

# 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.

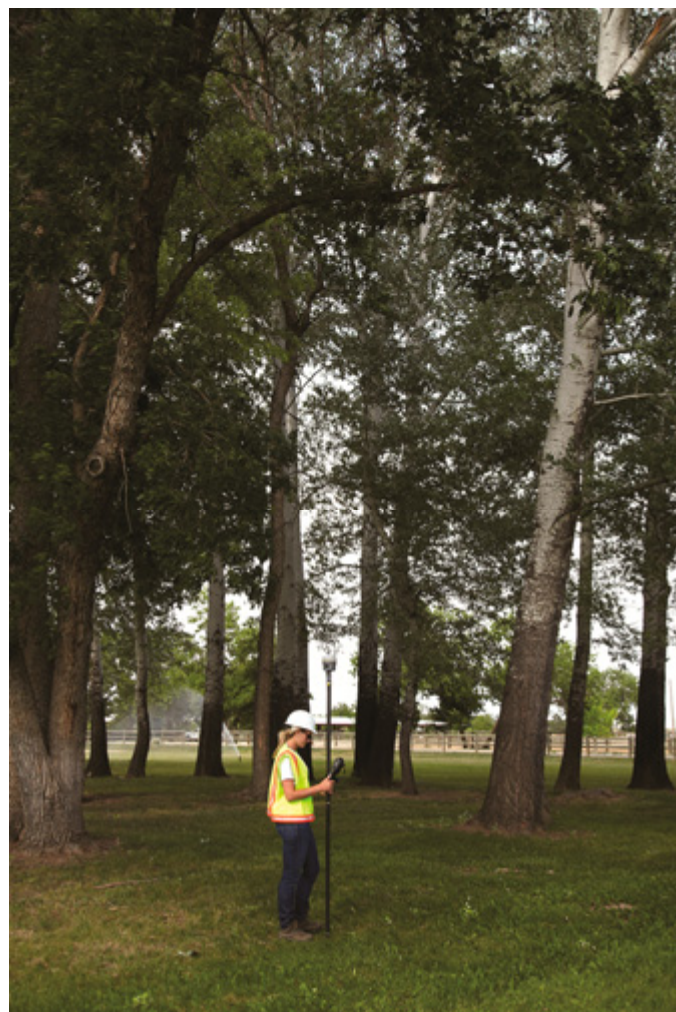


Рисунок 2: Приемник Trimble R10 с технологией Trimble 360 работает под кронами деревьев

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.

Гост применим к геодезическому оборудованию и приборам.