

## ОГЛЯДИ

УДК.621.396

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК GPS МОДУЛІВ  
ПРОВІДНИХ СВІТОВИХ ВИРОБНИКІВ

Мрачковський О.Д, Голуб М.А.

*В роботі проведений аналіз технічних характеристик GPS модулів провідних світових виробників. Вказані шляхи їх раціонального використання в системах*

До основних систем визначення сучасних супутникових координат належить метод триангуляції, при якому навігаційний приймач визначає відстань до навігаційних супутників за часом розповсюдження радіосигналів. Для розрахунку географічних координат (широти і довготи) необхідна наявність сигналів від трьох супутників. Якщо отримують сигнали від чотирьох супутників і більше, приймач крім координат може розрахувати і висоту над землею поверхнею.

**Сучасні системи супутникової навігації**

На сьогоднішній день у різних стадіях розробки або експлуатації знаходяться три глобальні системи супутникової навігації. Це американська *Navstar*, яку зазвичай називають *GPS (Global Positioning System)* – глобальна система позиціонування), російська ГЛОНАСС і європейська *Galileo*. Регіональні системи, розраховані на покриття деяких територій, розробляють Китай, Індія і Японія. Американська *GPS* – це єдина на сьогоднішній день з повним супутниковим групуванням.

Для глобального і неперервного покриття всієї земної поверхні потрібно 24 космічних апарати, які б знаходились на кругових орбітах в трьох орбітальних площинах. Система *GPS* має 28 супутників, 4 з яких знаходяться в резерві на випадок виходу зі строю основних апаратів.

Орбітальне групування російської системи ГЛОНАСС з-за відсутності асигнувань у 90-ті роки минулого сторіччя значно скоротилась, і на даний час в системі працює тільки 11 супутників. Ще 6 апаратів виведено з експлуатації через несправність або такі, що витратили свій ресурс. Разом з тим, за рахунок реалізації програми запуску нових космічних апаратів очікується, що до кінця року на орбіті будуть працювати 18 супутників, що повинно забезпечити практично 100% відсоткове безперервне покриття території Росії. Повне розгортання системи планується до 2010 року.

Європейська система *Galileo* поки що складається з одного апарата і термін розгортання системи постійно відкладається. Розраховувати найближчим часом на використання *Galileo* не доцільно. Таким чином, більшість *GPS* – приймачів сьогодні працюють тільки з американською системою *Navstar* і очікувати на кардинальні зміни найближчим часом не варто.

Супутникова навігація з розряду екзотики впевнено перетворюється в масову технологію. *GPS* - модулями оснащена все більша кількість смарт-

фонів, кишенькових комп'ютерів, мобільних телефонів. Все більше використовуються автомобільні навігатори, охоронні та диспетчерські автомобільні системи. Активно розгортається ринок персонального моніторингу, прихованого стеження за рухомими об'єктами, пошуку загублених або вкрадених вантажів.

Не дивлячись на велику різноманітність навігаційного устаткування, виробників наборів мікросхем для портативного обладнання, котрі обробляють сигнали *GPS* (так званих *GPS* - чіпсетів), можна перерахувати на пальцях, а провідних виробників – навіть на пальцях однієї руки. В цій роботі ми розглядаємо характеристики основних *GPS* - чіпів і модулів на їх основі, що використовуються в приладах для масового ринку. Набори мікросхем для спеціалізованих пристроїв (геодезичного, морського, авіаційного чи воєнного застосування) не розглядатимуться.

### **GPS чіпи провідних виробників**

Основними виробниками *GPS* – чіпсетів для портативних пристроїв є *SiRF Technology Inc* і *u-Blox AG*. На базі продукції цих виробників працюють більш 90% портативних виробів із функціями *GPS* – навігації. Крім того, мікросхеми для роботи з *GPS* виготовляють такі гіганти як *STMicroelectronics (STM)* і *Texas Instruments*, а також менш відомі – *Mediatek Inc (MTK)*, *eRide*, *Nemerix* і *u-Nav Microelectronics*.

Основні характеристики новітніх розробок провідних виробників *GPS* – чіпів подані в табл.1. Чіпсети попереднього покоління, які ще використовуються, за своїми характеристиками помітно програють.

*Американська компанія SiRF Technology визнаний лідер у виробництві GPS – чіпсетів для портативних пристроїв та автомобільної навігації. Близько 70% всіх пристроїв з функцією GPS у світі мають чіпи SiRF. Ще на початку свого розвитку компанія концентрувала свою увагу на розробку і виробництво мікросхем, а також внутрішніх програм («прошивок») для них. Модулі на базі чіпсетів SiRF виробляються багатьма підприємствами по всьому світі, а знак «SiRF-powered» є для споживача знаком якості. Компанія SiRF виробляє декілька варіантів чіпів архітектури SiRF Star III. GSC3fLLP – піонер лінійки, і більшість модулів, що мають в своєму складі SiRF Star III, збудовані на його базі. Однак розробки компанії постійно удосконалюються, і з'являється GSW3LTf – чіп з малим споживанням і значно кращою чутливістю. Недолік GSW3LTf – декілька напруг живлення, що відсутнє в GSW3LTif, котрий зараз є найбільш вдалим і перспективним виробом SiRF. Однією з останніх розробок SiRF є технологія SiRFDirect, яка дозволяє визначити місцезнаходження при тимчасовій втраті сигналів від супутників. Для цього використовуються допоміжні датчики – гіроскоп і трьохкоординатний акселерометр в інтегральному виконанні. Спеціальне програмне забезпечення SiRFDirect дозволяє з достатньо високою точністю вирахувати координати при короткочасному зниканні сигналів GPS.*

При зникненні сигналів на період до 10 с внесена похибка не перевищує 10 м. Технологію *SiRFDiRect* вже використовують виробники кінцевого споживчого обладнання.

Швейцарська *u-Blox* – другий крупний виробник на ринку *GPS* – чіпсетів і модулів. До недавнього часу *u-Blox* постачала свої вироботи в основному виробникам кінцевого обладнання, наприклад, чіпи *u-Blox* використовуються в автомобільному виробництві і мережному оснащенні в мобільному зв'язку. На сьогоднішній день рівень виробництва мікросхем *u-Blox* складає близько 250000 штук на рік і має тенденцію до зростання.

Поточна виробнича лінійка компанії включає чіпсет *Antaris 4*, виробництва *Atmel*, з внутрішнім програмним забезпеченням виробництва *u-Blox*. Модулі на базі *Antaris 4 (ATR 0635)* виготовляє як *u-Blox*, так і інші виробники. За основними параметрами *ATR 0635* не гірші від *SiRF - GSC3f/LP*. Але при застосуванні в умовах погіршеної обсервації або слабких рівнів сигналу «щільність» вимірювання погана. Перші дані, отримані з використанням *ATR 0635* при холодному старті, можуть відрізнятись від реального місцезнаходження на 2-3 км.

За міркуваннями розробників нового чіпсета, проблема «відхилень» при «холодному» старті в ньому повністю вирішена. *u-Blox* також пропонує рішення для визначення координат при зникненні сигналів *GPS-Dead Reckoning*. На відміну від *SiRFDiRect*, рішення від *u-Blox* призначено тільки для автомобільного застосування і потребує обов'язкового підключення до спідометра автомобіля, що в ряді випадків просто неможливо.

*eRide* – порівняно молода компанія, яка спеціалізується тільки на розробці *GPS* мікросхем і модулів. Чіпсет цієї компанії *Opus III (eOP3100Q)* має велику надчутливість – 161 дБм, а за спожитою потужністю цей набір мікросхем значно відстає від лідерів ринку. Наприклад, *Wavecom* використовує рішення від *eRide* в *Fastrack Supreme* для моніторингу рухомих об'єктів. Для портативних пристроїв з автономним живленням застосування виробів *eRide* не раціонально.

*STMicroelectronics* – світовий гігант у виробництві і напівпровідникових мікросхем – також працює над створенням малогабаритних *GPS* – чіпсетів. На американському ринку *STM* має продаж 20% *GPS* – мікросхем. На європейському ринку продаж *GPS* – мікросхем незначна і не перевищує одиниць процентів. *STM* застосовує специфічну методику оцінки параметрів свого продукту. Так, чутливість вказано при теплому старті з використанням зовнішнього малошумлячого підсилювача, а час визначення координат при видимості 50% і рівнях сигналів не гірше – 130 дБм. Однак, незважаючи на такі хитрощі, реальні характеристики значно поступають конкурентам.

Цікавою особливістю процесорного чіпа *STA2058* є можливість постачання у вивідному корпусі *LQFP64*, що дозволяє створити малосерійні ви-

роби безпосередньо на базі набору мікросхем. Чіпсети інших виробників, як правило, постачаються в корпусах *BGA*, що дає можливість крупносерійного виробництва.

Азійські виробники *GPS* – мікросхем теж займають своє місце на ринку.

Як приклад, в табл.1 наведені параметри чіпсета *MT3318* тайванської *Mediatek Inc (MTK)*. Цей чіп має застосування і в західних виробників, наприклад фірма «*Garmin*» використовує його в деяких моделях навігаторів. За даними характеристиками *MT3318* стоїть на одному рівні з найкращими розробками західних виробників. Відомо з практики, що *GPS* – приймачі з чіпами від *MTK* показують нестабільну роботу при низьких температурах.

Таблиця 1

Характеристики		Чіпсети			
Виробник		<i>SiRF</i>			<i>u-Blox</i>
Тип		<i>GSC3/LP</i>	<i>GSW3LTF</i>	<i>GSW3LTif</i>	<i>ATR0635</i>
Кільк. каналів прийому		20	20	20	16
Чутлив., дБм	Автоном. пошук	-142	-142	-142	-142
	Пошук з <i>AGPS</i>	-155	-155	-155	Дані відсутні
	Стеження	-159	-159	-159	-158
Місцезнах. <i>TTF</i> , с	Холодний старт	35	35	35	34
	Теплий старт	35	35	35	33
	Гарячий старт	1	1	1	3,5
	Холодний старт з <i>A-GPS</i>	1,5	0,6	0,6	5
Точн. м	Автономно	2,5	2,5	2,5	2,5
	З диференціал. поправками	2,0	2,0	2,0	2,0
Підтримує протоколи		<i>NMEA SiRF binary AL3/F</i>	<i>NMEA SiRF binary AL3/F</i>	<i>NMEA SiRF binary AL3/F</i>	<i>NMEA UBX binary RTCM</i>
Частота оновлення даних, Гц		1	1	1	4
Напруга живлення, В		3,0	1,2 1,8 2,85	3,0	2,7-3,3 2,3-3,6 1,65-3,6
Потужність споживання, мВт	постійне стеження	62	50	50	62
	режим енергозбереження	40	25	25	Дані відсутні
Струм споживання в режимі спокою, мА		Невідомо	5	5	5
Корпус, розміри, мм		<i>TFBGA</i> , 7×10	<i>TFBGA</i> , 7×7	<i>TFBGA</i> , 6×6	<i>BGA</i> , 7×10
Робочий діапазон температур, С <sup>0</sup>		-40...+85	-40...+85	-40...+85	-40...+85

Таблиця 1 (продовження)

Характеристики		Чіпсети			
Виробник		<i>u-Blox</i>	<i>eRide</i>	<i>STM</i>	<i>MTK</i>
Тип		<i>UBX-G5010</i>	<i>Eop3100</i>	<i>STA2058</i>	<i>MT3318</i>
Кільк. каналів прийому		50	32	12	32
Чутливість дБм	Автономний пошук	-145	-161	-146	-146
	Пошук з <i>AGPS</i>	-160	Дані відсутні	Не підтримує	Дані відсутні
	Стеження	-160	-161	-159	-159
Місцезнах. TTFF, с	Холодний старт	29	35	39	36
	Теплий старт	1	34	34	33
	Гарячий старт	1	1	2,5	1
	Холодний старт з <i>A-GPS</i>	1	Дані відсутні	Не підтримує	Дані відсутні
Точн. м	Автономно	2,5	2,5	2,0	Дані відсутні
	З диференціал. поправками	2,0	2,0	2,0	
Підтримує протоколи		<i>NMEA SiRF binary</i>	<i>NMEA eSIP</i>	<i>NMEA</i>	<i>NMEA RTCM</i>
Частота оновлення даних, Гц		4	1	Дані відсутні	5
Напруга живлення, В		1,8-4,8	1,2 3,0 3,3	3,3	3,3
Потужність спожив., мВт	постійне стеження	50	130	180	37
	режим енергозбереження	Дані відсутні	75	17	22
Струм споживання в режимі спокою, мкА		25	10	10	Невідомо
Корпус, розміри, мм		<i>QFN</i> 8×8	<i>QFN</i> 7×7	<i>LFBGA/LQFP</i> 10×10	<i>BGA</i> 9×6
Робочий діапазон температур, С <sup>0</sup>		-40...+85	-30...+85	-40...+58	-30...+80

### Сучасні *GPS* – модулі для вбудованих додатків

Разом з тим, використання мікросхем того чи іншого виробника продукту – ще не гарант нормальної роботи. Характеристики чіпсета можливо покращити (наприклад, застосуванням малошумлячого підсилювача або смугового фільтру), чи погіршити (наприклад, невдалим дизайном печатної плати чи неправильною розводкою ланцюгів живлення). Навіть такі відомі виробники, як *Nokia*, невдалим дизайном можуть значно погіршити чутливість *GPS* – приймача. Став вже класичним приклад – смартфон *Nokia 95*, чутливістю *GPS* – приймача якого споживачі були дійсно розчаровані. Трохи покращити ситуацію вдалося завдяки використанню *A-GPS*, для чого виробником було виготовлено спеціальне програмне забезпечен-

ня для смартфона. Тому, якщо не планується крупносерійне виробництво продукту з функціями визначення місцезнаходження з використанням *GPS*, можна використати готові модулі.

До вибору модулів треба підходити дуже обережно. Наприклад, використання модулів *u-Blox* потребує точного дотримання рекомендацій виробника, що в іншому випадку приведе до пониження чутливості продукту. При використанні модулів на базі *SIRF*, виготовлених відомими виробниками, обмеження по дизайну значно менші і вони не такі суворі. Наприклад, німецький виробник персональних трекерів *Telic* використав для свого продукту *Hyper Pro* модуль на базі чіпу попереднього покоління. Для покращення характеристик його було замінено на модуль від *u-Blox*, який має кращу чутливість та мале енергоспоживання. Результат виявився досить непередбаченим: чутливість виробу в цілому погіршилась, модуль *GPS* постійно знаходився в режимі очікування сигналу і енергоспоживання значно збільшилось – одна з причин зняття *Hyper Pro* з виробництва.

В табл. 2 наведені основні параметри доступних на ринку модулів на базі перспективних *GPS* чіпів.

*Leadtek Research Inc.* – велика азійська компанія по виробництву *GPS*-обладнання. Разом з тим, *Leadtek* є великим азійським партнером *SIRF* і традиційно виготовляє модулі на базі чіпів цієї компанії. Ланцюг виробництва *Leadtek* вміщує *GPS* – модулі для різного застосування – від персональних навігаторів до систем промислової телеметрії.

Модулі *Leadtek. LR9101 LP* і *LR9102* найбільш малогабаритні у світі модулів *GPS*. Приймач *LR9101LP* має застосування в пристроях персональної навігації і малогабаритних приладах. Наявність малошумлячого підсилювача (МШП) у складі *LR9101LP* дозволяє працювати з пасивною антеною, що знижує енергоспоживання. *LR9102* не має у своєму складі МШП і тому оптимальне використання його в пристроях з малогабаритною активною антеною, наприклад, в області автомобільної навігації і скритого стеження.

Для портативних пристроїв з функціями *GPS*-навігації доцільно використовувати циліндричні антени *Sarantel Geohelix*, які відрізняються від прямокутних практично напівсферичною діаграмою спрямованості, що дозволяє розташувати прилад там, де буде краще працювати антена. Компанія *Sarantel* виробляє декілька видів циліндричних антен, як пасивних, так і активних з модифікаціями для зовнішнього і внутрішнього застосування.

Модуль *LR9548S*, призначений для роботи з активною антеною, має більші у порівнянні з *LR9102* габарити. Приймач знаходить застосування в *M2M* – системах. Це диспетчерські системи на транспорті, промислові системи телеметрії або системи синхронізації часу.

*LR9552* – модуль з вбудованою керамічною антеною, розмірами якої визначаються габарити. На його базі створюється смарт-антена, котра надає можливість розділити високочастотні сигнали *GPS* від інших ланцюгів в складних системах. Сферами використання смарт-антен стають як точні

прилади виміру, на роботу яких впливає випромінювання діапазону *GPS L1*(1575,42 МГц), так і силові ланцюги, які створюють потужні завади прийому сигналів *GPS*. Другим варіантом застосування модулю *LR9552* можуть бути портативні прилади без жорстких вимог до габаритів, але зі скороченими термінами розробки. Використання *LR9552* в цих випадках дозволяє значно зменшити час, необхідний для створення приладу.

Компанія *Tусо* – відомий виробник роз'ємів, комутаційного обладнання і пасивних елементів виготовляє і *GPS* - модулі. Більшість модулів *Tусо* збудовано на базі чіпсетів *STM* попереднього покоління і не має пошук через низьку чутливість. Однією з останніх розробок компанії – модуль *A1080-A* – збудований на базі *SiRF Star III*. Він має цікаві характеристики як за чутливістю, так і за габаритами. Модуль позиціонується як універсальний для роботи з активною антеною. Але по енергозбереженню він поступається не тільки *LR9102*, а і *LR9548S* від *Leadtek*, тому застосування його в приладах з автономним живленням не раціонально. Недоліком модуля також є відсутність зовнішнього екрана, що може негативно вплинути на заводостійкість пристрою і призвести як до зниження чутливості, так і до нестійкої роботи процесорної частини за наявності значного електромагнітного випромінювання, наприклад від розташованої поряд антени *GSM* в портативних приладах.

Таблиця 2

Характеристики		Модулі				
Виробник модуля		<i>Leadtek</i>			<i>Tусо</i>	<i>u-Blox</i>
Тип модуля		<i>LR9101 LP/LR9102</i>	<i>LR9548S</i>	<i>LR9552</i>	<i>A1080-A</i>	<i>NEO-4S</i>
Тип чіпсега		<i>SIRF Star III</i>	<i>SIRF Star III</i>	<i>SIRF Star III</i>	<i>SIRF Star III</i>	<i>Antaris 4</i>
Чутливість дБм	Автономний пошук	-155	-155	-142	-142	-142
	стеження	-159	-159	-158	-158	-158
Час визначення <i>TTFB</i> , с	Холодний старт	42	42	42	41	41
	Теплий старт	35	35	38	33	33
	Гарячий старт	1	1	1	3,5	3,5
Напруга живлення, В		3,2-5,0	3,2-5,0	3,2-5,0	3,0-3,6	2,7-3,3
Потужність, мВт		162/132	162	182	182	114
Інтерфейси		<i>UART</i>	<i>2UART</i>	<i>UART</i>	<i>UART</i>	<i>UART USB</i>
Антенa		Пасивна/активна	Активна	Вбудована	Активна	Пасивна/активна
Розміри корпусу, мм		14×15×3	24×20×3	25×24×7	16×19×3	12×16×3
Робочий діапазон температур, °С		-40...+85	-40...+85	-30...+60	-30...+85	-40...+85

Таблиця 2 (продовження)

Характеристики		Модулі				
Виробник модуля		<i>u-Blox</i>		<i>eRide</i>	<i>Trimble</i>	<i>San Jose Navigation</i>
Тип модуля		<i>LEA-4H</i>	<i>LEA-5S</i>	<i>Eml 3500f</i>	<i>Copernicus</i>	<i>FV-MS</i>
Тип чіпсета		<i>Antaris 4</i>	<i>u-Blox5</i>	<i>Opus III</i>	<i>u-Nav Micro-electronis</i>	<i>MTK</i>
Чутливість, дБм	Автоном. пошук	-142	-145	-161	-142	Дані відсутні
	Стеження	-158	-160	-161	-150	-159
Час визначення TTFB, с	Холодний старт	41	29	35	39	41
	Теплий старт	33	1	34	35	35
	Гарячий старт	3,5	1	1	3	1
Напруга живлення, В		2,7-3,3	2,7-3,6	3,5-5,0	2,7-3,3	3,3-5,0
Потужність, мВт		114	120	200	94	182
Інтерфейси		<i>UART USB</i>	<i>UART USB SPI I2C</i>	<i>UART</i>	<i>UART</i>	<i>UART</i>
Антенa		Пасивна/ активна	Пасивна/ активна	Пасивна/ активна	Пасивна	Пасивна/ активна
Розміри, мм		17×22×3	17×22×3	25×25×3	19×19×3	28×20×3
Робочий діапазон температур, °С		-40...+85	-40...+85	-30...+85	-40...+85	-30...+80

Серед продукції *u-Blox* основними є модулі *LEA-4*. Індекс *H* означає високу чутливість модуля, а індекс *S* – відсутність *flash* – пам'яті і, відповідно, можливості програмування. Як показує досвід, зміна внутрішньої програми *GPS* – модулів практично ніколи не потрібна, особливо в серійному виробництві. Крім того виробляються модулі з індексом *A* (спрощена модифікація, меншої вартості), *T* (спеціалізований модуль для синхронізації часу) і *P* (модуль із зниженим енергоспоживанням). Однак характеристики цих модулів помітно гірші *LEA4H* і в таблиці не вказані.

Модуль *NEO-4S* – нова розробка компанії, котра відрізняється від *LEA-4S* значно меншими габаритами. Сьогодні *u-Blox* випускає модулі трьох типорозмірів. Це вже застарілий розмір *TIM*, що виробляється для сумісності з минулим поколінням *GPS* – модулів компанії, основний на сьогодні *LEA* і новий типорозмір *NEO*. Всі нові розробки модулів *pin-to-pin* сумісні з модулями минулого покоління. Типорозмір *NEO* – 12\*16мм – компанія також обіцяє підтримувати в наступних розробках.



Модулі *LEA-5*, збудовані на базі нового чіпсета *u-Blox-5* тільки починають надходити в серійне виробництво. Відмінністю нового набору *u-Blox-5*, за заявами виробників, є можливість роботи з європейською системою супутникової навігації *Galileo*, чим і пояснюється більш висока вартість модулів *LEA-5*. Однак в дійсності справи складаються набагато гірше. Підтримка *Galileo* реалізована тільки на рівні радіо тракту, а внутрішня програма *u-Blox-5* на сьогодні не може працювати з європейськими навігаційними супутниками. З іншого боку і сама система *Galileo*, як було вказано, практично не дієздатна до сьогоднішнього часу.

*Trimble* – одна з давніх компаній-виробників *GPS* обладнання. Вона виробляє широкий спектр обладнання: продукцію військового призначення, для морського та повітряного транспорту, геодезійне обладнання, системи точного часу на базі *GPS*. Компанія намагається вийти на ринок споживчих пристроїв і для цього був розроблений модуль *Copernicus* на базі чіпсета компанії *u-Nav Microelectronics*. Відмінністю модуля є низьке енергоспоживання – 94 мВт, але дуже низька чутливість модуля не дозволяє використовувати його в персональних приладах, що робить неможливим його широке застосування.

Модуль *eMD3500F* компанії *eRide*, збудований на чіпсеті *Opus III*, має гарну чутливість, але дуже велике енергоспоживання не дозволяє використовувати цей пристрій не тільки в портативних пристроях, а й в охоронних системах автомобільного застосування. Можлива область використання модуля – диспетчерські транспортні і стаціонарні системи. В якості модуля з чіпсетом *MTK* в табл. 2 приведений *FV-M5* від *San Jose Navigation*.

#### **Російський ринок *GPS*-модулів.**

Основними споживачами *GPS*-модулів є виробники спеціалізованого обладнання, що виходить порівняно невеликими серіями – до десятків тисяч на рік. Продукти, що виробляється більшими серіями, як правило, створені безпосередньо на базі *GPS* – чіпсетів, що дозволяє знизити собівартість. Серед спеціалізованих пристроїв вирізняються: традиційні - виробляються довгий час, перспективні – знаходяться у стадії розробки, або виробництво яких тільки розпочалось. До традиційних продуктів відносяться охоронні автомобільні комплекси та диспетчерські транспортні системи. Значними виробниками охоронних систем на базі *GPS* – навігації є «МегаПейдж», «Си-Норд», «Альтоника». Особливістю використання *GPS* – приймачів в цих системах є занижене енергоспоживання у «сплячому» режимі і мінімальний час «холодного» старту. Зазвичай, використовується активна або смарт-антена. Габарити не мають суттєвого значення і тому більшість виробників використовують модулі з чіпсетом *SiRF (LR9548S, LR9552* чи аналогічні) або модулі *LEA-4H/4S*. Диспетчерські транспортні системи розробляють як ті самі охоронні, так і інші, наприклад «Талисман», «Гейзер». На відміну від охоронних, вони мають достатні чутливість

*GPS* – приймача і споживчу потужність в активному режимі. Часом і диспетчерські, і охоронні системи мають аналогічний комплект бортового обладнання. Тому використовуються ті самі *GPS* – модулі, тим більше, що вони задовольняють всім вимогам.

До перспективних входять прилади персонального моніторингу, моніторинг домашніх тварин, прилади таємного стеження, а також закладки для знаходження загублених або викрадених об'єктів. Прилади персонального моніторингу (трекери) російського виробництва поки що відсутні на ринку, але їх розробка йде повним ходом. Деякі російські компанії пропонують трекери зарубіжних виробників, котрі інтегруються у системи моніторингу. До таких виробів відносяться *TR-102*, *PT-300* від компанії *Gemtek*, а також *S-911* від *Lairac*.

У сегменті приладів для таємного спостереження компанія «Си-Норд» одна з перших випустила мобільний блок МБ-05. Це повністю автономний продукт в герметичному корпусі, призначений для таємного встановлення на транспортному засобі. Альтернативою цього рішення є герметичний корпус до трекерів, запропонований *Lairac*. Крім забезпечення стійкості до зовнішнього впливу, корпус має акумулятор для забезпечення тривалої автономної роботи.

Із російських компаній тільки «Цезарь Сателлит» пропонує продукт *Cesar Tracker*, призначений для пошуку викрадених автомобілів. Але цей прилад не має *GPS* – приймача і визначає місцезнаходження за допомогою радіопеленгації. Зарубіжне виробництво продуктів цього класу із наявністю *GPS* –модуля можна виділити *Picotrack* компанії *CeTEC*. Цей прилад може використовуватись або як закладка, або як прилад для таємного спостереження. В останньому випадку *Picotrack* встановлюється в захищеному корпусі з посиленням акумулятором. Не дивлячись на зовнішні відмінності і на зовсім різні зони застосування перспективних виробів, вимоги до *GPS* – приймача дуже жорсткі: мінімальне енергоспоживання в активному і «сплячому» режимах, висока чутливість, малий час визначення координат, компактні габарити та стійкість до зовнішніх факторів. Крім того модулі повинні працювати на пасивну антену (для низького енергоспоживання). Достатньо добре задовольняють всі ці вимоги, як видно з табл. 2, тільки *LR9101LP* від *Leadtek* і *NEO-4S* від *u-Blox*.

Для покращення точності визначення координат створені системи вчення диференційних поправок (*SBAS*), передані через спеціальні супутники, які знаходяться на геостационарних орбітах. Сьогодні існують наступні системи: американська *WAAS*, європейська *EGNOS* і японська *MSAS*. Планується також створення аналогічної системи в Індії. Користування системами безкоштовне, і можливе покращення точності визначення місцезнаходження у півтора-два рази. *SBAS* підтримують всі модулі (див. табл.2). Слід зауважити, що отримання успішного результату при використанні

цих систем досягається тільки на території тих країн, котрі створили і підтримують їх роботу. А це США, Європейський союз і Японія. За межами вказаних територій похибка може як зменшуватися, так і збільшуватися. Окрім того, європейська *EGNOS* працює в пілотному режимі і бувають тривалі інтервали часу (декілька годин), коли використання *EGNOS* приносить не очікувану корекцію, а значну додаткову помилку.

Для скорочення часу першого визначення координат при «холодному» старті (*TTFB*) можна використовувати систему *A-GPS*. Суть її роботи складається з наступного. Для визначення координат *GPS* – приймач повинен мати точні параметри орбіт всіх супутників (ефемериди), з якими він працює (отримує ці дані з супутників). Оскільки швидкість передавання даних в каналі «супутник - *GPS* – приймач» складає десятки кілобіт за секунду, для передавання ефемерид потрібно не менше 30 с. Це значення і визначає час «холодного» старту. Але, якщо є можливість отримати ефемериди по наземному каналу (провідному чи безпровідному) і ввести їх в *GPS* – приймач, то час «холодного» старту знизиться багаторазово. *A-GPS* підтримують всі модулі, наведені в табл. 2.

Ще одним засобом покращення споживчих характеристик *GPS* – приймачів є використання інерційних датчиків (гіроскопа і трьохкоординатного акселерометра) і обчислення координат за їх даними при відсутності сигналів супутників. Ця технологія реалізована в *SIRFDirect* і зручна для перспективних приладів, тому що не потребує підключення до зовнішніх датчиків, а інтегральний акселерометр, який є в цих пристроях дозволяє визначити факт рухомості об'єкта.

#### Модулі ГЛОНАСС/*GPS*: проблеми і перспективи.

Більшість великих російських кампаній із власними системами моніторингу рухомих об'єктів активно співробітничать із структурами МВС, МНС, міністерством транспорту. Постановою уряду РФ зазначено використовувати апаратуру ГЛОНАСС на всіх морських та річкових судах, а також на залізничному і автомобільному транспорті, якщо він використовується для перевезення пасажирів та небезпечних вантажів. Розробкою сумісних ГЛОНАСС/*GPS* – приймачів займаються Іжевський радіозавод, РІРВ, РНІ КП, КБ «Навіс», НЦМА «Прогрес». Майже всі продукти російських підприємств відстають від рівня *GPS* – приймачів іноземних виробників приблизно на 10 років. Це стосується габаритів, енергоспоживання і чутливості приладів, іноземні виробники теж зацікавилися розробкою сумісних приймачів. Так канадською *Lairac* було зроблено ГЛОНАСС/*GPS*-модуль *TF-50*. Але в минулому році він був знятий з виробництва через відсутність попиту, оскільки не витримав конкуренції з *GPS*-модулями лідерів ринка як за параметрами, так і за ціною.

Перспективним є російський модуль МНП-МЗ виробництва Іжевського радіозаводу. За характеристиками цей модуль не тільки не поступається небагатьом сумісним ГЛОНАСС/*GPS*-модулям як російських, так інозем-

них виробників, а й наближується до сучасних *GPS* модулів середнього класу. Єдиний параметр, за яким МНП-М3 програє – енергоспоживання (900 мВт). Тому цей модуль застосовується переважно в пристроях моніторингу і в областях, де вимагається використання системи ГЛОНАСС).

При виборі модуля для конкретного застосування слід враховувати не тільки технічні показники, а й гарантії стабільних постачань, незмінність характеристик від партії до партії, від екземпляра до екземпляра, наявність детальної документації. Зараз користуються попитом модулі з низьким споживанням (до 160 мВт), малими габаритами (площею до 200 мм<sup>2</sup>) і високою чутливістю (не гірше 158 дБм). Задовольняють всім вимогам фактично тільки модулі на базі *SiRF Star III* і *u-Blox*, які в основному і конкурують на ринку. Продукція *u-Blox* відрізняється більш низьким енергоспоживанням, порівняно з модулями на базі *SiRF*. Цікаво, що попит на модулі на базі *u-Blox-5* значно вище, ніж попереднього покоління. І виробник у майбутньому обіцяє його зменшити шляхом зниження напруги живлення.

Розробники *Tusco* в одному з нових модулів знизили напругу живлення до 1,6В. *Leadtek* постійно вдосконалює свою продукцію, енергоспоживання *LR9101LP*, у порівнянні з *LR9101*, нижче на 60 мВт. Чутливість *GPS* – приймачів, за заявами розробників чіпсетів, наближається до теоретичної межі, тому актуальною стає технологія *A-GPS*, яку вже застосовують *u-Blox*, і *SiRF*, а також використання інерційних датчиків. Запровадження технології *SiRFDirect* дозволить контролювати місцезнаходження об'єктів в умовах міської забудови практично постійно. Альтернативна технологія *Dead Reckoning* від *u-Blox* призначена переважно для автомобільної галузі.

Другий потенційний спосіб покращення характеристик – використання сумісних модулів. Підтримка *Galileo*, зроблена і в *u-Blox 5*, поки що не працює через проблеми самої європейської супутникової системи. Російські сумісні модулі ГЛОНАСС/*GPS*, серед яких МНП-М3, на сьогодні відстають від сучасних *GPS*-модулів за енергоспоживанням, ціною і можуть використовуватись лише в відомчих інтересах.

#### Література

1. Інформаційні ресурси: [gps-prof.ru](http://gps-prof.ru), [tor.GPS-club.ru](http://tor.GPS-club.ru), [unitest.com](http://unitest.com)

<b>Ключові слова:</b> <i>GPS</i> -навігація, навігація, ГЛОНАСС, визначення місцезнаходження	
Мрачковский О.Д., Голуб М.А.	Mratchkovsky O.D., Golub M.A.
<b>Анализ технических характеристик <i>GPS</i>-модулей ведущих мировых производителей</b>	<b>The analysis of characteristics <i>GPS</i> of modules of the conducting world manufacturers</b>
Проведен анализ технических характеристик <i>GPS</i> -модулей ведущих производителей.	The analysis of characteristics of <i>GPS</i> -modules of the conducting manufacturers is carried out.
Указаны пути их рационального применения в устройствах	The ways of their rational application in devices are specified