

# ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ GPS-НАВИГАЦИИ: РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ U-BLOX

Н.Елисеев, к.т.н.

Сегодня навигационные датчики на основе систем GPS и ГЛОНАСС активно используют в самых разных областях. Часто их нужно интегрировать в сложные системы совместно с другими навигационными и радиомодулями. При этом датчики должны не только точно определять координаты, но также уметь работать в сложных условиях и быстро устанавливать связь со спутниками. Компания u-blox – один из ведущих производителей элементной базы для GPS-навигации – разработала и применила в своих приборах ряд эффективных решений, соответствующих современным требованиям к навигационной аппаратуре.

**К**омпания u-blox использует целый комплекс различных технологий в своих GPS-модулях. Часть из них применяется во всех модулях.

Они делают более точной навигацию, обеспечивают работу в условиях шумов и помех, увеличивают скорость поиска спутников (уменьшая так называемое время старта). Другие технологии реализованы в специализированных модулях, предназначенных для тех или иных приложений: интеграции навигационных и телекоммуникационных блоков, географической привязки точек фотосъемки, создания интегрированных с МЭМС-датчиками систем навигации и др.

Технология борьбы с помехами (Anti-jamming) обеспечивает прием слабых сигналов со спутников в условиях помех, создаваемых другими радиоприборами. Чтобы понять остроту

проблемы, достаточно вспомнить, что спутниковый сигнал излучается с мощностью примерно 30 Вт на расстоянии 20000 км от поверхности

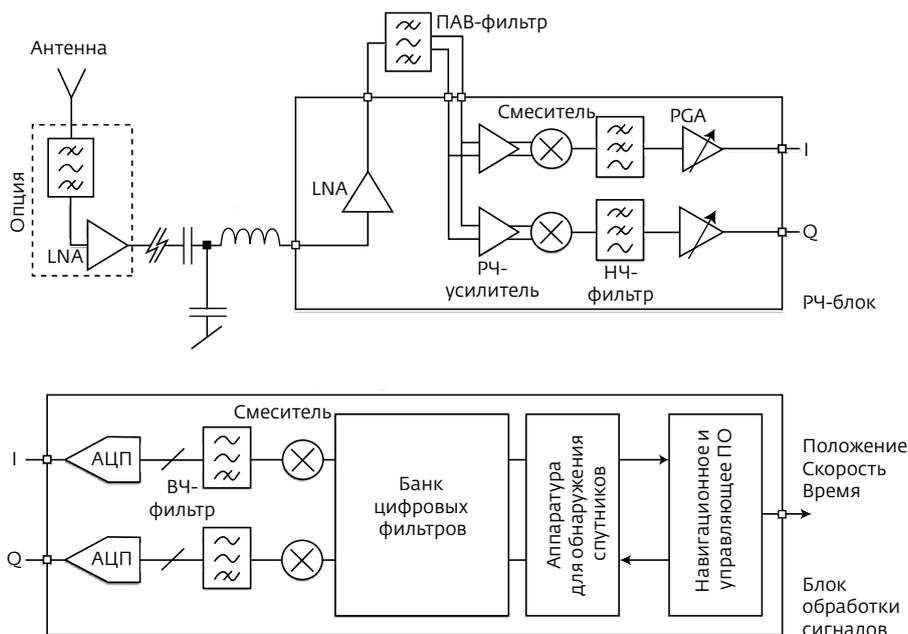


Рис.1. Упрощенная блок-схема GPS-приемника u-blox, иллюстрирующая средства подавления помех: LNA – малошумящий усилитель, PGA – усилитель с программируемым коэффициентом усиления

Земли [1]. К моменту прихода на Землю мощность сигнала составляет порядка  $10^{-15}$  Вт. Для выделения столь слабого полезного сигнала на фоне помех в приборах u-blox применен целый ряд решений [1]. Для ослабления помех вне основной полосы полезного сигнала используются ПАВ-фильтры (рис.1) [1]. Далее на пути прохождения сигнала устанавливают НЧ-фильтр защиты от наложения спектров, которое может возникнуть в процессе аналого-цифрового преобразования. ВЧ-фильтр, расположенный после АЦП, устраняет низкочастотные компоненты, появляющиеся при оцифровке сигнала, а также фликер-шум, присутствующий в КМОП-цепях. Похожие средства применяют и другие производители элементной базы для GPS-устройств.

После применения перечисленных методов все же остаются помехи в полосе полезного сигнала. Для их подавления u-blox использует свои фирменные технологии [1]. Сначала аналоговые сигналы оцифровываются с разрешением 5 бит. Это дает динамический диапазон 30 дБ – больше, чем у многих аналогичных устройств. Затем к оцифрованным сигналам применяются специальные методы фильтрации, разработанные в компании u-blox. В них используется банк цифровых фильтров, расположенных в GPS-модуле (см. рис.1). Конфигурацию этих фильтров можно изменять с помощью программного обеспечения. Алгоритмы фильтрации сканируют полосу частот GPS-приемника и находят наиболее сильные пики сигнала. Каждый из них анализируется с помощью статистических методов. Обнаруженный сигнал помехи заносится в специальный список и впоследствии удаляется. Подобные методы фильтрации требуют значительной вычислительной мощности, поэтому модули u-blox оснащают ARM-процессорами. По данным компании u-blox, технология Anti-jamming позволяет надежно выделять спутниковые сигналы на фоне более сильных (на 25–30 дБ) помех, чем другие GPS-приемники [1].

Проблемы с приемом сигналов от спутников возникают не только из-за интерференции с сигналами других приборов, но и в тех случаях, когда сигнал не доходит до приемника из-за различных препятствий. Такое часто случается, например, в плотной многоэтажной застройке или в горной местности. Напомним, что для определения координат необходимо одновременно получать сигналы как минимум от четырех спутников, а высокие здания закрывают от приемника часть из них. Чтобы GPS-навигатор работал в



Рис.2. Схема работы сервиса AssistNow

таких условиях, компания u-blox создала и специальный сервис AssistNow, основанный на технологии A-GPS (Assisted GPS) [2]. Идея этой технологии в том, что часть данных, необходимых для вычисления координат (эфимерис, альманах и др.), пользователь получает не со спутника, а со специального сервера u-blox (рис.2) [2]. Есть два варианта технологии A-GPS. В первом из них – AssistNow Online – нужная информация загружается с сервера в реальном времени (при определении координат) по беспроводным каналам связи (GSM и др.) (см. рис.2). Объем загружаемых данных составляет 1–3 Кбайт, а координаты определяются менее чем за 1 с. Во втором варианте сервиса – AssistNow Offline – данные загружаются заблаговременно в навигационное устройство пользователя и хранятся в его памяти. Компания u-blox предоставляет наборы данных, действительные от 1 до 14 дней. Их объем составляет от 3 до 90 Кбайт – в зависимости от периода действия, а время вычисления координат не превышает 5 с. Точность позиционирования, разумеется, уменьшается с ростом интервала времени от момента загрузки данных до момента определения координат.

Чтобы уменьшить время поиска спутников, компания u-blox применяет фирменную технологию KickStart. Она основана на обработке принимаемых сигналов с массовым параллелизмом [3]. По данным компании, эта технология позволяет даже при слабых сигналах обнаруживать спутники со скоростью, не имеющей мировых аналогов.

Еще одна интересная технология u-blox предназначена для фотоаппаратуры. Сегодня уже достаточно широко распространены GPS-модули для фотоаппаратов, с помощью которых можно определить и записать точные координаты места, откуда сделан кадр. Но у них есть существенный недостаток: установление связи со спутниками, загрузка данных и вычисление координат могут занять несколько минут. Иногда это слишком долго. В результате ценный кадр

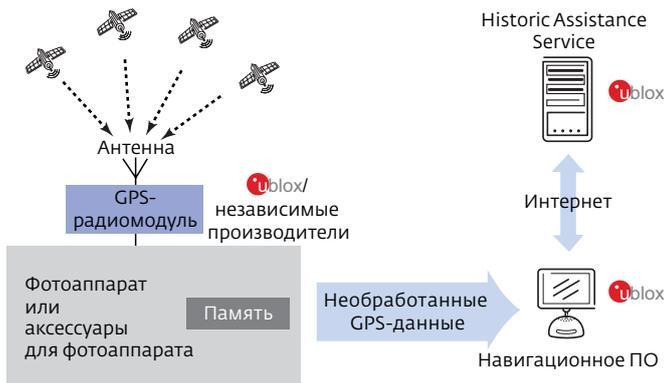


Рис.3. Схема технологии Capture & Process

будет упущен. В Интернете есть много отзывов пользователей, недовольных очень медленной работой таких GPS-приемников. Чтобы справиться с данной проблемой, компания u-blox недавно предложила новую специальную технологию Capture&Process ("Сними и обработай") [4]. Идея ее проста. Ведь фотография, в отличие от навигации, не требует определения координат в реальном времени. Так почему бы не отложить эту задачу до этапа обработки полученного изображения? В момент же съемки принимается только небольшой пакет данных длительностью 200 мс, достаточный для идентификации спутников. Остальные данные с этих спутников, необходимые для расчета координат на момент съемки, загружаются с серверов компании u-blox во время обработки фотографии (рис.3) [4]. Для этого создан специальный сервис - Historic assistance service. Изображения загружаются и обрабатываются с помощью фирменного программного обеспечения YUMA. Прием спутниковых данных выполняется модулем UBX-G0011 [5]. Он содержит только приемную радиочасть, блоки обработки сигналов отсутствуют. За счет этого модуль стал значительно проще и дешевле и потребляет гораздо меньше энергии. Точность позиционирования при использовании технологии Capture&Process составляет 4,3 м, а время вычисления координат на компьютере - 0,4 с (процессор 1,866 ГГц Core 2 Duo под управлением ОС Windows XP) [4].

Еще одна технология, которая служит для определения координат в приборах u-blox, - автомобильное навигационное счисление (Automotive Dead Reckoning - ADR) [6]. Она обеспечивает непрерывность автомобильной навигации в случаях, когда сигналы от спутников временно пропадают, например в тоннелях или подземных паркингах. В этой технологии совместно исполь-

зуются данные GPS-приемников и различных датчиков (тахометров, акселерометров, гироскопов и др.), установленных в автомобиле. С помощью специальных математических методов, основанных на использовании фильтра Калмана, данные с различных датчиков обрабатываются, и вычисляется положение автомобиля [6].

Компания u-blox предлагает две разновидности технологии ADR. Первая предназначена для поставщиков автомобильных комплектующих. Модули, работающие по этой технологии, устанавливаются на автомобиль при сборке. Они подключаются к шине данных автомобиля, например, CAN-шине (рис.4) [6]. В них поступает информация о скорости вращения каждого колеса, а также (опционально) данные измерений гироскопа. На основе этой информации и предварительно полученных GPS-данных рассчитывается текущее положение автомобиля. Важное отличие этой системы от аналогов в том, что все данные обрабатываются только в ADR-модуле u-blox. Для реализации этого варианта ADR предназначены модули UBX-G6010, UBX-G6000 и UBX-G0010 [7].

Другая разновидность ADR-технологии представлена в GPS-модулях u-blox, которые устанавливаются на готовые автомобили. В предлагаемой сегодня линейке приборов - это модули LEA-6R [8]. Они работают совместно с одометром и гироскопом (рис.5) [6], которые измеряют пройденный путь и углы поворота автомобиля. Алгоритмы, разработанные специалистами u-blox, экстраполируют координаты автомобиля, используя данные от различных датчиков [6].

Часто определить координаты объекта недостаточно. Необходимо передать их в нужное

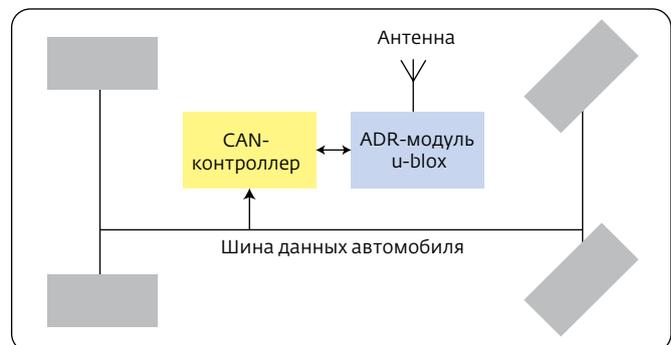


Рис.4. Схема технологии ADR - вариант для установки при сборке автомобилей

место. Например, информацию о месте аварии в службу спасения или данные о местонахождении транспорта в центр мониторинга. Для

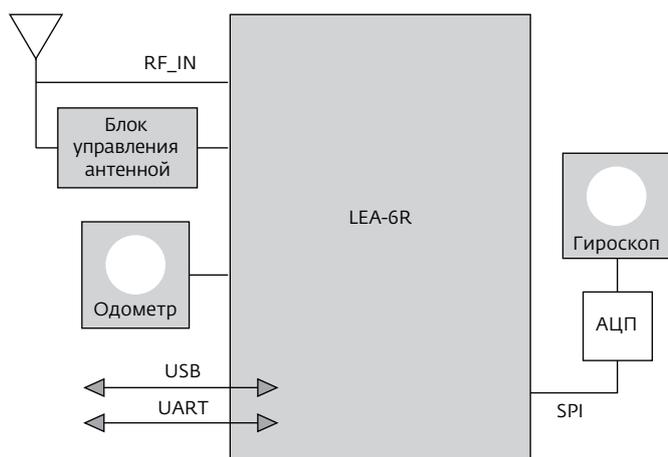


Рис.5. Система навигации на основе модуля LEA-6R

этого нужны устройства, где интегрированы GPS-модули и модули беспроводной связи – чаще всего стандарта GSM. Компания u-blox предлагает элементную базу, позволяющую решать такие задачи. Для определения координат автомобиля используются GPS-модули UBX-G6010, UBX-G6000 и UBX-G0010. Данные передаются через GSM-модули LEON-G100/G200 [9]. Они поддерживают полный доступ к GPS-приборам u-blox [10]. Поэтому GSM- и GPS-подсистемами можно управлять через единый последовательный порт с любого хост-процессора. В модули LEON интегрирована также поддержка сервиса AssistNow. Благодаря этому их можно применять не только для передачи данных, но и для загрузки необходимой информации о спутниках с серверов u-blox для реализации технологии A-GPS.

Известно, что помимо определения координат GPS-сигналы используют для синхронизации различных систем, в частности, систем беспроводной связи. Компания u-blox разработала для этих целей модуль LEA-6T [8]. Он обеспечивает точность синхронизации 15 нс. При этом для синхронизации, в отличие от определения координат, достаточно сигнала только от одного спутника. То есть определить точное время можно даже в условиях плохой видимости спутников. Модуль LEA-6T, как и другие модули u-blox, поддерживает технологии KickStart и AssistNow, что позволяет получать спутниковые данные достаточно быстро.

Таким образом, комплекс технологий, применяемых компанией u-blox в своей элементной базе, обеспечивает эффективное решение самых разных задач на основе информации со спутников системы GPS.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Anti-Jamming techniques in u-blox GPS receivers. Whitepaper. – [www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/u-blox%20anti-jamming\\_whitepaper\\_%28GPS-X-09008%29.pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/u-blox%20anti-jamming_whitepaper_%28GPS-X-09008%29.pdf).
2. AssistNow u-blox A-GPS services. – [www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/AssistNow\\_ProductSummary\\_\(GPS-SW-06009\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/AssistNow_ProductSummary_(GPS-SW-06009).pdf).
3. KickStart for ultra-fast GPS signal acquisition. – [www.u-blox.com/en/kickstart.html](http://www.u-blox.com/en/kickstart.html).
4. Instantaneous, low-power geotagging. – [www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/u-blox\\_Capture\\_&\\_Process\\_whitepaper\\_\(GPS.CP-X-09000\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/u-blox_Capture_&_Process_whitepaper_(GPS.CP-X-09000).pdf).
5. UBX-G0011: u-blox RF front-end chip for Capture & Process. – [www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/UBX-G0011\\_ProductSummary\\_\(GPS.CP-HW-09007\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/UBX-G0011_ProductSummary_(GPS.CP-HW-09007).pdf).
6. u-blox' Dead Reckoning for Automotive Applications. – [www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/u-blox\\_Automotive\\_Dead\\_Reckoning\\_whitepaper.pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/u-blox_Automotive_Dead_Reckoning_whitepaper.pdf).
7. UBX-G6010-SA/UBX-G6000-BA Automotive u-blox 6 GPS & Galileo chips. – [www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/UBX-G60x0-Automotive\\_ProductSummary\\_\(GPS.G6-HW-10077\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/UBX-G60x0-Automotive_ProductSummary_(GPS.G6-HW-10077).pdf).
8. LEA-6 u-blox 6 GPS Modules Data Sheet. – [www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/LEA-6\\_DataSheet\\_\(GPS.G6-HW-09004\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/LEA-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09004).pdf).
9. LEON-G100/G200 quad-band GSM/GPRS Data and Voice Modules Data Sheet. – [www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/LEON-G100\\_G200\\_Data\\_Sheet\(GSM.G1-HW-09001\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/LEON-G100_G200_Data_Sheet(GSM.G1-HW-09001).pdf).
10. The Promising Marriage of Wireless and GPS Technologies. – [www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/Wireless\\_and\\_GPS\\_whitepaper\(GSM-X-09000\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/Wireless_and_GPS_whitepaper(GSM-X-09000).pdf).