

ГЛОНАСС/GPS для всех: испытания на точность и доступность позиционирования однокристального приемника в сложных условиях эксплуатации

Однокристальный GNSS-приемник, который сейчас вышел в серийное производство, был испытан в условиях плотной городской застройки с целью демонстрации преимуществ мультисистемной (ГЛОНАСС и GPS) работы в качестве потребительского приемника. Применение комбинированной системы ГЛОНАСС/GPS началось с нескольких десятков тысяч приемников для геодезической съемки, на данный момент работают миллионы таких потребительских устройств. Благодаря росту количества персональных устройств спутниковой навигации, появлению автомобильных OEM-систем и мобильных телефонов удалось достичь существенных объемов на рынке в 2011 году. Уверенность в перспективности развития этого сегмента рынка подталкивает производителей высокочастотных специфических компонентов, таких как антенны и ПАВ-фильтры, к увеличению объемов производства и оптимизации стоимости товаров. Одной из первых российских компаний, которая выпустила на рынок модули, выполненные на основе приемника STM, стала «НАВИА». ГЛОНАСС-модули «НАВИА» уже зарекомендовали себя как надежные, удобные модули для производства готовых терминалов навигации и управления движущимися объектами. Различные тесты показали, что ML8088s и GL8088s отвечают всем заявленным характеристикам и их можно успешно применять в устройствах мониторинга.

Филипп МАТТОС (Philip MATTOS)

Перевод: Андрей РУСАК
andrey.rusak@petrointrade.ru
Виктория БУЛАНОВА
victoriya.bulanova@euroml.ru

Испытания однокристального ГЛОНАСС/GPS-приемника в Лондоне, Токио и Техасе были проведены для того, чтобы показать, что совместное использование всех видимых спутников ГЛОНАСС вкупе с GPS дает лучшую доступность позиционирования в условиях плотной городской застройки, а в случае плохой доступности позиционирования — лучшую его точность.

Очевидно, что мультисистемные приемники востребованы на потребительском рынке. Они могут обеспечить работу по большому числу спутников в условиях «городских каньонов», где в зоне видимости имеется только часть небесной полусферы и требуется высокая надежность в отсеивании лишних сигналов, когда качество полезных сигналов сильно ухудшено из-за многократных переотражений и аттенюации. Далее кратко описываются трудности интеграции системы ГЛОНАСС (и в дальнейшем Galileo), на основе которой выпускаются экономичные устройства для массового потребителя. Для такого рынка, с одной стороны, стоимость стоит на первом

месте, а с другой — предъявляются высокие требования к производительности, связанные с низким уровнем сигнала, ограничением в энергопотреблении, коротким временем «холодного» старта, и стабильности позиционирования.

Цель состояла в том, чтобы, используя все доступные спутники, улучшить работу потребительских навигационных устройств в условиях помещений и городской застройки. 2011 год прошел под эгидой поддержки ГЛОНАСС, развитие этой спутниковой системы опережает Galileo примерно на три года. При проектировании приемников важно было преодолеть проблемы несовместимости аппаратной поддержки ГЛОНАСС и GPS. То есть частотно-модулированный сигнал ГЛОНАСС потребовал более широкой полосы частот, чем сигналы импульсно-кодовой модуляции, используемые GPS, полосовых

фильтров с разными центрами частот и разной скоростью передачи элементов сигнала. И все это — без значительного увеличения стоимости приемника.

При идеальных условиях эксплуатации спутники из дополнительных группировок будут малоэффективны, так как доступность позиционирования¹ приближается к 100% при использовании только GPS. Присутствие в ионосфере используемых для позиционирования семи, восьми или девяти спутников в режиме фиксации минимизирует суммарную ошибку и дает правильные координаты.

В экстремальных условиях эксплуатации применение только GPS позволяет определить положение, но использование только трех, четырех, пяти спутников, сосредоточенных в узкой части небесной полусферы, приводит к плохим значениям DOP². Увеличение числа спутников значительно повышает точность,

1 Доступность мгновенная или интегральная (англ. Availability) — представляет собой процент времени, в течение которого выполняется условие PDOP ≤ 6 при углах места КА ≥ 5°. Простой пример: до 2010 года доступность по ГЛОНАСС была в некоторых районах земного шара не выше 70–80%, а сейчас везде 100%.

2 Снижение точности, или геометрическое снижение точности (англ. Dilution of precision, DOP; Geometric Dilution of Precision, GDOP).

вследствие чего улучшается DOP и усредняется количество многолучевых ошибок. Ограничение числа позиционируемых спутников приводит к наложению многолучевых ошибок на определение координат, усиливаемых DOP. Добавление второй или третьей спутниковой группировки предполагает расширение числа видимых спутников, и, таким образом, в процессе определения координат участвует большее количество спутников, что приводит к уменьшению ошибок.

Поэтому в экстремальных условиях, где использование только GPS недостаточно, дополнительное применение спутников ГЛОНАСС (и в дальнейшем Galileo) повышает доступность позиционирования до 100% (за исключением подземных туннелей).

Фактически доступность — это самоулучшающаяся петля положительной обратной связи. Поскольку спутники постоянно отслеживаются, то даже при отклонении их от участия в текущем решении задачи позиционирования с помощью алгоритмов RAIM³/fault и FDE не требуется повторного их поиска: они уже стали доступными для применения ранее. Если процесс позиционирования не прерывается, то можно продолжать точно предсказывать фазы для спутников с закрытыми препятствиями, что позволяет осуществлять мгновенное использование их при выходе «из тени», так как при этом нет необходимости в приеме дополнительной информации для их поиска и фиксации.

Дополнительные видимые спутники очень важны для потребителя, в частности, при self-assistance («самообслуживании»), когда минимальная группа представлена пятью спутниками, а не тремя-четырьмя, чтобы автономно установить, что все спутники «правильные», с использованием методов автономного контроля целостности приемника (RAIM). «Самообслуживание» имеет еще более значительные преимущества у ГЛОНАСС: не нужно никакой инфраструктуры типа assisted-серверов, всегда приводящих к задержке в обслуживании. Метод ГЛОНАСС-передачи параметров спутниковых орбит в Кеплеровском формате также подходит для алгоритма «самообслуживания».

Значение испытаний

Предыдущие попытки охарактеризовать преимущества мультисистемных устройств в городских условиях были приостановлены в связи с необходимостью использования профессиональных приемников, не предназначенных для таких уровней сигнала. Кроме того, пришлось бы получать отдельные результаты для каждой группы или жертвовать одним из спутниковых измерений для измерения времени. Эти обстоятель-

ства не позволили продолжить испытания устройств, которые были запланированы для выхода на массовый рынок.

Выход нового мультисистемного решения имеет большое значение, так как тестируемый приемник является по-настоящему массовым устройством, если он имеет повышенную чувствительность и полностью готов как для измерения, так и для вычисления. Таким образом, автор этой статьи впервые сообщает абсолютно достоверные результаты испытаний.

Предыстория

Испытания проводились на однокристалльном приемнике GNSS Teseo-II (STA-8088). Краткая история: это продукт 2009 года выпуска, производства STM. Основанный на Cartesio+ с уже включенными функциями GPS/Galileo и процессором цифровых сигналов (DSP), он был готов для имплантации функции ГЛОНАСС, что и привело к созданию чипа Teseo-II (продукт 2010 года). Результаты испытаний с реальными спутниковыми сигналами были получены на Baseband-чипе в FPGA-реализации в конце 2009-го, а в 2010 году — уже при использовании готового чипа.

Текущий дизайн потребовал введения дополнительных незначительных доработок схемы. Необходимые аппаратные и программные изменения DSP были небольшими и включены в следующее запланированное обновление схемы Teseo-II. Реализация схемы RF-части потребовала гораздо большего внимания, чем двухканальная схема с каскадом промежуточной частоты (IF) и аналого-цифровым преобразователем (ADC), с дополнительным преобразованием частоты и более широкой полосой частот фильтра IF. Но, так как область кристалла с находящейся на ней RF-частью в общем объеме очень мала, то даже 30% увеличения схемы здесь незначительны для всей схемы. В соответствии с тем, что дизайн чипа рассчитан на общую однокристалльную систему (RF и BB, от антенны до позиционирования, скорости и синхронизации (PVT)), поэтому общая площадь кристалла для 65-нанометрового процесса очень мала.

С коммерческой точки зрения включение всех трех спутниковых групп (GPS/ГЛОНАСС и Galileo) в одну микросхему ново для потребителя. Многие из присутствующих на российском рынке компаний остановились на двухсистемном подходе, лишь бы удовлетворить требования правительства РФ о необходимости работы в системе ГЛОНАСС. Они не задумывались о будущем глобально, когда в мире будет присутствовать несколько группировок

позиционирования, и, возможно, каждая из стран — участник этого процесса будет выдвигать в дальнейшем требования к преимущественному использованию своей — родной — системы.

В этом плане решение Teseo-II является революционным, так как заранее подготовлено к такому сценарию и уже сейчас может принимать сигналы систем ГЛОНАСС/GPS/Galileo/QZSS и SBAS.

Технически включение в группу независимых каналов приема и обработки системы ГЛОНАСС — тоже новинка, в то время как комбинация GPS/Galileo — уже стандартная практика. Для достижения такой гибкости также потребовались новые технические решения, учитывающие аппаратные RF-задержки и различия в скорости передачи сигналов. В дополнение к этому существуют уже ставшие хорошо известными коррекция универсального глобального времени (UTC) и проблема коррекции геоида.

Прямой переход на одночиповое решение (RF + Baseband + CPU) встречается нечасто: это важный технологический прорыв. Доверие к этому шагу обусловлено опытом использования RF-части и отработанной схемой Baseband-процессора. За основу были взяты внешний RF-интерфейс STA5630 и модифицированный GPS/Galileo DSP, которые ранее были использованы в Cartesio+.

Надежность использования STA5630/Cartesio+ была доказана при массовом производстве в виде отдельных схем еще до выхода однокристалльных решений «три в одном».

В отличие от двухчиповых решений GPS/ГЛОНАСС-модулей, присутствующих на российском рынке, одночиповое решение от STMicroelectronics (Teseo-II) STA8088FG обладает гораздо большей надежностью, помехозащищенностью, меньшим энергопотреблением и, конечно, меньшими размерами (модуль ML8088s имеет размеры 13×15 мм).

Поддержка ГЛОНАСС и Galileo — это шаг вперед относительно предыдущего поколения аппаратной части RF. Galileo совместим с GPS, поэтому можно было использовать существующую схему, а ГЛОНАСС потребовал дополнительных изменений (рис. 1, 2).

В RF-части LNA, RF-усилитель и первый смеситель были объединены в один канал. Это позволило сэкономить на количестве выводов чипа и свести к минимуму энергопотребление. Более того, это позволило сохранить внешние издержки для производителей оборудования. Сигнал ГЛОНАСС, сниженный в первом смесителе до 30 МГц, поступает в канал вторичной обработки (показан коричневым цветом) и, микшируясь до 8 МГц, подается на отдельный ADC и далее в Baseband-часть.

В Baseband-части предусматривается дополнительный предварительный каскад обработки (обозначен коричневым цветом), который преобразует сигнал в 8 МГц,

³ RAIM (англ. Receiver Autonomous Integrity Monitoring, автономный контроль целостности приемника (АКЦП)) — технология, разработанная для оценки и поддержания целостности системы GPS-приемника. В особенности это важно в тех случаях, где корректная работа GPS-систем необходима для обеспечения надлежащего уровня безопасности, например в авиации или морской навигации.

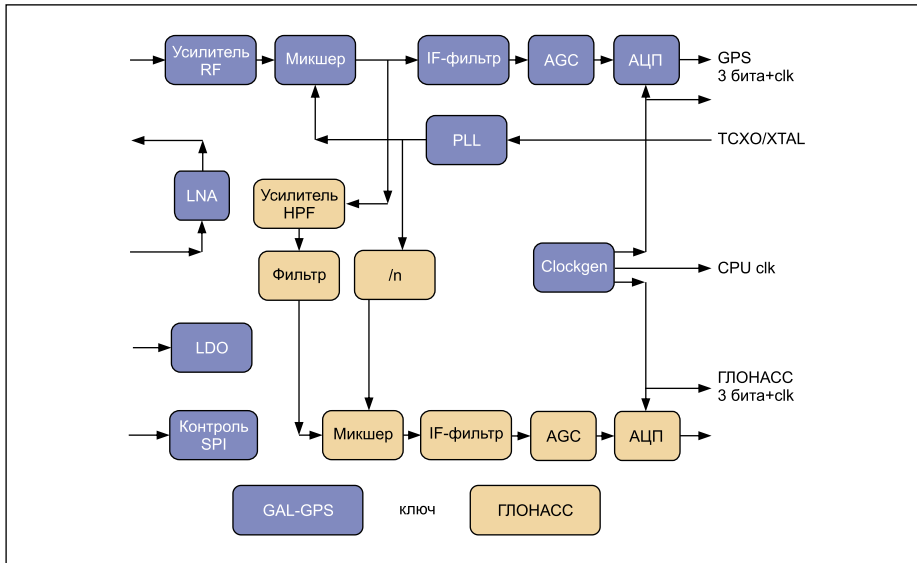


Рис. 1. Изменения RF-части для поддержки ГЛОНАСС

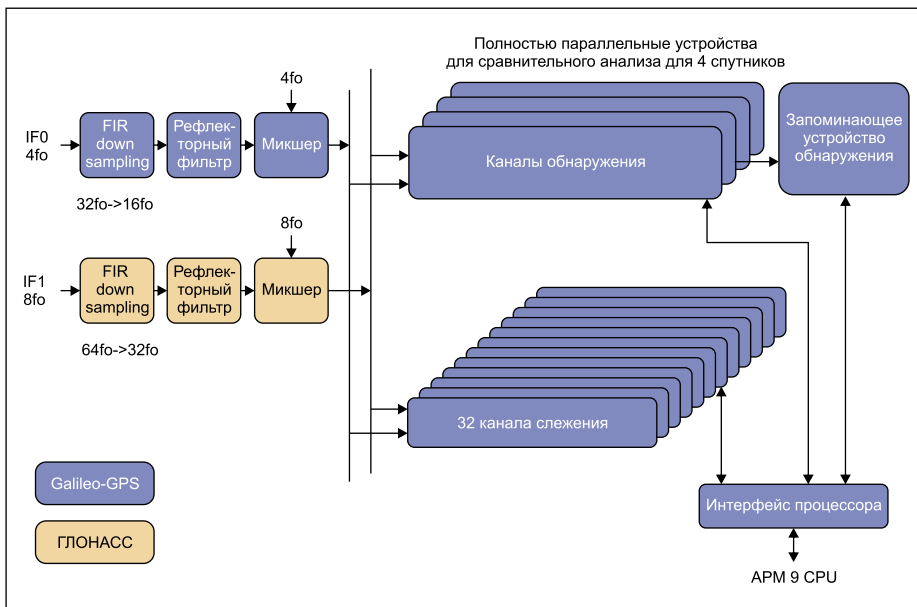


Рис. 2. Изменения Baseband-части для поддержки ГЛОНАСС

разцы чипов и отладочные платы с антеннами в корпусе, что сделало возможным проведение мобильных полевых испытаний во всем мире.

Фактические результаты

До рождения кристалла с мультисистемным приемом результаты уже были видны по предварительным испытаниям, проведенным с помощью профессиональных приемников с отдельными измерениями GPS и ГЛОНАСС. Тем не менее эти испытания не дали хороших данных для потребительского приемника, потому что они показали низкую чувствительность. Приемники требовали достаточно чистого сигнала для управления PLL, но это нельзя было сделать в условиях города, и, что самое главное, приемники создавали два отдельных решения при наличии постоянного дополнительного спутника для решения межсистемных различий во времени. Несвязанные решения не позволяли предсказывать положение спутников одной группировки за счет вычисления их положения, опираясь на координаты, рассчитанные с применением другой, что является одним из главных преимуществ мультисистемных приемников GNSS.

Моделирование видимых спутников было проведено в 2010 году в условиях плотной городской застройки в Италии, в центре Милана. Результаты, усредняемые каждую минуту за полные 24 часа, представлены в таблице. Среднее число видимых спутников увеличивалось от 4,4 только с GPS до 7,8 для GPS+ГЛОНАСС, с количеством точек «без фиксации позиции» (No Fix) равным нулю. Причем в режиме «только с GPS» было получено 380 ложных точек, что составило около 26% общего времени приема.

Однако доступность спутников сама по себе не была самоцелью. Наличие большого количества спутников на одном и том же небольшом участке небесной полусферы над городской застройкой может быть недостаточным из-за геометрического снижения точности. Для изучения этих данных была измерена геометрическая точность, представленная HDOP⁴. При совместном использовании ГЛОНАСС и GPS результат оказался в 2,5 раза лучше.

Предыдущие исследования показали, что в отдельных городах, где проводились испытания, были доступны от двух до трех

Таблица. Точность и доступность GPS и GPS+ГЛОНАСС, в среднем свыше 24 часов

Группа	GPS	GPS + ГЛОНАСС
Видимый спутник	4,4	7,8
Моменты времени с No Fix	380 мин.	Никогда
HDOP	5,3	2,1
Ошибка	xmeter	(x0,4) м

4 HDOP (Horizontal Dilution of Precision) — снижение точности в горизонтальной плоскости.

что необходимо для подачи в Baseband, и пропускает полученный сигнал через режекторный фильтр защиты от заградительных помех, а также снижает частоту дискретизации до стандартного значения 16, пригодной для обработки в аппаратном обеспечении DSP.

Существующие устройства захвата и каналы слежения могут выбрать, куда и когда принять сигналы GPS/Galileo или ГЛОНАСС, что делает очень гибким распределение каналов по отношению к спутниковым группировкам.

Менее заметным, но очень важным по отношению к производительности системы является программное обеспечение, которое контролирует аппаратные ресурсы, во-первых, чтобы замкнуть петли PLL слежения и провести измерения, а во-вторых, фильтр Кальмана, который преобразует из-

меренные в данные PVT, необходимые пользователю. Все это претерпело структурную модификацию, чтобы обеспечить поддержку работы со многими спутниковыми группировками, а не только с ГЛОНАСС. В этом случае расширение программного обеспечения для приема будущих глобальных навигационных систем станет этапом эволюционного развития и не потребует серьезных доработок самого кристалла.

Программное обеспечение работало на реальном кристалле с 2010 года, но при использовании сигналов от любого симулятора или статических, установленных на крыше антенн были доступны только GPS-данные, которые были настолько хороши, что не позволяли каких-либо маневров для исследования по улучшению системы. В начале 2011 года стали доступны предпроизводственные об-

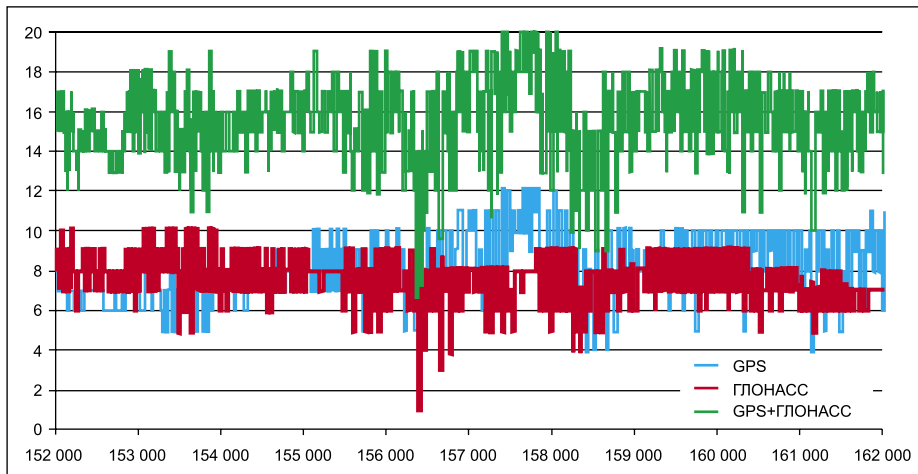


Рис. 3. GPS (отмечено голубым) против ГЛОНАСС (отмечено красным) и всех отслеживаемых спутников GNSS (отмечено зеленым)

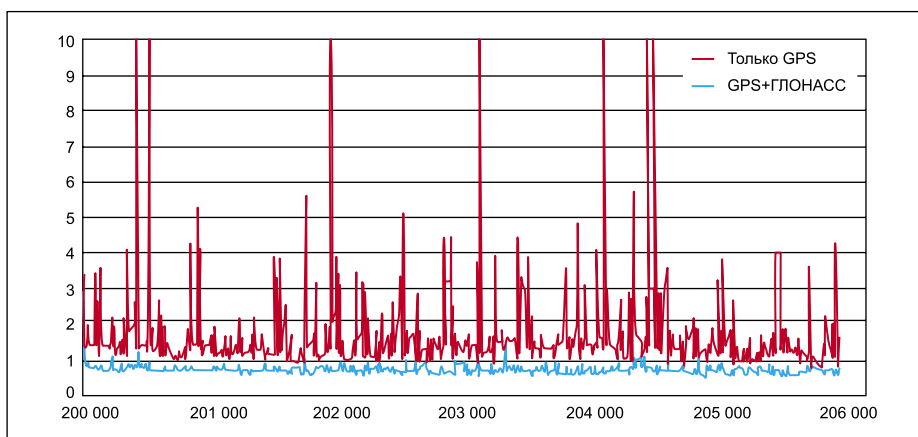


Рис. 4. Только GPS против совмещенных GPS/ГЛОНАСС показателей снижения точности

оставляет на неизменном уровне точность позиционирования.

На рис. 3 показана доступность спутников в режиме слежения. Испытания проводились в финансовом районе Лондона в мае 2011 года.

Отслеживаемые спутники — GPS, ГЛОНАСС, GPS+ГЛОНАСС

Как видно на рис. 3, всего присутствует 7–8 спутников ГЛОНАСС и 8–9 спутников GPS, то есть мульти-GNSS — около 16 спутников. Был период, когда сигналы спутников не улавливались: во время прохождения туннеля Blackfriars Underpass (отметка времени — примерно 156 400 с). В других районах города, по времени примерно в 158 500 и 161 300 с, видимость снижалась до четырех спутников, но общее их число никогда не было меньше восьми. Следует обратить внимание, что тестирование проходило в старом городе, где находятся в основном каменные здания, поэтому отражающие сигналы слабее, чем от зданий из стекла и металла.

Несмотря на то, что вне туннелей доступность спутников составляет 100%, она может быть ограничена DOP или точностью позиционирования. Как видно на рис. 4, по результатам других испытаний в Лондоне мульти-GNSS DOP остается ниже 1, как должно быть при 10–16 видимых спутниках, в то время как DOP только GPS часто выше 4, при этом какие-либо искажения из-за отражений и слабых сигналов значительно увеличивают DOP до 10 в пике.

GPS против GNSS

Так как испытания, проведенные в мае 2011 года, были несложными для создания стрессовых условий, при которых GPS нуждался бы в поддержке мульти-GNSS, было проведено новое тестирование в августе 2011 года. Как показано на аэрофотоснимке (рис. 5), испытания проводились в современной высотной части Лондона — Canary Wharf. Кроме того, дороги в городе очень узкие, что еще больше усложнило эти испытания. Здания из стекла и металла современной части города, как правило, дают лучшее отражение, чем каменные здания, вызывая «зашкаливание» алгоритмов RAIM и FDE.

Получение результатов в режиме «только GPS» было затруднено (показано зеленым цветом), особенно в закрытой части станции Docklands (центральный левый нижний путь).

На рис. 6 представлены те же реальные результаты испытаний, отображенные на схематичной карте дорог.

Тестирование мульти-GNSS (голубого цвета) показало очень хорошие результаты, особенно на северной (в восточном направлении) части петли (вождение в Великобритании левостороннее, таким образом, по часовой стрелке образуется односторонняя петля).

дополнительных спутников, но один из них использовался для временного определения. При применении совмещенного на одном кристалле высокочувствительного приемника мы предполагали, что будут задействованы от четырех или пяти дополнительных спутников.

Фактические результаты намного превзошли наши ожидания. Во-первых, появились сигналы от многих других спутников, так как все предыдущие испытания и симуляции исключали отраженные сигналы. Имея дополнительные сигналы, приемник значительно улучшил показатели DOP. Эффект влияния отражений на точность был существенно снижен, во-первых, за счет лучшей геометрии позиционирования, а во-вторых, за счет способности алгоритмов FDE/RAIM поддерживать устойчивость слежения за спутниками. К тому же уменьшилось количество ложных сигналов, способных исказить данные о координатах.

Результаты, представленные здесь, получены от полностью интегрированного высокочувствительного приемника, каким является NAVIA ML8088s, выполненный на чипе STA8088s. Он оптимизирован для обнару-

жения сигналов даже очень низкого уровня и получения результатов непосредственно от всех спутников, находящихся в поле зрения, вне зависимости от группировки. Это обеспечивает 100%-ную доступность спутников и намного повышает точность в сложных условиях городской застройки.

Доступность

Применение высокочувствительных приемников, которые не зависят от петель фазовой синхронизации (PLL), обеспечивает полную доступность в городах, даже при отражении от поверхности стекла в современных зданиях. Поэтому теперь уже требуются некоторые другие определения доступности, кроме как «доступны четыре спутника». Например, отслеживание спутников на заданном уровне качества сигнала, результат которого зависит от DOP. Даже DOP бывает трудно оценить, поскольку фильтр Кальмана присваивает разные значения веса каждому спутнику, которые не учитываются при расчете DOP. А также, помимо мгновенных измерений, этот фильтр использует последнее местоопределение и текущую скорость, что



Рис. 5. GPS против GNSS, Лондон (Canary Wharf)



Рис. 6. GPS против GNSS, Лондон, Canary Wharf, схематичная карта

Дальнейшие испытания были проведены в офисах STMicroelectronics по всему миру.

На рис. 7а приведены результаты испытаний в Токио. Здесь желтым цветом обозначены

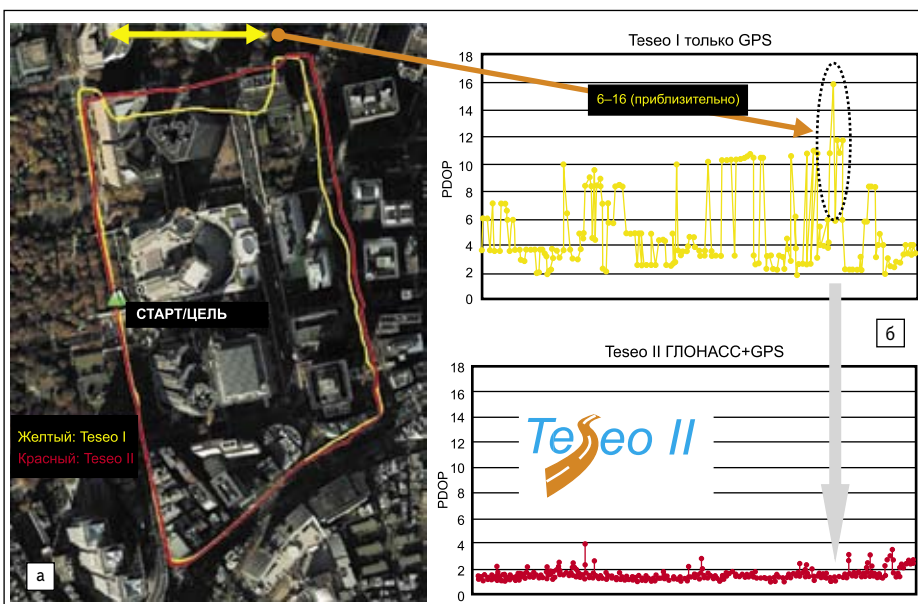


Рис. 7. а) Испытания в Токио: Teseo-I (GPS) против Teseo-II (GNSS); б) DOP при испытаниях в Токио



Рис. 8. Результаты тестирования мульти-GNSS в Токио

результаты тестов предыдущего поколения чипов без ГЛОНАСС и красным — Teseo-II с GPS+ГЛОНАСС.

Повторяем, что алгоритм испытаний не сложен для GPS, но точность определения затруднена.

На рис. 7б дано некоторое разъяснение определения точности, показан DOP в ходе испытания. Можно увидеть, что Teseo-II DOP редко были выше 2, но показатели в режиме «только GPS» (Teseo-I) находились между 6 и 12 в сложной северной части, обведенной в кружок.

Дальнейшие испытания в Токио выполнены на более узких городских улицах в тех же условиях тестирования (рис. 8). Голубым цветом выделен только GPS, красным — GPS+ГЛОНАСС. Наблюдается значительное улучшение результатов.

На рис. 9 применена та же цветовая схема для отображения результатов тестирования в Далласе, на этот раз с GPS-приемником конкурента против Teseo-II с конфигурацией GPS+ГЛОНАСС. И снова можно наблюдать очень хорошие результаты Teseo-II.

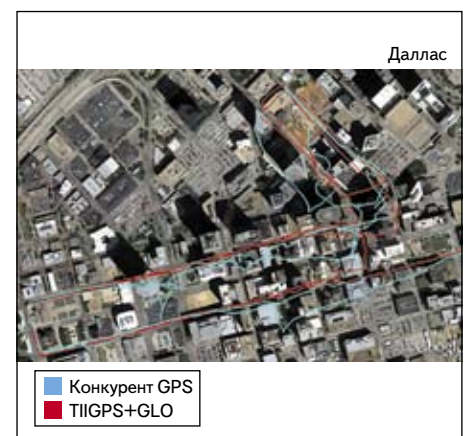


Рис. 9. Результаты тестирования мульти-GNSS в Далласе



Рис. 10. Испытание японской системы QZSS в Тайбэе (Тайвань) с использованием GPS

различной кодовой длины, например BOC или BPSK. Это позволило, при наличии того или иного загруженного программного обеспечения для конфигурации функций аппаратного обеспечения DSP, получить возможность совместности различных спутниковых группировок.

Результаты работ над совместимостью текущей версии мульти-GNSS чипа были слабые: из-за того что центральная частота системы Compass 1561 МГц может поддерживаться только с помощью управляемого напряжением генератора и PLL, система Compass не может работать одновременно с другими спутниковыми группировками. Кроме того, скорость передачи кодов в системе Compass составляет 2 млн бит/с, что тоже не поддерживается Teseo-II, и может быть приведена к стандартной за счет использования внешних альтернативных схем, а это означает серьезные потери сигналов.

Так что работы по поддержке Compass актуальны только для исследований и разработки программного обеспечения, для односистемного решения или с использованием отдельного RF-чипа.

Распространенный по всему миру сигнал Compass, который находится в формате сигнала GPS/Galileo на несущей частоте и на кодовой длине и скорости, будет полностью совместим внутри одной мульти-GNSS схемы, но скорее всего не раньше 2020 года.

Испытания в городских условиях будут повторяться по мере развития группировки Galileo. При наличии 32 каналов можно использовать деление 11/11/10 (GPS/Galileo/ГЛОНАСС) при полном составе всех трех групп. Но в рамках современных требований к навигационным услугам комбинации 14/8/10 более чем достаточно.

Заключение

Мультисистемный приемник может работать по сигналам GPS, ГЛОНАСС и Galileo при минимально увеличенной стоимости. Имея 32 канала слежения и до 22 видимых спутников, даже в самых суровых городских условиях можно обеспечить 100%-ную доступность и приемлемую точность позиционирования. При проведении тестирования обычно видны от 10 до 16 спутников. Множественность измерений позволяет сделать алгоритмы RAIM и FDE гораздо более эффективными при устранении плохо отражаемых сигналов, а также сводит к минимуму геометрические эффекты оставшегося искажения сигналов.

В последнее время с развитием российской системы ГЛОНАСС потребности навигационного рынка в мультисистемных приемниках только нарастают. Ряд отечественных компаний применяет однокристалльные чипы STM для разработки своих ГЛОНАСС-модулей и готовых корпусных устройств. В частности, компания «НАВИА» в 2011 году выпустила на рынок сразу два совмещенных ГЛОНАСС/GPS/Galileo-модуля, испытания которых показали очень хорошие результаты. ■

Другие спутниковые группировки

Хотя аппаратное обеспечение Teseo-II поддерживает и Galileo, пока нет доступных спутников Galileo (на сентябрь 2011 г.), так что устройства на базе этого чипа, находящиеся в использовании по всему миру, до сих пор не имеют загруженного программного обеспечения для обслуживания этой спутниковой группировки. Однако, если наступит время применения Galileo, всегда есть возможность обновить встроенное ПО.

Японская система QZSS имеет один доступный спутник, передающий традиционные GPS-совместимые сигналы, SBAS и L1 C BOC сигналы. Teseo-II с помощью функций текущего загруженного ПО может обрабатывать первые два из них. Применение SBAS бесполезно в условиях городской застройки, так как отражения сигналов и помехи локальны и не улавливаются. Цель системы QZSS — предоставление спутника с очень большим углом возвышения, чтобы этот спутник всегда был доступен в городской местности.

На рис. 10 показано испытание в Тайбэе (Тайвань) с использованием GPS (желтый цвет) в сравнении с мульти-GNSS (GPS плюс один спутник QZSS (красный цвет)) и истинные значения (лиловый цвет).

Дальнейшая работа

Испытания будут продолжены для получения более точных количественных результатов. Тестирование пройдет в Великобритании, где есть схемы дорог с векторными данными для отображения реальных направлений передвижения. Планируется модификация аппаратной части для поддержки системы Compass и GPS-III (L1-C), в дополнение к уже имеющемуся Galileo. Поиск и отслеживание этих сигналов были продемонстрированы с помощью предварительно записанных транслируемых образцов сценариев на имитаторах сигналов GNSS.

В 2011 году система Compass была недоступна. Поэтому работы над кремниевым исполнением Teseo-II были ориентированы, в основном, на максимальную гибкость в условиях