

Новые модули серии HL от Sierra Wireless

для систем спутникового мониторинга. Часть 2

Виктор Алексеев

Александр Беспалов
alexandr.bespalov@eltech.spb.ru

ГНСС-приемник модулей серии HL Sierra Wireless

Обзор архитектуры SiRF V

В модулях HL6528 и HL8548 используется новый GNSS (ГНСС) чип производства Cambridge Silicon Radio (CSR), разработанный с помощью уникальной архитектуры SiRF V [21]. Эта архитектура использует современный DSP-процессор на базе ARM7 и мощное встроенное программное обеспечение, способные обрабатывать сигналы от следующих систем спутниковой навигации (СН) — американской GPS и российской ГЛОНАСС.

Архитектура чипа SiRF V основана на принципе Software Defined Radio (SDR) и позволяет создавать универсальные устройства, действующие с максимально возможным количеством радиостандартов, в широком диапазоне частот с различными принципами модуляции и кодировки.

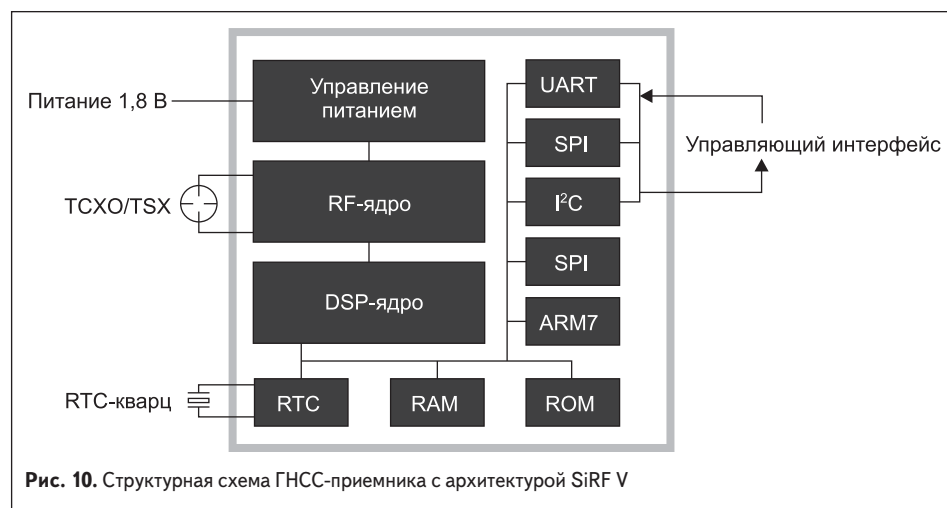
Для приемников ГНСС (GNSS) принцип SDR, в котором можно использовать единый канал предварительной аналоговой обработки данных, является весьма перспективным и имеет неоспоримые преимущества по сравнению с классическими схемами аппаратных ГНСС.

В упрощенном варианте структурная схема ГНСС-приемника с архитектурой SiRF V показана на рис. 10 [22].

Сигнал спутника принимается антенной, затем поступает в блок RF core, содержащий блок предварительной обработки данных и АЦП. Здесь сигнал преобразуется до промежуточной частоты, а потом оцифровывается. Затем происходит разделение сигналов по частоте и фазе, а также выполняются операции сжатия и преобразования массива данных с использованием корреляционных функций.

В процессорном блоке DSP, который управляется с помощью специального программного обеспечения, осуществляются базовые операции, связанные с отслеживанием спутников, их захватом, коррекцией сигналов, и другие аналогичные процедуры. В архитектуре SiRF V максимальное число функций реализовано на программном уровне. Блок DSP обеспечивает все процессы обработки и вычислений. В этом типе приемников программное обеспечение является главным элементом системы и практически полностью обеспечивает обработку данных, полученных со спутников, и вычисление на основе этих данных навигационных результатов.

При первом включении (холодный старт) приемник получает альманахи от ближайших



станций A-GPS. При последующих включениях (теплый и горячий старт) используются альманахи и эфемериды последнего измерения.

С учетом этих сведений рассчитываются вероятностные значения кодов PRN (псевдослучайные шумы) для каждого канала. Базовая математическая модель основана на работе со спутниками GPS. В стандартном варианте предусмотрено не менее двенадцати каналов для спутников GPS. Дополнительные каналы предназначены для работы с другой спутниковой системой — ГЛОНАСС.

Далее для каждого канала рассчитываются вероятностные значения доплеровских кодов задержки, смещения частоты и фазы. Таким образом, на первом этапе вычислений получаем каналы, в которых теоретически должны находиться спутники, а также вероятностные значения сигналов от них. В то же время блок FE выдает на компьютер оцифрованные сигналы, пришедшие от реальных спутников.

На втором этапе работы программы теоретические значения, полученные путем математического моделирования, сравниваются с реальными сигналами от спутников. С помощью корреляционной модели из всего спектра выбирают полезный сигнал, наиболее похожий на тот, который был рассчитан теоретически.

Когда пик корреляции R пересекает заданный порог точности λ , первый этап расчетов заканчивается. Это значит, что этап поиска завершен, найден первый спутник и переведен в режим слежения. В процессе слежения навигационная информация от данного спутника постоянно уточняется.

Если порог точности, заданный в корреляционной модели, не достигнут, то процесс вычисления повторяется. Количество итераций зависит от заданной точности вычислений. Такой подход позволяет в первом приближении оценить координаты спутника и начать принимать его эфемериды и альманахи с информацией о других спутниках. Процесс поиска спутников продолжается до тех пор, пока не будут выполнены все предварительно заданные параметры обработки.

В работе GNSS можно рассмотреть два основных сценария:

- Поиск заданного количества спутников GPS и переход к вычислениям координат приемника.
- Поиск спутников GPS и переход к поиску спутников ГЛОНАСС, до тех пор пока суммарное количество видимых спутников не достигнет заранее заданного значения, и дальнейший переход к вычислениям координат приемника.

На третьем этапе работы GNSS SDR-данные, полученные со всех спутников, формируются в единый массив и вычисляются коды фаз и псевдодальности. Если не достигнута требуемая точность, проводятся дополнительные вычисления с оценкой отношения мощности радиочастотного сигнала к шуму и проверкой спектрального соотношения C/N_0 . Более подробно принцип работы GNSS SDR рассмотрен в [24].

Таблица 5. Технические характеристики ГНСС-приемника модулей серии HL

Наименование	Описание	
Частота GPS	L1 band (CDMA 1575,42 МГц)	
Частота ГЛОНАСС	L1 Band (FDMA 1602 МГц)	
Спутниковые системы дифференциальной коррекции SBAS	WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, QZSS	
Количество каналов	52	
Антенна	Пассивная, активная, антенный усилитель	
Вспомогательный сервер A-GPS	Полная поддержка A-GPS, расширенный набор эфемерид	
Чувствительность по обнаружению, GPS, дБм	-161	
Чувствительность по сопровождению, GPS, дБм	-165	
Чувствительность по обнаружению, ГЛОНАСС, дБм	-158	
Чувствительность по слежению, ГЛОНАСС, дБм	-165	
Среднее время до первого местоопределения для доверительной вероятности 50 и 95%, с	холодный старт	27/38
	теплый старт	26/35
	горячий старт	1/1
Горизонтальная погрешность определения координат для доверительной вероятности 50 и 95%, м	холодный старт	2/10
	теплый старт	1/5
	горячий старт	1/2

Технические характеристики навигационного блока в серии HL

Блок ГНСС-модулей серии HL поддерживает все стандартные функции GPS и GLONASS. В серии HL используется 52-канальный GNSS-приемник SiRF V, работающий с двумя СНС:

- GPS L1 ((1575,42 ± 20) МГц);
- GLONASS L1 FDMA (1597,5–1605,8 МГц).

Технические характеристики ГНСС-приемника модулей серии HL показаны в таблице 5 [15].

В модулях серии HL поддерживается режим A-GPS (Assisted GPS), при работе в котором на вспомогательный сервер поступает информация со всех GPS-приемников, функционирующих в данной сети. Этот сервер может быть оснащен собственным мощным GPS-приемником и выступать в качестве ретранслятора сигнала от спутников. Вот почему для устройств, действующих в режиме A-GPS, значительно сокращается время вычисления координат при холодном старте. Кроме того, устройства с поддержкой A-GPS могут работать в местах, где в прямой видимости нет спутников или сигнал достаточно слабый, в том числе внутри зданий.

Модули серии HL могут работать в режиме дифференциальной коррекции (SBAS — Satellite Based Augmentation System). В этом режиме ГНСС-приемник получает вспомогательные сигналы от наземных станций, чье местоположение известно с очень высокой точностью. За счет этого можно заметно увеличить точность определения координат.

На открытой местности, в условиях ясного неба при работе с SBAS и A-GPS, ГНСС-приемник модулей серии HL обеспечивает точность определения координат в горизонтальном плане меньше 1 м, с доверительной вероятностью 95%.

В условиях городской застройки точность будет хуже. Использование двух спутниковых систем навигации ГЛОНАСС и GPS позволяет уменьшить ошибки вычисления координат, обусловленные отражением и экранированием сигналов спутников. На рис. 11 [11] схематически показаны сигналы спутников,

доступные ГНСС-приемнику, окруженному высотными зданиями.

Оранжевые линии соответствуют сигналам спутников, которые блокируются зданиями, но принимаются спутником в виде отраженных сигналов. Голубые линии — прямые сигналы GPS. Белые линии — прямые сигналы ГЛОНАСС.

Расчеты, проведенные для примера, приведенного на этом рисунке, показывают, что значения HDOP — «фактора снижения точности при определении положения в горизонтальной плоскости» (Horizontal Dilution of Precision) — будут различными для работы с одной и с двумя СНС [11]:

- HDOP = 45, при работе с тремя спутниками GPS;
- HDOP = 50, при работе с тремя спутниками ГЛОНАСС;
- HDOP = 2,2 при работе с тремя спутниками ГЛОНАСС плюс три спутника GPS.

В марте 2014 года корпорация CSR объявила о том, что разработанный ею ГНСС-приемник SiRF V 5ea с поддержкой четырех СНС (GPS, ГЛОНАСС, BDS/Compass и Galileo) смог получить, отследить и использовать сигналы, транслируемые четырьмя находящимися на орбите спутниками Galileo для того, чтобы определить свое местонахождение на территории



Рис. 11. Сигналы спутников, доступные ГНСС-приемнику, окруженному высотными зданиями

Германии [26]. На сегодня SiRFstarV 5ea — один из немногих ГНСС-приемников, удовлетворяющих всем требованиям eCall Galileo. Следует отметить, что системы безопасности eCall (Европейский Союз) и ЭРА-ГЛОНАСС будут иметь согласованные протоколы, стандарты систем и единое пространство безопасности на дорогах.

Технические параметры модулей серии HL полностью соответствуют регламентам нормативных документов РФ [3–10] и могут быть использованы в системах спутникового мониторинга, устанавливаемых на всех видах автомобильного транспорта.

Поэтому с большой долей вероятности можно говорить о том, что модули серии HL имеют наибольшие перспективы для оборудования, способного работать с ЭРА-ГЛОНАСС. ■

Литература

1. www.icarsupport.eu/ecall/10th-eeip-meeting-25-april-2013/
2. www.nis-glonass.ru/projects/era_glonass/
3. www.control-auto.ru/zakon.html
4. www.rg.ru/2008/09/03/glonass-dok.html
5. www.rg.ru/2009/02/18/navigaciya-dok.html
6. ФЗ № 78 от 14.06.2012. Федеральный закон о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием федерального закона «Об обязательном страховании гражданской ответственности перевозчика за причинение вреда жизни, здоровью, имуществу пассажиров и о порядке возмещения такого вреда, причиненного при перевозках пассажиров метрополитеном». Принят Государственной Думой 25.05.2012.
7. Постановление Правительства РФ от 10.09.2009 № 720 «Об утверждении технического регламента о безопасности колесных транспортных средств».
8. Министерство транспорта РФ, Приказ от 31.07.2012 № 285 «Об утверждении требований к средствам навигации, функционирующим с использованием навигационных сигналов системы ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS и предназначенным для обязательного оснащения транспортных средств категории М, используемых для коммерческих перевозок пассажиров, и категории N, используемых для перевозки опасных грузов».
9. Министерство транспорта РФ, Приказ от 13.02.2013 № 36 «Об утверждении требований к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства, категорий и видов транспортных средств, оснащаемых тахографами, правил использования, обслуживания и контроля работы тахографов, установленных на транспортные средства».
10. <http://rosavtotransport.ru/>
11. Introducing AirPrime HL Series. Flexible, future-proof, and compact. One form factor is all you need. Sierra Wireless. Webinar Slides — Sales and Marketing. 2014/04/09.
12. HL series webinar. Technical session. Sierra Wireless. 2014 Flexible, future-proof, and compact. One form factor is all you need.
13. Scalability Guide. AirPrime HL Series. AirPrime HL Series. 4115613, 1.0. April 03. 2014.
14. Product Technical Specification. AirPrime HL6528x. Sierra Wireless, 4114016, 3.0. January 28. 2014.
15. Product Technical Specification. AirPrime HL8548 and HL8548-G. Sierra Wireless. 4114663, 1.3. February 14. 2014.
16. Customer Process Guidelines. AirPrime HL Series Snap-in Socket. Sierra Wireless, 4115102, 1.1. February 21. 2014.
17. Customer Process Guidelines. AirPrime HL Series. Sierra Wireless, 4114330, 1.1. June 20. 2013.
18. AT Commands Interface Guide. AirPrime HL6 and HL8 Series. Sierra Wireless 4114680, 3.3. April 09. 2014.
19. <https://doc.airvantage.net/display/USERGUIDE/User+Guide>.
20. Development Kit User Guide. AirPrime HL6528x. 4114877 1.0. November 21, 2013.
21. SiRFstarV GNSS Chip and SiRFfusion Platform For automotive, cameras, computing, fitness, handsets and telematics. Cambridge Silicon Radio.
22. www.csr.com/news/pr/2014/galileo
23. Software defined radio: architectures, systems, and functions. Dillinger, Madani, Alonistioti. Wiley. 2003.
24. Software-Defined Radio Technologies for GNSS Receivers // International Journal of Navigation and Observation. V. 2011, Article ID 979815.
25. Yanming Feng. Combined Galileo and GPS: A Technical Perspective // Journal of Global Positioning Systems. 2003. V. 2, № 1.
26. www.csr.com/news/pr/2014/galileo