

ПЕРЕДОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИЕМА СПУТНИКОВЫХ СИГНАЛОВ TRIMBLE 360

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

TRIMBLE SURVEY DIVISION

ВЕСТМИНСТЕР, КОЛОРАДО, США

Октябрь 2012

РЕЗЮМЕ

Благодаря развитию глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS) увеличилось количество спутников и спутниковых сигналов, доступных профессиональным геодезистам во всем мире. Для того, чтобы геодезисты смогли воспользоваться всеми преимуществами новейших технологий спутникового позиционирования и получить отдачу от вложений в оборудование и технологии GNSS, компания Trimble предлагает технологию приема спутниковых сигналов следующего поколения - Trimble 360. Встроенная в приемник Trimble R10, технология Trimble 360 поддерживает прием спутниковых сигналов всех существующих и планируемых созвездий GNSS и дополняющих их дифференциальных подсистем. В комплексе с 440 каналами GNSS приемника R10, технология Trimble 360 позволяет геодезистам выполнять работу в ранее недоступных местах, например, в условиях плотной городской застройки или под кронами деревьев. В этой брошюре содержатся сведения о том, как технология Trimble 360 повышает производительность работ, и почему она гарантирует, что ваши сегодняшние вложения в оборудование Trimble GNSS будут защищены на многие годы вперед.

Survey Division, 10355 Westmoor Drive, Suite #100, Westminster, CO 80021, USA

© 2012, Trimble Navigation Limited. Все права защищены. Логотип Trimble, Глобус и Треугольник – торговые марки Trimble Navigation Limited, зарегистрированные в США и других странах. Maxwell – торговая марка Trimble Navigation Limited. Все прочие торговые марки – собственность соответствующих владельцев. PN 022543-558-RUS (10/12)



ВВЕДЕНИЕ

Развитие систем GPS и ГЛОНАСС непрерывно продолжается, растет количество запущенных спутников в системах Galileo и Compass, а следовательно, увеличивается количество спутников и спутниковых сигналов, которые профессиональные геодезисты могут использовать для повышения эффективности полевых работ. Технология GNSS помогла пользователям увеличить производительность, повысить эффективность и снизить затраты.

Дополнительные спутники и спутниковые сигналы позволят сделать следующий шаг вперед. Измерения становятся более устойчивыми, поскольку GNSS наблюдения стали намного надежнее, особенно в местах с ограниченной видимостью небосвода.

Для того, чтобы геодезические компании могли воспользоваться всеми преимуществами новейших GNSS технологий и получать отдачу от своих вложений, в приемнике Trimble R10 была реализована технология Trimble 360, которая позволяет принимать сигналы всех существующих и планируемых GNSS систем, включая GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Compass и QZSS, а также существующих и запланированных дифференциальных систем дополнения включая WAAS, EGNOS, MSAS и GAGAN. Благодаря 440 каналам GNSS приемника R10, технология Trimble 360 обеспечивает непрерывный и надежный прием всех доступных сигналов GNSS.



Рисунок 1: Приемник Trimble R10, оснащенный технологией Trimble 360

GPS

GPS система была разработана в 1973 году Министерством обороны США для определения точного местоположения, времени и навигации американскими военными и гражданскими пользователями во всем мире. Сегодня на орбите находится 31 активный и работоспособный GPS спутник. Сигналы GPS передаются на трех несущих частотах - L1, L2 и L5. Сигнал на частоте L5 в настоящее время транслируется только двумя спутниками типа Block IIF. Отличия между частотами показаны в Таблице 1.

Несущая	Частота (МГц)	Код
L1	1575.42	C/A, P(Y), M
L2	1227.60	P(Y), L2C, M
L5	1176.45	I5, Q5

Таблица 1: Несущие частоты GPS в настоящий момент

Благодаря доступу ко всем трем частотам L1, L2 и L5 возможности RTK систем значительно возрастут, обеспечивая более надежное позиционирование в сложных условиях. Кроме того, сигналы на L5 имеют более высокую мощность, чем на других частотах. В результате поиск и отслеживание таких сигналов станет проще.

Планы по модернизации GPS включают в себя сигналы L2C, передаваемые сегодня с 12 спутников; сигналы L5, передаваемые пока с двух спутников; и L1C, планируемые для

передачи со спутников серии Block III. Технология Trimble 360 позволяет использовать все доступные сигналы, включая новые L2C и L5 модернизированной GPS.

ГЛОНАСС

Российская спутниковая навигационная система, ГЛОНАСС, состоит из 24 полностью работоспособных спутников. Главное различие между GPS и ГЛОНАСС в структуре сигнала - в GPS используется технология множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA), в то время как в ГЛОНАСС используется технология множественного доступа с частотным разделением (FDMA). Другими словами, каждый ГЛОНАСС спутник вещает на своей частоте, но при этом использует один и тот же распределенный код, а все спутники GPS вещают на одной частоте, но используют различные коды. В Таблице 2 показаны частоты и коды ГЛОНАСС.

Несущая	Частота (МГц)	Код
L1	$1602 + 0.5625 \cdot n$	C/A, P
L2	$1246 + 0.4375 \cdot n$	C/A, P
L3*	1207.14	L30C

Таблица 2: Несущие частоты ГЛОНАСС в настоящий момент

*Примечание: сигналы CDMA, передаваемые со спутников ГЛОНАСС-К, окончательно не определены и могут быть изменены в будущем.

Текущие планы модернизации ГЛОНАСС подразумевают переход от структуры сигнала FDMA к структуре CDMA. Спутник ГЛОНАСС-K1, запущенный в октябре 2011 года, на данный момент вещает пробный сигнал CDMA на частоте L3. Технология Trimble 360 поддерживает все существующие сигналы ГЛОНАСС, а также запланированные сигналы CDMA.

GALILEO

Европейская система спутниковой навигации Galileo после развертывания будет представлять собой созвездие из 30 спутников. Первые два действующих спутника

были запущены в октябре 2011 года. Полное развертывание системы планируется на 2019 год. Технология Trimble 360 способна отслеживать будущие рабочие спутники Galileo и соответствует требованиям документа Open Service Signals-in-Space Interface Control (OS SIS ICD), Выпуск 1, Редакция 1, сентябрь 2010 года. Приемники, основанные на этой технологии, будут способны одновременно отслеживать все будущие сигналы со спутников, поддерживающих Open Service. В таблице ниже приведены текущие частоты и коды Galileo.

Несущая	Частота (МГц)	Код
E1	1575.42	E1a, E1b, E1c,
E5	1191.795	E5a-I, E5a-Q, E5b-I, E5b-Q
E6*	1278.75	E6a, E6b, E6c

Таблица 3: Несущие частоты Galileo в настоящий момент

*Примечание: E6a - это сигнал PRS, а E6b и E6c - это сигналы CS. Вопрос об открытом доступе к ним пока не решен.

COMPASS / BEIDOU-2

Система Compass, также известная как Beidou-2, это спутниковая навигационная система Китая. Программа была одобрена правительством Китая в 2004 году, и ожидается, что к 2012 году будет развернута региональная навигационная система, покрывающая Китай и ближайшие районы, а к 2020 году будет создана система с глобальным покрытием. В полном объеме созвездие будет состоять из 35 спутников. В это созвездие входят 27 спутников на средневысотной околоземной орбите (MEO), 5 геостационарных спутников и 3 геостационарных спутника с наклонной орбитой. Система Compass использует CDMA модуляцию и совместима с другими системами GNSS. В Таблице 4 показаны частоты и коды системы Compass.

Несущая	Частота (МГц)	Код
B1	1561.098	B1-I, B1-Q
B2	1207.14	B2-I, B2-Q
B3*	1268.52	B3-I, B3-Q

Таблица 4: Несущие частоты Compass в настоящий момент

Примечание: диапазон B3 имеет ограниченный доступ (только для военных).

Технология Trimble 360 отслеживает сигналы открытого доступа B1 и B2 тестируемых спутников Compass. Оборудование Trimble успешно отслеживает все спутники Compass, запущенные на сегодняшний день, включая пять геостационарных спутников Compass GEO (G1–G5), пять спутников с наклонной орбитой Inclined GEO (I1–I5) и 3 средневысотных спутника MEO (M1, M3, M4). Однако, по состоянию на начало сентября 2012 года, Compass G2 больше не передает ICD совместимые коды.

QZSS

Квазизенитная спутниковая система (QZSS) – это японская региональная навигационная система, покрывающая Азию и Океанию. Система была спроектирована так, чтобы быть полностью совместимой с GPS и передавать те же навигационные сигналы на частотах L1, L2 и L5, а также дополняющие корректирующие сигналы на L1 (L1-SAIF), совместимые с другими SBAS системами и обеспечивающие позиционирование с субметровой точностью. В Таблице 5 показаны частоты и коды QZSS.

Несущая	Частота (МГц)	Код
L1	1575.42	C/A, L1C, L1-SAIF
L2	1227.60	L2C
L5	1176.45	I5, Q5
LEX	1278.75	Short, Long

Таблица 5: Несущие частоты QZSS в настоящий момент

Первый спутник QZSS был запущен в сентябре 2010 года. Основываясь на IS-QZSS версии 1.2, технология Trimble 360 способна отслеживать и использовать все данные со спутников QZSS.

ТЕХНОЛОГИЯ TRIMBLE 360

Передовая спутниковая технология Trimble 360 гарантирует, что геодезисты смогут извлечь все преимущества из новейших GNSS технологий. Оснащенный двумя собственными интегральными микросхемами для обработки GNSS сигналов Trimble Maxwell™ 6, приемник Trimble R10 является первым геодезическим приемником, который использует 440 каналов для приема сигналов всех видимых спутников. Благодаря возможностям приема несущих частот различных GNSS систем (перечисленных в Таблице 6), технология Trimble 360 позволяет геодезистам отслеживать большее количество спутников, обеспечивая надежное позиционирование в самых сложных условиях.

Система GNSS	Несущая частота
GPS	L1, L2, L5
ГЛОНАСС	L1, L2
Galileo	E1, E5
Compass	B1, B2
QZSS	L1, L2, L5, LEX

Таблица 6: Возможности приема сигналов Trimble R10

Сердцевина приемника Trimble R10 – это новый обработчик сигналов HD-GNSS. Эта новаторская технология выходит за рамки традиционной методики с фиксированным/плавающим решением, обеспечивая более надежную оценку точности, чем традиционные технологии GNSS. Существенно меньшее время сходимости, а также повышенная точность и надежность решения позволяют геодезистам выполнять измерения при укороченных сеансах с большей уверенностью.

Приемник Trimble R10, оснащенный новым процессором HD-GNSS и технологией Trimble 360, обеспечивает полную поддержку всех существующих и запланированных сигналов навигационных спутников, включая GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Compass и QZSS.

ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ ГЕОДЕЗИСТОВ

Технология GNSS оказала исключительное влияние на геодезическую отрасль. Но использование GNSS для высокоточного позиционирования ранее было ограничено районами с хорошим обзором небосвода. Однако благодаря развитию технологий отслеживания спутников за последние годы у геодезистов появилась возможность работы даже в сложных условиях с увеличенной производительностью.

По сравнению с традиционным геодезическим GPS оборудованием технология Trimble 360 обеспечивает более надежное отслеживание спутниковых сигналов. Имея в распоряжении 440 каналов GNSS, технология Trimble 360 позволяет принимать все доступные GNSS сигналы, включая сигналы со всех действующих в настоящий момент спутников Galileo, Compass и QZSS, а также сигналы всех планируемых к запуску спутников этих созвездий и спутников, предназначенных для модернизации GPS и ГЛОНАСС. Работа с несколькими созвездиями GNSS позволяет геодезистам выполнять работу в более сложных условиях. Имея для работы дополнительные спутники, геодезисты получают более высокую точность в сложных полевых условиях. Это также приводит к снижению количества простоев и к повышению производительности полевых бригад.

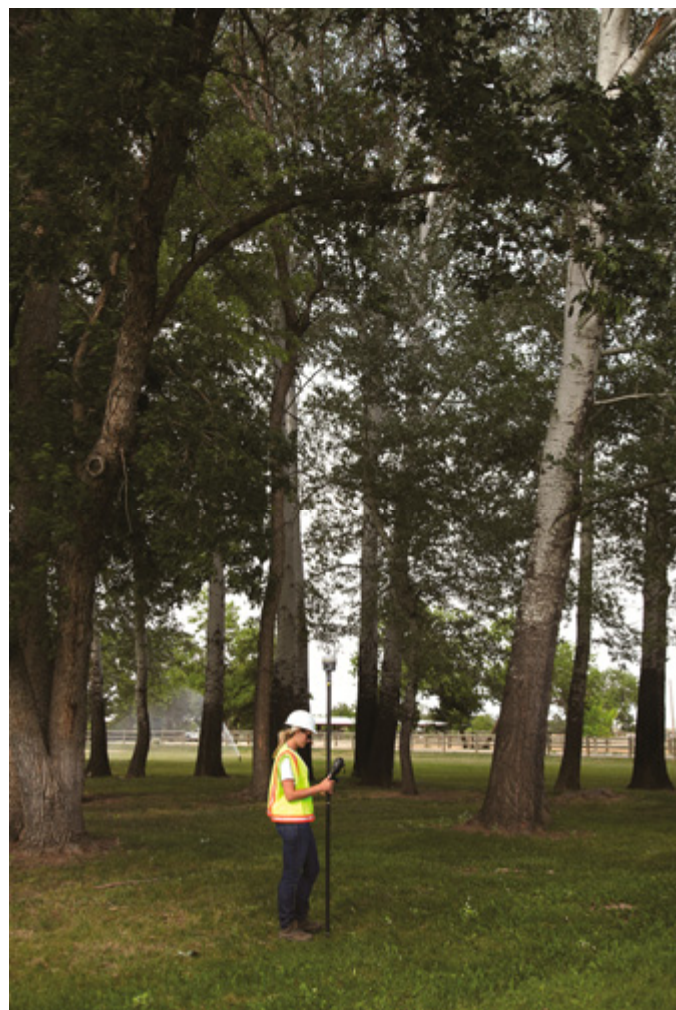


Рисунок 2: Приемник Trimble R10 с технологией Trimble 360 работает под кронами деревьев

Технология Trimble 360 позволяет профессиональным геодезистам не только пользоваться всеми преимуществами новейших GNSS технологий, но и дает возможность геодезическим компаниям получать отдачу от долговременных вложений в оборудование и технологии GNSS. Технология Trimble 360 разработана с прицелом на будущее и предназначена для приема всех планируемых в будущем сигналов по мере роста числа доступных спутников. Геодезисты получают уверенность в эффективности своих сегодняшних инвестиций и в том, что их геодезическое GNSS оборудование будет оставаться современным многие годы.



Рисунок 3: Приемник Trimble R10 с технологией Trimble 360 в городских условиях

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В следующем десятилетии мы увидим множество перемен в мире GNSS. Новые сигналы, которые появятся при модернизации GPS и ГЛОНАСС, дополнительные спутники Galileo, Compass и QZSS предоставят геодезистам новые возможности более надежного отслеживания спутниковых сигналов и все связанные с этим дополнительные преимущества. Технология Trimble 360, интегрированная в приемник Trimble R10, позволит геодезистам воспользоваться этими преимуществами и повысить точность, увеличить свою производительность и конкурентоспособность.

Так как большинство геодезистов используют свое спутниковое оборудование в течение нескольких лет, то компании, приобретающие приемник в наши дни, должны учитывать грядущие изменения GNSS. Выбирая приемник, готовый к приему новых сигналов без обновления аппаратной части, они защитят свои вложения на многие годы вперед и будут иметь максимальную точность и производительность весь срок службы оборудования.