

Обзор представленных на российском рынке встраиваемых OEM GPS-модулей

Глеб Пыхтин (Санкт-Петербург)

В статье рассказывается о представленных на российском рынке встраиваемых GPS-модулях, рассматриваются и анализируются их основные технические параметры. Также оцениваются перспективы развития основных потребительских сегментов рынка GPS-приёмников.

Кратко о системе GPS

Созданная министерством обороны США изначально лишь для военных целей, система глобального позиционирования GPS очень скоро перестала быть таковой и нашла применение в различных областях гражданской сферы.

Основные принципы системы просты и состоят в определении местоположения путём измерения расстояний до объекта от точек с известными координатами – спутников. Расстояние вычисляется по времени задержки распространения сигнала-посылки от спутника к приёмнику. Для определения трёхмерных координат приёмнику необходимо решить систему из трёх уравнений. Для устранения погрешности, вызванной разницей между точными часами на спутнике и намного менее точными в приёмнике, вводится четвёртое уравнение. Другими словами, для однозначного определения координат приёмник должен «видеть» не менее четырёх спутников.

Организационная структура системы GPS представляет собой совокупность трёх сегментов: космического, пользовательского и сегмента управления. Космический сегмент состоит из 24 основных и нескольких резервных спутников, равномерно распределённых по шести круговым орбитам на высоте 20 200 км от поверхности Земли. Спутники распределены так, что из любой точки Земли в любой момент времени выше 15° над горизонтом находится от 4 до 8 спутников. Период их обращения равен 11 ч 58 мин. Сегмент управления состоит из сети наземных станций слежения и контроля. В их задачу входит кон-

троль за работоспособностью системы, уточнение и корректировка текущих параметров орбит и показаний бортовых часов.

Сигналы спутников модулируются псевдослучайными последовательностями (PRN) двух типов: C/A-код и P-код. C/A (Clear access) – общедоступный код – представляет собой PRN с периодом повторения 1023 цикла и частотой следования импульсов 1,023 МГц. Именно с этим кодом работают все гражданские, в том числе и рассматриваемые в этой статье, GPS-приёмники. P (Protected/precise)-код используется в закрытых для общего пользования системах, период его повторения составляет 2×10^{14} циклов. Сигналы, модулированные P-кодом, передаются на двух частотах: $L1 = 1575,42$ МГц и $L2 = 1227,6$ МГц. C/A-код передается лишь на частоте L1. Несущая синусоида помимо PRN-кодов модулируется также навигационным сообщением. В приёмнике на основе корреляционной обработки выделяются составляющие, относящиеся к конкретным спутникам, кодовые последовательности и навигационные сообщения. В составе последних передаётся два типа информации о параметрах орбит и текущем состоянии спутников: альманах и эфемерис. Альманах содержит приближённые параметры орбит, в то время как данные эфемериса очень точные и действительны лишь несколько часов. В зависимости от того, какой объём этих данных хранится в памяти приёмника на момент его включения, различают следующие типы стартов (Time To First Fix): hot-start – известен и альманах, и эфемерис;

warm-start – известен только альманах; cold-start – данные отсутствуют или недействительны (приёмник был долгое время выключен или перенесён на другое место).

При использовании C/A-кода среднеквадратическая ошибка в определении координат составляет порядка 10 м. В некоторых гражданских системах данная точность недостаточна. Для решения проблемы на практике широко применяются дифференциальные системы, обобщённо обозначаемые DGPS (Differential GPS). Задачей этих систем является передача в короткое время GPS-приёмнику корректирующих поправок, для чего используются опорные станции с известными координатами.

Детальную информацию о системе GPS можно найти в книге [1].

ОБЗОР ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ВСТРАИВАЕМЫХ GPS-МОДУЛЕЙ

В настоящее время на российском рынке представлено несколько десятков встраиваемых GPS-модулей от различных производителей. Все они различаются техническими параметрами, поддерживаемыми протоколами, габаритами и т.д. В данной статье рассматриваются только новые OEM-модули, обладающие наилучшими техническими характеристиками и наименьшими размерами, как наиболее перспективные решения для создания конкурентоспособной продукции.

Компаний с мировым именем, производящих GPS-чипсеты и, следовательно, модули на их основе, сравнительно немного. Прежде всего, это американские компании (GPS – американская система): SiRF Technology, Trimble Navigation, Motorola, Atmel, STM. Среди тайваньских производителей чипсетов можно выделить компанию Evermore и модули производства Tistar на их основе. В таблице 1

представлены основные технические параметры GPS-модулей на основе микросхем вышеуказанных производителей.

Безусловным лидером рынка, занимающим первое место в мире по продажам GPS-чипов, является компания SiRF Technology. Созданная разработчиками системы GPS, компания к настоящему времени обладает передовыми разработками в области микросхем GPS и их внутреннего программного обеспечения (Firmware). SiRF довольно быстро отказалась от производства собственных модулей, сконцентрировав усилия на разработке микросхем и ПО. В настоящее время модули на чипсетах от SiRF производят партнёры компании, в английской аббревиатуре VAM (Value added manufactures). В Восточной Европе таким партнёром является компания Orcam Systems. В приёмниках Orcam используется чипсет SiRF

Star2E/LP – одна из последних разработок SiRF. На текущий момент линейка модулей Orcam включает в себя приёмники Orcam20 и Orcam21. Первые не содержат дополнительного малошумящего усилителя (LNA) и работают в паре с активной антенной. В Orcam21 LNA есть, эти модули могут работать как с активной, так и с пассивной антенной. Кроме того, и Orcam20, и Orcam21 выпускаются с двумя различными версиями firmware от SiRF. Использование высокочувствительной прошивки Xtrack, как видно из таблицы, даёт выигрыш в чувствительности порядка 7 дБм по сравнению со стандартным программным обеспечением GSW2.3. Относительно высокое (для мобильных систем) потребление можно снизить до 70 мВт и менее за счёт применения специальных адаптивных режимов Adaptive Trickle Power и Advanced Power Management.

Другим хорошо известным разработчиком производителем GPS-чипсетов и модулей является компания Motorola (с 2004 г. Freescale Semiconductor). На смену модулю M12+, хорошо зарекомендовавшему себя на рынке навигационных приложений, должен был прийти чип Instant GPS MG4100 и модуль FS Oncore на его базе. Instant GPS был анонсирован ещё в середине 2003 г, к сожалению, выход его на рынок сильно задержался из-за разработки внутреннего ПО. Новые версии прошивки появляются примерно раз в месяц, но окончательного релиза до сих пор нет. FS Oncore (Instant GPS) хорошо работает в режиме A-GPS, когда часть навигационных данных загружается в приёмник извне, по сотовому каналу. К сожалению, в настоящее время в сотовых сетях российских операторов функция A-GPS не реализована. В автономном режиме приёмник работает неста-

Таблица 1. Сравнительные характеристики GPS-приёмников

Характеристика	Модуль								
	Orcam20	FS Oncore	TIM-LC	Lassens SQ	Lassens IQ	RGPSM012	Tistar25	A1029	
Производитель	Orcam systems	Motorola (Freescale)	u-Blox	Trimble	Trimble	Xemics	Evermore	Tyco Electronics	
Чипсет	SiRF Star2e/LP	Motorola Instant GPS MG4100	Atmel + u-Blox Antaris	Trimble First GPS	Trimble First GPS	XE1610 based Trimble First GPS	Evermore	STM STA2051	
Количество каналов	12	12	16	8	12	8	12	12	
Чувствительность, дБм	-145 Standard -152 Xtrack	-137; -152 A-GPS	-140	-	-	-143	-135	-	
Время определения местоположения TTFF, с	Hot start	2...8	6	3,5	18	13	12	15	3
	Warm start	<38	30	33	45	42	40	45	32
	Cold start	<45	40	34	170	84	-	120	60
Точность, м (вероятность, %)	5 (95)	10 (95)	3	9 (90)	8 (90)	5	15	3	
Поддерживаемые протоколы	NMEA4800; NMEA9600; SiRF Binary	NMEA; Motorola binary	NMEA; UBX binary	NMEA; TSIP; TAIP	NMEA; TSIP; TAIP	NMEA	NMEA; Evermore4800	NMEA	
Антенна	Активная 3В	Активная 3В	Активная 3В	Активная 3В	Активная 3В	Активная 3В	Активная 3В	Активная 3В	
Последовательные порты	2 порта, TTL	SPI	2 порта	1 порт, 3В CMOS	2 порта	1 порт	2 порта	2 порта	
Поддержка DGPS (RTCM SC-104)	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Есть	
Поддержка WAAS, EGNOS	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Есть	
Сигнал PPS	Есть	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет	
Напряжение питания, В	3,15...5,5	2 или 3	2,7...3,3	3...3,6	3...3,6	3...3,65	3,3 ± 10%	3,3 ± 10%	
Потребляемая мощность, мВт	220 full power <70 ATP	70	141	110	90	63	370	430	
Температура рабочая, °С	-40...+85	-30...+85	-40...+85	-40...+85	-40...+85	-40...+85	-30...+80	-40...+85	
Температур хранения, °С	-40...+125	-45...+135	-40...+125	-55...+105	-55...+105	-	-40...+90	-40...+85	
Размеры, мм	25,4 × 22,86 × 3	12 × 16,6 × 2,25	25,4 × 25,4 × 3	26 × 26 × 6	26 × 26 × 6	31,6 × 26,6 × 11,2	45 × 31 × 5	29,9 × 29,5 × 7	
Коннекторы	30-pin LGA модуль(SMD)	24-pin LGA	30-pin LGA модуль(SMD)	8-pin male header RF-coaxial	8-pin male header RF-coaxial	18-pin	16-pin header; 16-pin gold; 10-pin Molex; RF MCX	42-pin LGA модуль(SMD)	
Максимальная высота, км	18	-	-	18	18	-	-	-	
Максимальная скорость, м/с	545	-	-	545	545	-	-	-	
Максимальное ускорение, g	4	-	4	4	4	-	-	-	

бильно. Тем не менее, к числу достоинств модуля следует отнести малые размеры, низкое потребление и хорошую чувствительность. Основным отличием от остальных представленных в таблице модулей является то, что FS Oncoге не является законченным решением. Изначально модуль создавался для рынка мобильных устройств, поэтому он требует внешнего процессора с достаточно большим объемом Flash-памяти для загрузки матобеспечения при включении, что занимает несколько минут.

Любопытным фактом является и то, что в сотовых телефонах Motorola с функцией E-911 используются чипы SiRF.

Ещё одним чрезвычайно интересным производителем является швейцарская фирма u-Blox, выпускающая модули семейств TIM. Первоначально они производились на чипсете SiRF Star2, который по сравнению с SiRF Star2E/LP (модули Orcam) обладает меньшей чувствительностью и производительностью и большим потреблением. В настоящий момент модули u-Blox, в том числе и представленный в таблице TIM-LC, собираются на чипсете Antaris – совместная разработка Atmel и u-Blox. Данный приёмник является 16-канальным, что нельзя считать достоинством, т.к. на практике из одной точки Земли такое количество спутников не видно. Даже двенадцать каналов в большинстве случаев избыточны. TIM-LC обладает неплохой чувствительностью и быстрым холодным стартом при условии хорошего сигнала. К числу достоинств приёмника следует также отнести большой набор поддерживаемых функций. Приёмник обладает двумя последовательными портами, поддержкой WAAS и EGNOS. Последние являются широкозонными DGPS-системами, состоящими из наземного и космического сегментов. Их использование, как упоминалось выше, необходимо для улучшения точности определения координат и контроля целостности навигационного поля GPS. Данная функция приёмника актуальна для морских и авиационных применений. Приёмники TIM-LC наряду с Orcam являются одними из самых маленьких законченных OEM-модулей. Приёмники Orcam pin-совместимы с TIM, но на 2,5 мм меньше по ширине.

Компания Trimble является одним из пионеров в области производства встраиваемых GPS приёмников. Разработанный Trimble чипсет и архитектура под названием First GPS положены в основу нескольких модулей. Прежде всего, это собственные модули Trimble Lassens SQ и Lassens IQ. Последний является новым миниатюрным модулем с низким потреблением и улучшенными по сравнению с Lassens SQ временами TTFF.

Архитектура First GPS от Trimble легла в основу ещё одного модуля, который производит швейцарская фирма Xemics. Традиционно Xemics специализируется на разработке низкочастотных микросхем. GPS приёмник RGPSM012 не является исключением, в рабочем режиме он потребляет 19 мА, в нём также имеется дополнительный энергосберегающий режим. Но это, пожалуй, единственный момент, на который следует обратить внимание, рассматривая модули на основе FirstGPS. По чувствительности и TTFF, что в большинстве приложений является определяющим фактором, они значительно проигрывают остальным представленным в таблице модулям. Кроме того, Lassens SQ и Lassens IQ не поддерживают DGPS. Сама архитектура First GPS является сравнительно старой и не позволяет создавать решения, аналогичные созданным на чипсетах SiRF.

Модули производства Tусо Electronics и их основа – чипсет STMicroelectronics – появились на рынке значительно позже архитектуры от Trimble. Tусо выпускает приёмники A1021, A1025 и A1029. Самым новым является A1029, именно он и рассматривается в нашей статье; основные характеристики представлены в таблице. По времени холодного старта A1029 несколько уступает Orcam20 и TIM-LC, но после захвата спутников обладает неплохой чувствительностью. К числу достоинств модуля следует также отнести поддержку DGPS, хотя габаритные размеры и количество выводов у модуля от Tусо несколько больше, чем у Orcam и u-Blox. Серьезным недостатком модулей Tусо, делающим их неприменимыми в ряде приложений, является отсутствие PPS-вывода. Как известно, стабильность времени, которую можно получить с помощью GPS-приёмника, составляет около 1 мкс,

но для реализации функции точной синхронизации внешнего устройства приёмник должен иметь PPS-вывод. Кроме того, потребление приёмника A1029 составляет 130 мА, что также существенно выше, чем у конкурентов.

Тайваньский производитель Evermore выпускает собственные модули Tistar. По временам TTFF и потреблению они существенно проигрывают остальным представленным в таблице. Тем не менее, их реальная чувствительность сравнима с модулями от Tусо и u-Blox. При этом в модулях Tistar реализована поддержка PPS-сигнала и DGPS.

К сожалению, не всегда параметры, заявляемые производителями в спецификациях, соответствуют действительности. Поскольку важнейшими техническими характеристиками GPS-приёмника является его реальная чувствительность, а также времена холодного и горячего стартов, автором статьи совместно с разработчиками автомобильных охранных систем проведён ряд тестов описанных выше приёмников в различных условиях.

В приложениях мониторинга подвижных объектов крайне важно, чтобы GPS-приёмник не терял сигнал при попадании объекта в сложную для распространения сигнала среду. К таким местам можно отнести районы с плотной высотной застройкой, лесопарки, полузакрытые и закрытые помещения.

Первый тест был проведён в помещении с одним окном, активна 3В-антенна (одинаковая для всех тестов) была расположена на подоконнике.

В данном тесте определялось время холодного старта, а также количество «захваченных» приёмником спутников. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таким образом, в условиях ограниченной видимости все приёмники показали время холодного старта большее, чем заявлено в документации. Тем не менее, быстрее других определил координаты модуль Orcam20.

К дополнительным замечаниям, полученным в результате наблюдений за приёмниками, следует отнести то, что FS Oncoге после устойчивого в течение нескольких минут трэкинга пяти спутников внезапно «потерял небо». Для восстановления

координат нам пришлось перезагружать прошивку. У модуля A1029 от Тусо уровень сигналов двух спутников после перехода в устойчивое состояние изменялся скачкообразно.

Дополнительным тестом трэкинговой чувствительности, актуальным для систем охраны подвижных объектов, мы посчитали заезд автомобиля в металлический бокс с крышей из шифера на металлическом каркасе. При этом тестировались приёмники Xemics, Orcam, Trimble и u-Blox. В результате теста только приёмник Orcam с высокочувствительной прошивкой не потерял координат, хотя уровни сигналов спутников упали до критических значений. Тем не менее, при данном тесте приёмник «видит» от 3 до 4 спутников, в то время как ближайший из конкурентов – TIM-LC (u-Blox) – только один, и то с постоянным пропаданием сигнала.

ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКОГО РЫНКА ВСТРАИВАЕМЫХ GPS-ПРИЁМНИКОВ

На сегодняшний день основными потребителями встраиваемых GPS-модулей в нашей стране являются производители систем мониторинга и охраны наземных подвижных объектов. Разрабатываемое ими оборудование можно разделить на следующие категории:

- охранные автомобильные системы;
- системы мониторинга и управления городским транспортом;
- системы мониторинга и диспетчеризации грузоперевозок.

Охранные системы наряду с системами мониторинга городских объектов в большинстве случаев используют GSM-канал для передачи координат, полученных от GPS-приёмника. К этому сегменту рынка можно также отнести системы диспетчеризации такси, а также ведомственного транспорта (МВД, скорая помощь, МЧС и т.д.). Компании, работающие в данной области, как правило, имеют единые мониторинговые центры, куда стекается и оперативно анализируется информация. Повышение доступности устройств и увеличение числа их покупателей происходит с ростом внутренней конкуренции среди производящих компаний, уменьшением стоимости комплектующих,

Таблица 2. Результаты теста холодного старта приёмников в условиях ограниченной видимости неба

Характеристика	Приёмник					
	Orcam20 XTrack	TIM-LC	FS Oncore	First GPS based (Xemics)	A1029	Tistar
Холодный старт, с	56	72	170 + загрузка FW = 5 мин	–	105	198
Количество видимых спутников после перехода в устойчивое состояние	6	4	5	2	4	4

увеличением благосостояния конечных заказчиков.

В системах мониторинга местоположения грузов при дальних перевозках используются, как правило, спутниковые или совмещённые с сотовыми каналы связи. Именно передающая часть данных систем составляет основную долю их стоимости. Тем не менее, как правило, цена перевозимого груза существенно превышает стоимость навигационного оборудования. Данный сегмент рынка в настоящее время практически не заполнен, несмотря на то что количество грузовых автомобилей, участвующих в перевозках, исчисляется сотнями тысяч. Следует ожидать появления через несколько лет небольшого числа крупных фирм, имеющих диспетчерские центры и занимающихся предоставлением услуг охраны и мониторинга любых подвижных объектов

Безусловно, в будущем системы будут устанавливаться и производителями новых автомобилей, как это происходит сейчас в Германии. Прежде всего можно ждать их появления у производителей грузовых автомобилей.

Ещё одним существенным потребителем GPS-модулей являются компании, производящие морское навигационное оборудование, а также оборудование для мониторинга железнодорожного транспорта. Часто здесь используются совмещённые GPS/GLONASS-приёмники. Стоимость этих устройств на порядок выше, чем стоимость рассматриваемых в статье модулей. Их использование в гражданских системах экономически нецелесообразно.

Отдельным пунктом следует выделить системы, не относящиеся к навигационным, но требующие точной синхронизации и привязки ко времени. Как отмечалось выше, с помощью GPS-приёмника, обладающего PPS-выходом, можно получать синхроимпульсы, привязанные к всемирному времени UTC. Зачастую в удалённых

системах такой способ синхронизации группы устройств является экономически более оправданным, нежели остальные.

Что касается мирового рынка встраиваемых GPS-устройств, то тут наиболее весомым сегментом, на порядок превышающим все остальные, является рынок мобильных устройств, таких как телефоны, PDA, GPS-часы, USB Flash-карты с GPS, так называемые «тревожные кнопки» и т.д. Объём этого рынка оценивается десятками и сотнями миллионов устройств. Здесь доминируют телекоммуникационные гиганты, включая азиатских производителей. Высокотехнологичные российские фирмы совместно с западными партнерами также стремятся выйти на этот рынок, где борьба идёт гораздо жёстче, чем на внутреннем.

В целом в России при отсутствии ограничений со стороны государства рынок GPS-приёмников имеет очень большой потенциал, реализация которого является задачей нескольких ближайших лет. Учитывая снижение в 3 раза за последние два года стоимости встраиваемых GPS-решений и возрастание конкуренции среди производящих конечные устройства компаний, можно прогнозировать рост рынка, который на некотором этапе может превратиться в лавинообразный, подобно тому как несколько лет назад происходил рост рынка мобильных телефонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Одуан К., Гино Б. Измерение времени. Основы GPS.
2. www.orcam-gps.com.
3. www.sirf.com.
4. www.motorola.com/gps.
5. www.u-Blox.com.
6. www.tycoelectronics.com.
7. www.geyser.ru.
8. www.xemics.com.
9. www.trimble.com.
10. www.evermore.co.tv.

