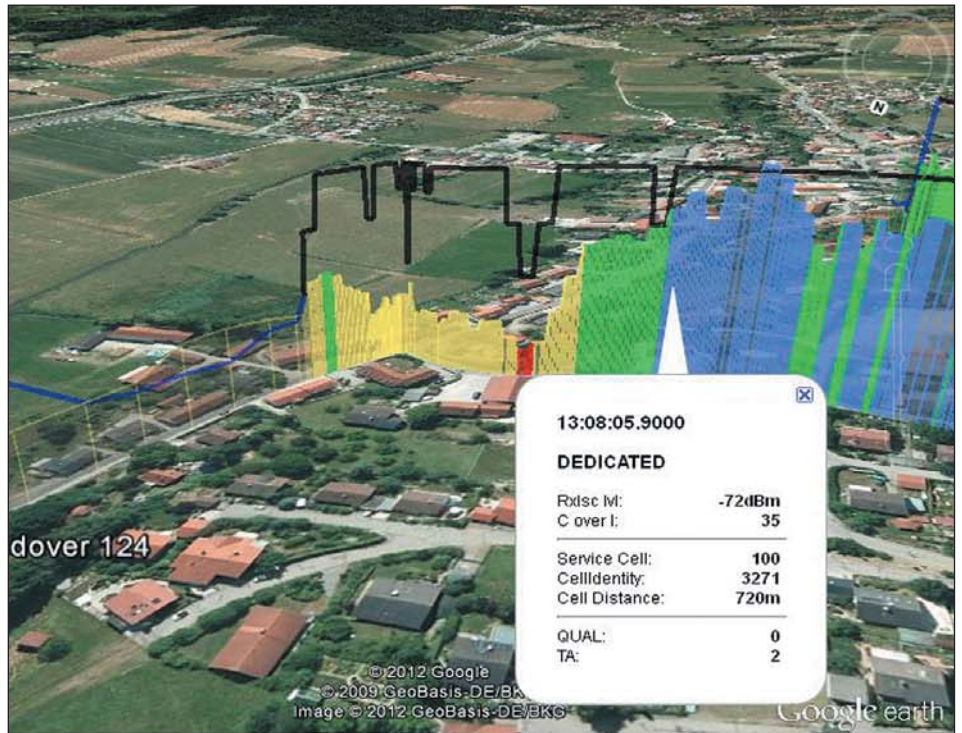


Рис. 12. а) б) Необходимо дать название и прислать другие рисунки

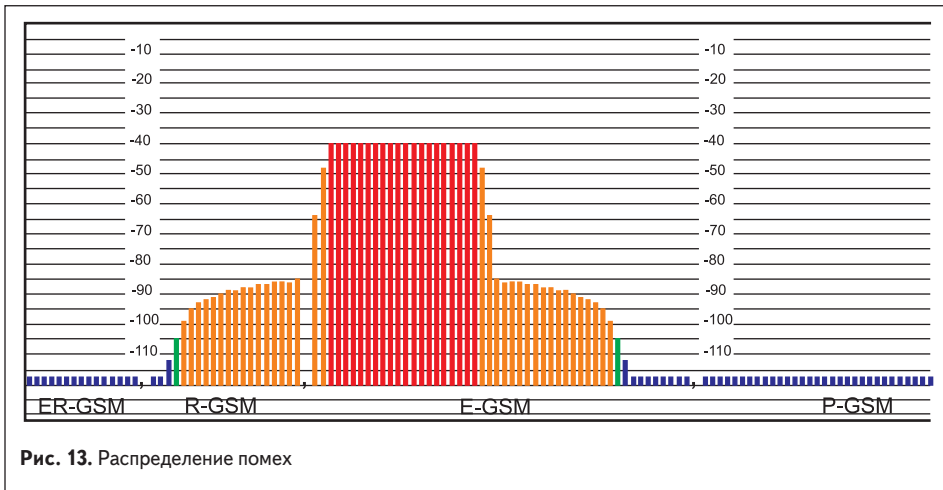


Рис. 13. Распределение помех

Новое поколение модулей Triorail

Для того чтобы справиться с окружающими радиопомехами, Triorail разработала новое, пятое поколение GSM-R, предоставляющее доступ к беспрецедентной производительности приемника, которая превышает рекомендуемый стандарт ETSI.

Помехи создаются общественными GSM-сетями, как правило, в диапазоне E-GSM 900 и UMTS 900, точнее, интерференцией диапазона на соседний R-GSM (рис. 13).

И если базовые станции общественных GSM-сетей оказываются мощней или находятся ближе к абонентскому ж/д оборудованию, эти помехи могут влиять на их работу. Модули третьего поколения Triorail полностью соответствуют стандартам помехозащищенности ETSI (Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций). Но компания разработала новые модули, которые обеспечивают практически на 60 дБ лучшую производительность по отношению к 3 дБ в соответствии с рекомендациями ETSI.

Новый модуль, который может решать вопросы помехозащищенности на таком уровне, называется TRM-5. У него есть определенные преимущества:

- повышенная помехозащищенность на уровне компонентов;
- отсутствие необходимости дополнительного пространства для больших внешних фильтров;
- возможность роуминга от GSM-R к обществу GSM и назад без ограничений;
- сокращение затрат по сравнению с любым внешним фильтром.

Рис. 14 иллюстрирует ситуацию, когда из-за смежного поставщика услуг UMTS появляются помехи в диапазоне GSM-R.

На рисунке видно, что решение с внешним фильтром и новое поколение модуля Triorail обеспечивают хорошие результаты, передачу на GSM-R и работу без помех. На рис. 15 показано сравнение модулей TRM-5 и TRM-3.

Для тех, кто интересуется более подробной информацией влияния IM3 на GSM-R, Triorail обеспечивает инструмент моделирования IM3 (www.triorail.com/trio-im3-sim). Также модули пятого поколения (таблица) поддерживают расширенный диапазон частот EGSM-R, который на 3 МГц шире, чем GSM-R (873–880 МГц — передача, 918–925 МГц — прием).

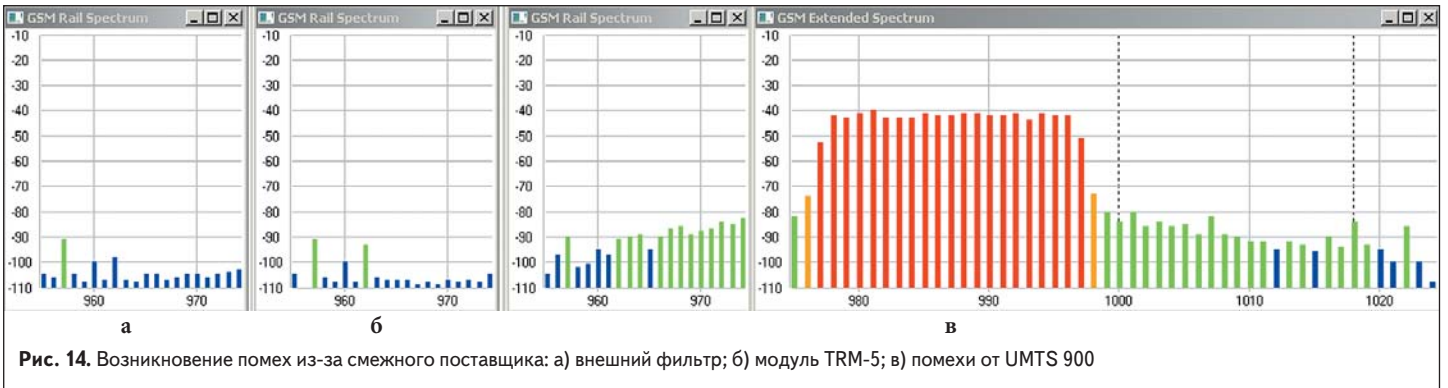


Рис. 14. Возникновение помех из-за смежного поставщика: а) внешний фильтр; б) модуль TRM-5; в) помехи от UMTS 900

Таблица. Продукты GSM-R пятого поколения в Европе

| | | |
|--------------------------|--|--|
| 2-Вт модули | TRM-5 (GSM-R) TRM-5 ext (EGSM-R) | |
| 2-Вт терминалы | TRM-5T (GSM-R) TRM-5T ext (EGSM-R) TRM-5T USB (GSM-R) TRM-5T USB ext (EGSM-R) | |
| 8-Вт компактные модули | TRC-5 (GSM-R) TRC-5 ext (EGSM-R) | |
| 8-Вт встраиваемые модули | TRC-5AP2 (GSM-R) TRC-5AP2 ext (EGSM-R) | |
| 8-Вт модули в стойку | TRC-5RM (GSM-R) TRC-5RM ext (EGSM-R) | |

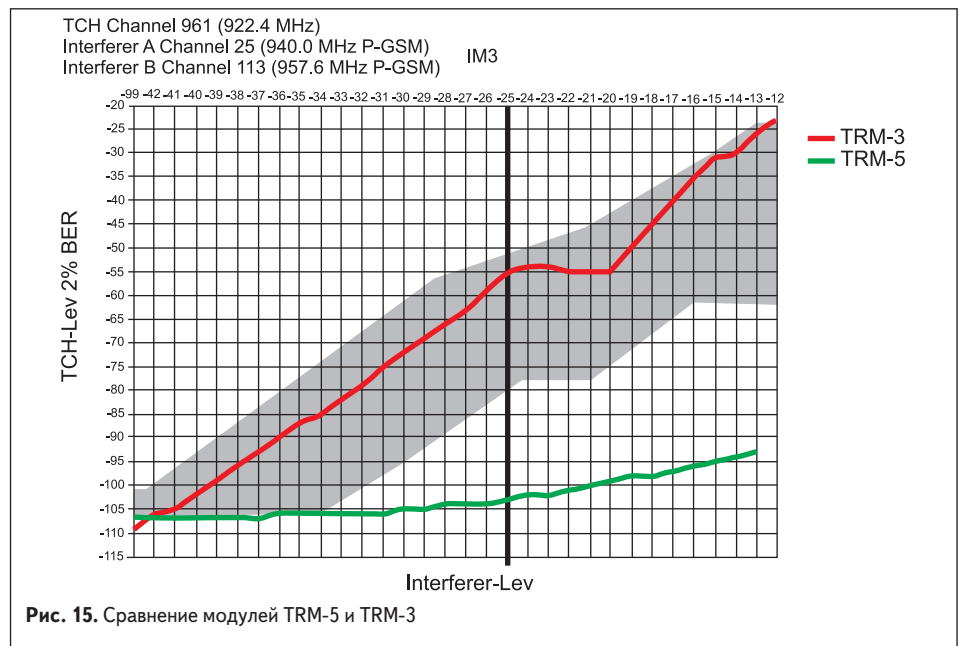


Рис. 15. Сравнение модулей TRM-5 и TRM-3