

Алексей Рудневский
arudnevsky@cnord.ru

Обзор рынка микросхем и модулей для спутниковой навигации

В основе современных спутниковых систем определения координат лежит метод триангуляции, при котором навигационный приемник определяет расстояние до навигационных спутников по времени распространения радиосигналов. Для вычисления географических координат (широта и долгота) необходимо наличие сигналов от трех спутников. Если имеются сигналы от четырех спутников или более, приемник помимо координат может вычислить еще и высоту над земной поверхностью.

Введение. Современные системы спутниковой навигации

В настоящее время на различных стадиях разработки или эксплуатации находятся три глобальные системы спутниковой навигации. Это американская Navstar, которую обычно и называют GPS (Global Positioning System — глобальная система позиционирования), российская ГЛОНАСС и европейская Galileo. Региональные системы, рассчитанные на покрытие определенных территорий, разрабатывают Китай, Индия и Япония. Американская GPS — это единственная на сегодня система с полной спутниковой группировкой. Для глобального и непрерывного покрытия всей земной поверхности требуется 24 космических аппарата, находящиеся на круговых орбитах в трех орбитальных плоскостях. В системе GPS имеется 28 спутников, 4 из которых находятся в резерве на случай выхода из строя основных аппаратов. Орбитальная группировка отечественной системы ГЛОНАСС из-за недостатка ассигнований в 90-х годах прошлого столетия значительно сократилась, и в настоящее время в системе работает лишь 11 спутников. Еще 6 аппаратов выведены из эксплуатации из-за неисправностей или как выработавшие свой ресурс. Вместе с тем, за счет реализации программы запусков новых космических аппаратов предполагается, что к концу нынешнего года на орбите будут работать 18 спутников, что должно обеспечить практически 100% непрерывное покрытие территории России. Полное развертывание системы ожидается к 2010 году. Европейская система Galileo пока состоит

всего из одного аппарата, и сроки развертывания системы постоянно откладываются. Поэтому рассчитывать на использование Galileo в ближайшее время было бы неправильно.

Таким образом, подавляющее большинство GPS-приемников в настоящее время работают только с американской системой Navstar, и ожидать кардинального изменения ситуации в скором будущем не приходится.

Спутниковая навигация в последние годы из разряда экзотики уверенно превращается в массовую технологию. GPS-модулями оснащают все большее число смартфонов, карманных компьютеров и мобильных телефонов. Все шире используются автомобильные навигаторы, охранные и диспетчерские автомобильные системы. Активно развивается рынок персонального мониторинга, скрытного слежения за подвижными объектами, поиска потерянных или похищенных грузов или транспортных средств. Несмотря на разнообразие навигационного оборудования, производителей наборов микросхем для портативного оборудования, обрабатывающих сигналы GPS (так называемых GPS-чипсетов), можно пересчитать по пальцам, а ведущих производителей — даже по пальцам одной руки. В данной статье рассматриваются характеристики основных GPS-чипов и модулей на их основе, применяемых в устройствах для массового рынка. Наборы микросхем для специализированных устройств (геодезического, морского, авиационного или военного применения) здесь рассматриваться не будут.

GPS-чипы ведущих производителей и их характеристики

Сегодня основными производителями GPS-чипсетов для портативных устройств являются SiRF Technology Inc. и u-Blox AG. На базе чипов этих производителей работают более 90% портативных изделий с функциями GPS-навигации. Кроме того, микросхемы для работы с GPS выпускают такие гиганты, как STMicroelectronics (STM) и Texas Instruments, а также менее известные компании — Mediatek Inc. (MTK), eRide, Nemerix и u-Nav Microelectronics.

Основные характеристики последних разработок ведущих производителей GPS-чипов приведены в таблице 1. Чипсеты предыдущего поколения, хотя и выпускаются еще, по своим характеристикам заметно проигрывают.

Американская компания SiRF Technology — признанный мировой лидер в производстве

Т а б л и ц а 1. Основные характеристики GPS-чипов

Характеристики Производитель		Чипсеты							
		SiRF			u-Blox		eRide	STM	MTK
Тип		GSC3f/LP	GSW3LTf	GSW3LTif	ATR 0635	UBX-G5010	eOP3100Q	STA2058	MT3318
Количество каналов приема		20	20	20	16	50	32	12	32
Чувствительность, дБм	Автономный поиск	-142	-142	-142	-142	-145	-161	-146	-146
	Поиск с A-GPS	-155	-155	-155	Нет данных	-160	Нет данных	Не поддерживается	Нет данных
	Слежение	-159	-159	-159	-158	-160	-161	-159	-159
Время определения местоположения TTFF, с	Холодный старт	35	35	35	34	29	35	39	36
	Теплый старт	35	35	35	33	1	34	34	33
	Горячий старт	1	1	1	3,5	1	1	2,5	1
	Холодный старт с A-GPS	1,5	0,6	0,6	5	1	Нет данных	Не поддерживается	Нет данных
Точность в 50% случаев после 24 ч обсервации, не хуже, м	Автономно	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	Нет данных
	С использованием дифференциальных поправок	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
Поддерживаемые протоколы		NMEA SiRF binary A13/F	NMEA SiRF binary A13/F	NMEA SiRF binary A13/F	NMEA UBX binary RTCM	NMEA UBX binary	NMEA eSIP	NMEA	NMEA RTCM
Частота обновления данных, Гц		1	1	1	4	4	1	Нет данных	5
Напряжения питания, В		3,0	1,2 1,8 2,85	3,0	2,7–3,3 2,3–3,6 1,65–3,6	1,8–4,8	1,2 3,0 3,3	3,3	3,3
Потребляемая мощность, мВт	Постоянное слежение	62	50	50	62	50	130	180	37
	Энергосберегающий режим	40	25	25	Нет данных	Нет данных	75	17	22
Потребляемый ток в спящем режиме, мкА		Нет данных	5	5	5	25	10	10	Нет данных
Корпус, размеры, мм		TFBGA 7×10	TFBGA 7×7	TFBGA 6×6	BGA 7×10	QFN 8×8	QFN 7×7	LFBGA/LQFP 10×10	BGA 9×6
Рабочий температурный диапазон, °С		-40...+85	-40...+85	-40...+85	-40...+85	-40...+85	-30...+85	-40...+85	-30...+80

GPS-чипсетов для портативных устройств и автомобильной навигации. Около 70% всех устройств с функцией GPS в мире содержат чипы SiRF. Еще на заре своего развития компания сконцентрировала внимание на разработке и производстве микросхем, а также внутренних программ («прошивок») для них. Модули на базе чипсетов SiRF выпускают многие производители по всему миру, и значок «SiRF powered» стал для потребителей своеобразным «знаком качества». Компания SiRF выпускает несколько вариантов чипов архитектуры SiRF Star III. Чипсет GSC3f/LP — пионер линейки, и большинство модулей, имеющих в своем составе SiRF Star III, построено именно на его базе. Однако разработки компании не стоят на месте, и появляется GSW3LTf — чип с пониженным потреблением и значительно улучшенной чувствительностью. Единственный минус GSW3LTf — несколько напряжений питания — отсутствует в GSW3LTif, который на сегодня является наиболее перспективным изделием SiRF. Одной из последних разработок SiRF является технология SiRFDirect, позволяющая определять местоположение при временной потере сигналов от спутников. Для этого используются дополнительные датчики — гироскоп и трехосный акселерометр в интегральном исполнении. Специальная программное обеспечение SiRFDirect позволяет с довольно высокой точностью вычислять координаты при кратковременных пропадающих сигналах

GPS. При пропадании сигналов на время до 10 с вносимая погрешность не превышает 10 м. Технология SiRFDirect уже используется некоторыми производителями конечного пользовательского оборудования. Швейцарская u-Blox — второй крупный игрок на рынке GPS-чипсетов и модулей. До недавнего времени u-Blox поставляла свои изделия в основном производителям конечного оборудования, например чипы u-Blox используются в автомобильном производстве и сетевом оборудовании для мобильной связи. Однако в последнее время компания заявляет об изменении приоритетов и выходе на массовый рынок. Сейчас уровень производства микросхем u-Blox составляет около 250 000 штук в год, с тенденцией к увеличению. Текущая продуктовая линейка компании включает чипсет Antaris 4, выпускаемый Atmel, с внутренним ПО производства u-Blox. Модули на базе Antaris 4 (ATR 0635) выпускает как u-Blox, так и ряд сторонних производителей. По основным параметрам ATR 0635 не уступает конкуренту от SiRF — GSC3f/LP. Но при применении в условиях плохой обсервации или слабых уровней сигнала «кучность» измерений оставляет желать лучшего. Несколько первых отсчетов, полученных с использованием ATR 0635 при холодном старте, могут отличаться от реального местоположения на 2–3 км. Перспективный набор микросхем — u-Blox 5 (UBX-G5010) — разработан и производится без участия Atmel, по контрак-

там с рядом азиатских производителей. По утверждению разработчиков нового чипсета, проблема «выбросов» при холодном старте в нем полностью решена. u-Blox также предлагает решение для определения координат при пропадании сигналов GPS — Dead Reckoning. В отличие от SiRFDirect, решение от u-Blox предназначено только для автомобильного применения и требует обязательного подключения к спидометру автомобиля, что в ряде случаев просто невозможно.

eRide — сравнительно молодая компания, специализирующаяся только на разработке GPS-микросхем и модулей. Чипсет этой компании Opus III (eOP3100Q) обладает поразительной чувствительностью –161 дБм. Однако по потребляемой мощности этот набор микросхем значительно отстает от лидеров рынка. Тем не менее, возможно применение чипсета в M2M-системах. Например, Wavcom использует решение от eRide в Fastrack Supreme, позиционируемое как изделие для мониторинга подвижных объектов. Очевидно, что для портативных устройств с автономным питанием применение изделий eRide нерационально. STMicroelectronics — мировой гигант по производству полупроводниковых микросхем — также не остается в стороне от создания малогабаритных GPS-чипсетов. Несмотря на некоторое отставание от лидеров (его решение Teseo до сих пор выпускается только в двухчиповом варианте, да и появилось оно на несколько месяцев

позднее конкурентов), на американском рынке STM имеет порядка 20% продаж GPS-микросхем. На европейском рынке, однако, доля STM в продаже микросхем GPS незначительна и не превышает единиц процентов. STM применяет специфическую методику оценки параметров своих изделий. В частности, чувствительность указана при теплом старте с использованием внешнего малошумящего усилителя, а время определения координат — при видимости небосвода 50% и уровнях сигналов не хуже -130 дБм. Очевидно, что, несмотря на такие уловки, реальные характеристики значительно уступают конкурентам. К сожалению, пока что на российском рынке нет модулей на базе чипа Teseo. Интересной особенностью процессорного чипа STA2058 является возможность поставки в выводном корпусе LQFP64, что позволяет создавать мелкосерийные изделия непосредственно на базе набора микросхем. Чипсеты остальных производителей, как правило, поставляются в корпусах BGA, что подразумевает крупносерийное производство или использование готовых модулей.

Азиатские производители GPS-микросхем понемногу завоевывают рынок. В качестве примера в таблице 1 приведены параметры чипсета MT3318 тайваньской Mediatek Inc. (MTK). Этот чип находит применение в изделиях не только азиатских, но и западных производителей, например Garmin применяет его в некоторых моделях навигаторов. Судя по заявленным характеристикам, MT3318 находится на одном уровне с лучшими разработками западных производителей, но значительным недостатком именно для российского рынка является заметно меньший температурный диапазон. Как показывает практика, GPS-приемники с чипами от MTK показывают нестабильную работу при отрицательных температурах.

Современные GPS-модули для встраиваемых приложений

Вместе с тем, использование микросхем того или иного производителя в изделии — не гарантия хорошей работы. Характеристики чипсета можно как улучшить (например применением малошумящего усилителя или полосового фильтра), так и ухудшить (например неудачным дизайном печатной платы или неправильной разводкой цепей питания). Даже такие именитые производители, как Nokia, неудачным дизайном могут значительно ухудшить чувствительность GPS-приемника. Ставший уже классическим пример — смартфон Nokia N95, чувствительностью GPS-приемника которого потребители были явно разочарованы. Несколько поправить ситуацию удалось только благодаря использованию A-GPS, для чего производителем было выпущено специальное программное обеспечение для смартфона.

Поэтому, если не планируется крупносерийное производство изделий, содержащих функции определения местоположения с использованием GPS, имеет смысл использовать готовые модули. Это значительно сократит время разработки изделия в целом, а также несколько снизит требования к квалификации разработчиков и конструкторов.

Однако и здесь необходимо отнестись к выбору модулей весьма осторожно. Например, при использовании модулей u-Blox нужно со швейцарской точностью соблюдать все рекомендации изготовителя, в противном случае потребитель будет сильно разочарован чувствительностью готового изделия. При использовании модулей на базе SiRF, изготовленных ведущими производителями, ограничений по дизайну меньше и они менее строгие. Например, немецкий про-

изводитель персональных трекеров Telic использовал в своем изделии Hurer Pro модуль на базе чипа SiRF предыдущего поколения. Для улучшения характеристик было принято решение заменить его на модуль от u-Blox, имеющий лучшую чувствительность и меньшее энергопотребление. Результат оказался прямо противоположным ожидаемому: чувствительность изделия в целом ухудшилась, модуль GPS постоянно находился в режиме обнаружения сигнала, и энергопотребление даже увеличилось. В итоге это явилось одной из причин снятия Hurer Pro с производства.

В таблице 2 приведены основные параметры доступных на российском рынке модулей, построенных на базе перспективных GPS-чипов.

Leadtek Research Inc. — крупнейшая азиатская компания, производящая GPS-оборудование. Вместе с тем, Leadtek является крупнейшим азиатским партнером SiRF и традиционным производителем модулей на базе чипов этой компании. Продуктовая линейка Leadtek включает в себя GPS-модули для различных применений — от персональных навигаторов до систем промышленной телеметрии. В таблице 2 представлен ряд модулей Leadtek, доступных на российском рынке. LR9101LP и LR9102 — одни из самых малогабаритных в мире модулей GPS. Приемник LR9101LP предназначен для применения в устройствах персональной навигации и малогабаритных приборах. Наличие малошумящего усилителя (МШУ) в составе LR9101LP позволяет ему работать с пассивной антенной, что снижает энергопотребление изделия в целом. LR9102 не имеет в своем составе МШУ и поэтому оптимальным будет использование его в устройствах с малогабаритной активной антенной, например в области автомобильной навигации и скрытого слежения.

Т а б л и ц а 2. Основные параметры модулей, построенных на базе перспективных GPS-чипов

Характеристики		Модули									
Производитель модуля		Leadtek			Tyco	u-Blox			eRide	Trimble	San Jose Navigation
Тип модуля		LR9101LP/LR9102	LR9548S	LR9552	A1080-A	NEO-4S	LEA-4H	LEA-5S	eMD3500F	Copernicus	FV-M5
Тип чипсета		SiRF Star III	SiRF Star III	SiRF Star III	SiRF Star III	Antaris 4	Antaris 4	u-Blox 5	Opus III	u-Nav Micro-electronics	MTK
Чувствительность, дБм	Автономный поиск	-155	-155	-142	-142	-142	-142	-145	-161	-142	Нет данных
	Слежение	-159	-159	-158	-158	-158	-158	-160	-161	-150	-159
Время определения местоположения TTF, с	Холодный старт	42	42	42	41	41	41	29	35	39	41
	Теплый старт	35	35	38	33	33	33	1	34	35	35
	Горячий старт	1	1	1	3,5	3,5	3,5	1	1	3	1
Напряжение питания, В		3,2-5,0	3,2-5,0	3,2-5,0	3,0-3,6	2,7-3,3	2,7-3,3	2,7-3,6	3,5-5,0	2,7-3,3	3,3-5,0
Потребляемая мощность, мВт		162/132	162	182	182	114	114	120	200	94	182
Интерфейсы		UART	2 UART	UART	UART	UART USB	UART USB	UART USB SPI I2C	UART	UART	UART
Рекомендуемая антенна		Пассивная/Активная	Активная	Встроенная	Активная	Активная или пассивная	Активная или пассивная	Активная или пассивная	Активная или пассивная	Активная или пассивная	Пассивная
Размеры, мм		14×15×3	24×20×3	25×24×7	16×19×3	12×16×3	17×22×3	17×22×3	25×25×3	19×19×3	28×20×3
Рабочий температурный диапазон, °С		-40...+85	-40...+85	-30...+60	-30...+85	-40...+85	-40...+85	-40...+85	-30...+85	-40...+85	-30...+80

Для портативных устройств с функциями GPS-навигации имеет смысл использовать цилиндрические антенны Sarantel Geohelix. Эти антенны выгодно отличает от прямоугольных керамических антенн практически сферическая диаграмма направленности, что позволяет располагать прибор там, где это удобно пользователю, а не там, где будет лучше работать антенна. Компания Sarantel выпускает несколько видов цилиндрических антенн, как пассивных, так и активных с модификациями для наружного и внутреннего применения.

Модуль LR9548S предназначен для работы с активной антенной и имеет несколько больших, по сравнению с LR9102, габариты. Приемник находит применение в М2М-системах, где исключительно малые габариты не требуются. Это, как правило, диспетчерские системы на транспорте, промышленные системы телеметрии или системы синхронизации времени. LR9552 — это модуль со встроенной керамической антенной, размерами которой и определяются его габариты. На его базе легко создается смарт-антенна, которая дает возможность отделить высокочастотные сигналы GPS от других цепей в сложных системах. Сферами применения смарт-антенн являются как точные измерительные приборы, на работу которых влияют излучения диапазона GPS L1 (1575,42 МГц), так и наоборот, силовые цепи, которые создают сильные помехи приему сигналов GPS. Другим вариантом применения модуля LR9552 могут быть портативные приборы без жестких требований к габаритам, но с сокращенными сроками разработки. Использование LR9552 в этих случаях позволяет значительно уменьшить время, необходимое для создания прибора.

Компания Тусо — известный производитель разъемов, коммутационного оборудования и пассивных элементов. Помимо этого, компания производит GPS-модули. Большинство модулей Тусо построено на базе чипсетов STM предыдущего поколения и не представляет интереса из-за низкой чувствительности. По последним данным, компания вскоре собирается отказаться от использования модулей с чипами STM. Однако одна из последних разработок компании — модуль A1080-A — построена на базе SiRF Star III и имеет весьма привлекательные характеристики как по чувствительности, так и по габаритам. Модуль позиционируется как универсальный для работы с активной антенной. Однако по энергопотреблению он уступает не только LR9102, но и LR9548S от Leadtek, поэтому применение его в устройствах с автономным питанием нерационально. Недостатком модуля также является отсутствие внешнего экрана, что может негативно сказаться на помехоустойчивости устройства и привести как к снижению чувствительности, так и к неустойчивой работе процессорной части при наличии значительных электромагнитных излучений, например от расположенной рядом антенны GSM в портативных приборах. На момент написания статьи Тусо анонсировал еще несколько модулей на базе SiRF III.

Среди продукции u-Blox основными в продуктовой линейке являются модули LEA-4.

Индекс Н означает повышенную чувствительность модуля, а индекс S — отсутствие flash-памяти и, соответственно, возможности перепрограммирования. Впрочем, опыт показывает, что изменение внутренней программы GPS-модулей практически никогда не требуется, особенно при серийном производстве. Кроме того, производятся модули с индексами А (упрощенная модификация с менее высокой стоимостью), Т (специализированный модуль для синхронизации времени) и Р (модуль с пониженным энергопотреблением). Однако характеристики этих модулей заметно хуже LEA-4Н и в таблице не приводятся. Модуль NEO-4S — новая разработка компании, которая отличается от LEA-4S значительно уменьшенными габаритами. Сейчас u-Blox выпускает модули трех типов размеров. Это устаревший уже типоразмер TIM, выпускаемый для совместимости с предыдущим поколением GPS-модулей компании, основной на текущий момент LEA и новый типоразмер NEO, появившийся лишь в текущем году. Все вновь разрабатываемые модули pin-to-pin совместимы с модулями предыдущего поколения. Типоразмер NEO — 12×16 мм — компания также обещает поддерживать в будущих разработках. Модули LEA-5, построенные на базе нового чипсета u-Blox 5, только начинают внедряться компанией в серийное производство. Особенностью нового набора u-Blox 5, по заявлениям производителя, является возможность работы с европейской системой спутниковой навигации Galileo, чем и объясняется более высокая цена модулей LEA-5. Однако в реальности дело обстоит значительно хуже. Поддержка Galileo реализована только на уровне радиотракта, а внутренняя программа u-Blox 5 сегодня не может работать с европейскими навигационными спутниками. С другой стороны, и сама система Galileo, как было сказано выше, практически не работоспособна.

Trimble — одна из старейших компаний-производителей GPS-оборудования. Она выпускает широчайший спектр оборудования, включая продукцию военного назначения, морского и воздушного транспорта, геодезическое оборудование, системы точного времени на базе GPS. Компания пытается выйти и на рынок потребительских устройств, для чего ею разработан модуль Sorernicus на базе чипсета компании u-Nav Microelectronics. Существенным плюсом модуля является довольно низкое энергопотребление — 94 мВт. Однако очень низкая, по нынешним меркам, чувствительность модуля не позволяет использовать его в персональных приборах. В стационарном же применении энергопотребление не играет столь существенной роли. По этим двум причинам Sorernicus не находит пока массового применения. Модуль eMD3500F компании eRide, построенный на чипсете Opus III, имеет хорошую чувствительность, но его чрезмерное энергопотребление не позволяет использовать это устройство не только в портативных приборах, но и в охранных системах автомобильно-

го применения. Возможная область использования модуля — диспетчерские транспортные системы, а также стационарные приборы.

В качестве модуля с чипсетом MTK в таблице 2 приведен FV-M5 от San Jose Navigation. Характеристики, представленные производителем, достаточно привлекательны, но сочетание изготовителя модуля «второго эшелона» и менее известного чипсета таит опасности для разработчиков, описанные ранее.

Отечественный рынок GPS-модулей

Основными потребителями GPS-модулей являются производители специализированного оборудования, выпускаемого сравнительно небольшими сериями — до десятков тысяч в год. Изделия, которые выпускаются более крупными сериями, как правило, создаются непосредственно на базе GPS-чипсетов, что позволяет несколько снизить себестоимость. Среди специализированных устройств выделяются традиционные, выпускающиеся уже длительное время, и перспективные, находящиеся на стадии разработки или те, чье производство началось недавно. К традиционным изделиям относятся в основном охранные автомобильные комплексы и диспетчерские транспортные системы. Крупнейшими отечественными производителями охранных систем на базе GPS-навигации являются «МегаПейдж», «Си-Норд», «Альтоника». Особенностью использования GPS-приемников в этих системах является пониженное энергопотребление в спящем режиме и минимальное время холодного старта. Обычно используется активная или смарт-антенна. Габариты не имеют принципиального значения, и поэтому большинство производителей применяет модули с чипсетом SiRF (LR9548S, LR9552 или аналогичные) или модули LEA-4Н/4S. Диспетчерские транспортные системы разрабатывают как те же компании, что и охранные, так и некоторые другие, например «Талисман» или «Гейзер». В отличие от охранных, на первый план здесь выходят чувствительность GPS-приемника и потребляемая мощность в активном режиме. Зачастую и в диспетчерских, и в охранных системах применяют аналогичный комплект бортового оборудования, и поэтому используются те же GPS-модули, тем более что они удовлетворяют и тем, и другим требованиям.

К перспективным изделиям относятся приборы персонального мониторинга, включая мониторинг домашних животных, приборы для скрытного наблюдения, а также закладки для обнаружения потерянных или похищенных объектов. Приборы персонального мониторинга (трекеры) отечественного производства пока что отсутствуют на нашем рынке, хотя их разработка идет полным ходом. Некоторые российские компании предлагают трекеры зарубежных производителей, которые интегрируются в отечественные системы мониторинга. К таким изделиям относятся TR-102 производства GlobalSat, PT-300 от компании Gemtek, а также S-911 от Lairac. В сегменте приборов для скрытного наблюдения компа-

ния «Си-Норд» одной из первых выпустила мобильный блок МБ-05. Это полностью автономное изделие в герметичном корпусе, предназначенное для скрытной установки на транспортные средства. Альтернативой такому решению является герметичный корпус к трекерам, предлагаемый, например, вышеупомянутой Lairas. Помимо обеспечения устойчивости к внешним воздействиям, корпус содержит также дополнительный аккумулятор для обеспечения длительной автономной работы. Что касается приборов-закладок, по понятным причинам производители не афишируют процесс разработки подобных устройств. Из отечественных компаний пока что только «Цезарь Сателлит» предлагает изделие Cesar Tracker, предназначенное для поиска похищенных автомобилей. Однако этот прибор не содержит GPS-приемника, а определение местоположения происходит с использованием радиопеленгации. Из изделий иностранного производства этого класса с наличием GPS-модуля можно выделить Picotrack компании CeTEC. Этот прибор может использоваться либо как закладка, либо как изделие для скрытного наблюдения. В последнем случае Picotrack устанавливается в защищенный корпус с усиленным аккумулятором. Несмотря на внешние различия и совершенно разные области применения перспективных изделий, требования к GPS-приемнику аналогичные и весьма жесткие: минимальное энергопотребление в активном и спящем режимах, повышенная чувствительность, малое время определения координат, компактные габариты и устойчивость к внешним воздействиям. Кроме того, модули должны работать на пассивную антенну (для снижения энергопотребления). Достаточно хорошо удовлетворяют всем этим требованиям, как видно из таблицы 2, только LR9101LP от Leadtek и NEO-4S от u-Blox.

Для улучшения точности определения координат созданы системы внесения дифференциальных поправок (SBAS), передаваемые через специальные спутники, находящиеся на геостационарных орбитах. В настоящее время имеются следующие системы: американская WAAS, европейская EGNOS и японская MSAS. Планируется также создание аналогичной системы в Индии. Пользование системами бесплатное, и возможно улучшение точности определения местоположения в полтора-два раза. SBAS поддерживают все модули, показанные в таблице 2. Однако успешный результат при использовании этих систем достигается только на территории тех стран, которые создали и поддерживают их работу. Это США, Европейский союз и Япония. За пределами указанных территорий погрешность может не только уменьшиться, но и увеличиться. Кроме того, европейская EGNOS работает пока в пилотном режиме, и бывают длительные (по несколько часов) интервалы времени, когда использование EGNOS вместо ожидаемой коррекции вносит значительную дополнительную ошибку.

Для сокращения времени первого определения координат при холодном старте (TTFF) можно использовать систему A-GPS. Суть

ее работы заключается в следующем. Для определения координат GPS-приемник должен иметь точные параметры орбит всех спутников (эфемериды), с которыми он работает. Он получает эти данные со спутников. Поскольку скорость передачи данных в канале «спутник — GPS-приемник» очень мала и составляет всего лишь десятки килобит в секунду, для передачи эфемерид требуется не менее 30 секунд. Это значение в основном и определяет время холодного старта. Но если есть возможность получить эфемериды по наземному каналу (проводному или беспроводному) и ввести их в GPS-приемник, время холодного старта снизится многократно. A-GPS поддерживают все модули, приведенные в таблице 2.

Еще одним способом улучшения потребительских характеристик GPS-приемников является использование инерциальных датчиков (гироскопа и трехосного акселерометра) и вычисление координат по их данным в отсутствие сигналов спутников. Эта технология реализована в решении SiRFDiRect. Это решение исключительно удобно для перспективных приборов, поскольку не требует подключения к внешним датчикам, а интегральный акселерометр и так уже устанавливается в эти изделия для определения факта движения объекта.

Модули ГЛОНАСС/GPS: проблемы и перспективы

Большинство крупных российских компаний, имеющих собственные системы мониторинга подвижных объектов, активно сотрудничают с ведомственными структурами (МВД, МЧС, министерство транспорта, РЖД). Вместе с тем, постановлением правительства РФ от 9 июня 2005 года № 365 предписано применять аппаратуру ГЛОНАСС на всех морских и речных судах, а также на железнодорожном и автомобильном транспорте, если он используется для перевозки пассажиров, специальных и опасных грузов. Разработкой ГЛОНАСС/GPS-приемников занимаются Ижевский радиозавод, РИРВ, РНИИ КП, КБ «НАВИС», НИИМА «Прогресс». Почти все изделия отечественных предприятий отстают от уровня GPS-приемников иностранных производителей приблизительно на 10 лет. Это касается габаритов, энергопотребления и чувствительности приборов. Иностранные производители тоже некоторое время назад заинтересовались разработкой двухстандартных приемников. В частности, канадской Lairas был выпущен ГЛОНАСС/GPS-модуль TF-50. Но в прошлом году он был снят с производства из-за отсутствия спроса, поскольку не выдерживал конкуренции с одностандартными GPS-модулями лидеров рынка как по параметрам, так и по цене.

Тем не менее, одной из перспективных разработок является отечественный модуль МНП-М3 производства Ижевского радиозавода. По характеристикам модуль не только не уступает немногочисленным ГЛОНАСС/GPS-модулям как отечественных, так и иностранных производителей, но и приближается к современным одностандартным GPS-моду-

лям среднего класса. Единственный параметр, по которому МНП-М3 значительно проигрывает — это очень высокое энергопотребление — 900 мВт. Поэтому применение модуля МНП-М3 возможно только в устройствах мониторинга с хорошим запасом по энергетике, и то лишь в тех областях, где законодательно требуется использование отечественной системы ГЛОНАСС.

Заключение

На отечественном рынке сейчас присутствует довольно большое количество GPS-модулей, предназначенных для использования в портативном оборудовании. Российские поставщики электронных компонентов предлагают продукцию Leadtek, Tусо, u-Blox, Trimble и МТК. Вместе с тем, при выборе модуля для конкретного применения следует учитывать не только его технические параметры, но и гарантии стабильных поставок, неизменность характеристик от партии к партии и от экземпляра к экземпляру, а также наличие подробной документации. На текущий момент востребованными являются модули с низким потреблением (до 160 мВт), малыми габаритами (площадь до 200 мм²) и высокой чувствительностью (не хуже -158 дБм). Удовлетворяют всем вышеперечисленным требованиям фактически только модули на базе SiRF Star III и модули u-Blox, которые в основном и конкурируют на отечественном рынке. Продукция u-Blox отличается более низким энергопотреблением, по сравнению с модулями на базе SiRF. Как ни странно, потребление модулей на базе u-Blox 5 несколько выше, чем модулей предыдущего поколения, правда, производитель в будущем обещает его уменьшить путем снижения напряжения питания. Разработчики Tусо также в одном из новых модулей понизили напряжение питания до 1,6 В. Leadtek постоянно совершенствует свою продукцию, и энергопотребление LR9101LP снижено по сравнению с LR9101 более чем на 60 мВт. Чувствительность GPS-приемников, по заявлениям разработчиков чипсетов, приближается к теоретическому пределу, поэтому актуальной становится технология A-GPS, которая уже применяется и u-Blox, и SiRF, а также использование инерциальных датчиков. По-видимому, следует ожидать в ближайшем будущем внедрения технологии SiRFDiRect, что позволит контролировать местоположение объектов в условиях городской застройки практически постоянно. Альтернативная технология Dead Reckoning от u-Blox предназначена в основном для автомобильных применений. Другой потенциальный способ улучшения характеристик — применение двухстандартных модулей. Поддержка Galileo, сделанная в u-Blox 5, пока что не работает из-за проблем самой европейской спутниковой системы. Отечественные модули ГЛОНАСС/GPS, среди которых можно выделить МНП-М3, пока что сильно отстают от современных GPS-модулей, прежде всего по экономичности энергопотребления, и могут применяться лишь в ведомственных приложениях. □