

ТЕХНОЛОГИЯ СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ Z-BLADE*

В настоящее время при выборе нового и, как правило, дорогостоящего оборудования специалисты оценивают, прежде всего, его производительность и эффективность. В 2011 г. компания Spectra Precision представила уникальную технологию спутникового позиционирования Z-Blade, которая позволяет определять пространственные координаты приемниками ГНСС при наличии таких препятствий, как высокие здания, плотная городская застройка или густые кроны деревьев, обеспечивая существенное повышение производительности при полевых работах. Эта технология была реализована в нескольких моделях оборудования компании Spectra Precision, таких как приемники ProMark800, ProMark220 и ProFlex800.

Уникальность технологии Z-Blade заключается в возможности объединенной обработки сигналов, получаемых от спутников различных группировок ГНСС. Такой подход позволяет использовать любые комбинации сигналов ГНСС и приводит к независимости от спутников GPS. Технология Z-Blade улучшает доступность измерения пространственных координат в режиме RTK в сложных условиях с ограниченной видимостью спутников, позволяя геодезистам работать более эффективно.

▼ Основные особенности технологии Z-BLADE

Технология определения местоположения Z-Blade разработана компанией Spectra Precision на основе многолетнего опыта, ноу-хау в области спутникового позиционирования и понимании того, что буду-

щее приемников ГНСС заключается в более эффективном использовании сигналов всех группировок спутников, не опираясь только на спутники GPS. Большинство производителей высокоточного спутникового геодезического оборудования предлагают приемники, позволяющие определять координаты с использованием различных ГНСС. Причем, одни доказывают это путем демонстрации возможности приемников отслеживать и использовать сигналы ГНСС, отличные от GPS, а другие — повышением точности определения местоположения и достоверности результатов, обеспечиваемых дополнительными спутниками к сигналам GPS. Но всех их объединяет то, что они рассматривают ГЛОНАСС, Galileo, Compass и другие системы только как дополнение к GPS. Такой подход является GPS-ориентированным, поскольку сигналы спутников любых созвездий, кроме спутников GPS, используются только как дополнение к 4-6 спутникам GPS при определении местоположения.

Основополагающий принцип ГНСС-ориентированной технологии, какой является Z-Blade, достаточно прост. Он предполагает, что каждый доступный

спутник, независимо от его принадлежности к той или иной группировке, равнозначен и, следовательно, спутниковые сигналы могут быть взаимозаменяемыми при вычислении координат местоположения. В таком подходе нет основополагающей зависимости от сигналов GPS, поскольку даже работа в режиме RTK возможна и без спутников GPS. Этот принцип значительно увеличивает потенциал доступных спутников, в том числе на территориях, где большинство спутников одной группировки не доступны из-за препятствий, и появляется высокая вероятность того, что количества оставшихся спутников ГНСС будет достаточно для вычисления местоположения и фиксированного решения RTK.

На рис. 1 представлено два подхода — GPS-ориентированный и ГНСС-ориентированный. Разница между ними предельно ясна. На рис. 1 (слева) отражен стандартный подход, который используется в большинстве приемников ГНСС, предлагаемых в настоящее время. Если видимых спутников GPS недостаточно (например, только три), местоположение не может быть вычислено, даже если имеется несколько спутников других систем, напри-

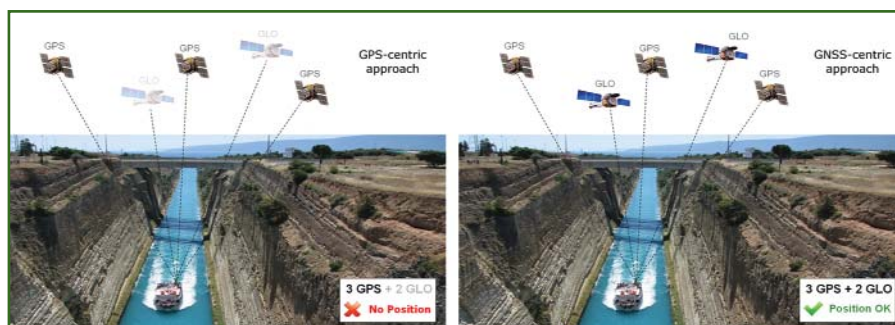


Рис. 1
GPS-ориентированный (слева) и ГНСС-ориентированный (справа) подходы

* Статья подготовлена пресс-службой компании «ГеоНавигация» (Екатеринбург).

мер ГЛОНАСС. Рис. 1 (справа) демонстрирует технологию Z-Blade. Данный подход предполагает, что все доступные спутники равны между собой, и наличие пяти спутников уже позволяет однозначно определить координаты приемника. В этом случае отсутствуют ограничения на минимальное количество спутников GPS, при условии достаточного общего количества спутников для получения фиксированного решения, что делает возможным работу в режиме RTK.

В результате технология Z-Blade обеспечивает определение координат во многих ситуациях, где GPS-ориентированные приемники ГНСС не смогут решить задачу.

Однако технология Z-Blade это не только ГНСС-ориентированный подход для надежного позиционирования. Она также включает функции, позволяющие повысить производительность оборудования ГНСС при работе в RTK-сетях, таких как VRS, FKP или MAC, и с одиночными базовыми станциями.

Даже при хороших условиях приема сигнала (обычно это открытое небесное пространство) существует множество потенциальных проблем при работе в RTK-сетях. Например, часто встречается неоптимальная геометрия сети, а также проблема ухода шкалы времени ГЛОНАСС. Вычисление ухода шкалы времени при работе с сигналами ГЛОНАСС зависит от производителя оборудования, и ошибки могут привести к увеличению промежутка времени до первого фиксированного решения (TTFF) либо к невозможности получения фиксированного решения вообще.

Технология Z-Blade оптимизирована для работы во всех сетях, независимо от производителя приемника базовой станции. Специальный механизм обработки данных в сетях с использованием технологии Z-Blade автоматически подстраивает вычисле-

ние координат в соответствии с типом сети, типами отдельных базовых станций и т. п., устраняя таким образом потенциальные проблемы, связанные с уходом шкалы времени ГЛОНАСС.

▼ **Дополнительные преимущества**

Технология Z-Blade предоставляет геодезистам несколько важных преимуществ.

Об одном из них уже было рассказано выше — это возможность работать в районах с частично закрытым небосводом, где использование спутниковых систем ограничено или даже невозможно.

Технология Z-Blade также дает преимущество в случаях, когда сигналы GPS доступны, но из-за сильных внешних помех (например, на частотах GPS L1 и L2) их может быть недостаточно для определения местоположения. Данная ситуация не является проблемой для приемников, оснащенных технологией Z-Blade, которые продолжают определять местоположение до тех пор, пока сигналы от других ГНСС (например, ГЛОНАСС) доступны. Более того, технология Z-Blade обеспечивает дополнительную и уникальную возможность вычислять местоположение с использованием только одной системы, например ГЛОНАСС.

Технология Z-Blade позволяет спутниковому приемнику работать только в режиме ГЛОНАСС или только в режиме Compass, когда это требуется. Несмотря на то, что это не совсем обычный режим работы для большинства геодезистов, такая возможность может быть важна при работе по государственным заказам, когда требуется уверенность в том, что оборудование может использоваться и в период отключения сигналов GPS или в случае отказа от использования GPS. Режим работы с одной глобальной навигационной спутниковой системой также может быть интересен для научных исследований.

Кроме того, ГНСС-ориентированный приемник позволяет выбрать систему координат и источник времени. Например, от организаций, работающих по государственному заказу, в РФ требуют получать пространственные координаты в системе ПЗ-90, а «сырые» данные — с привязкой к шкале времени ГЛОНАСС, независимо от того, принимались или нет сигналы этой системы.

И, наконец, благодаря усовершенствованным механизмам обработки RTK, технология Z-Blade обеспечивает сокращение времени до первого фиксированного решения в сетях базовых станций, независимо от производителя оборудования.

Таким образом, можно отметить следующие преимущества технологии Z-Blade и пользователей, работающих с таким оборудованием:

- определение местоположения, когда имеются внешние природные факторы, препятствующие приему сигналов ГНСС;

- вычисление координат приемника ГНСС даже при возникновении внешних помех в сигналах GPS на частотах L1 и (или) L2;

- возможность использования только одной ГНСС, будь то ГЛОНАСС, Compass или Galileo, если это требуется при решении специальных задач;

- быстрое и надежное получение фиксированных решений на больших базовых линиях, в том числе при работе в сетях VRS, MAC и FKP;

- оптимальная работа с данными приемников любых производителей на базовых станциях.

▼ **Экспериментальная проверка технологии Z-Blade**

Чтобы на практике оценить преимущества технологии Z-Blade, были проведены экспериментальные измерения с использованием приемника ProMar220 с технологией Z-Blade

и приемника аналогичного класса другого производителя с традиционной GPS-ориентированной технологией.



Рис. 3
Общий вид экспериментального оборудования (точка А)



Рис. 4
ProMark220 и приемник другого производителя с антеннами, закрепленные на одной вехе

Для эксперимента была выбрана площадка со сложными внешними условиями: на ней имелись деревья с густой кроной, часть территории находилась под летними домиками, металлические крыши которых полностью блокировали прием спутниковых сигналов (рис. 2). На этом же рисунке показана схема хода, вдоль которого выполнялись тестовые измерения.

На рис. 3 и рис. 4 приведены приемники и антенны, смонтированные на одной вехе для проведения полевых испытаний.

Измерения при экспериментальных исследованиях прово-

дились в режиме кинематики «стой-иди», который предусматривает возможность остановиться на измеряемой точке, а затем продолжить движение до следующей точки измерений. Наблюдения начинались на контрольной точке А, затем на точках вдоль хода (через точки В и С) и завершались на точке А, с остановкой на ней на несколько минут. По такой схеме было выполнено пятнадцать ходов для получения объективных статистических данных. Во время тестирования оба приемника принимали поправки GPS и ГЛОНАСС в формате RTCM-3 от одной и той же базовой станции, расположенной на расстоянии 1,3 км от тестовой площадки.

Для оценки влияния типа базового приемника на результаты измерений было проведено две серии измерений по описанной выше методике. В первой серии в качестве базового использовался приемник ProMark800, а во второй — приемник другого производителя.

Результаты измерений с базовым приемником Spectra Precision

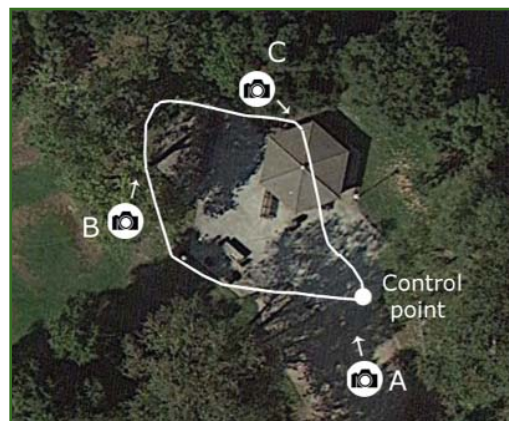


Рис. 2
Схема хода при экспериментальных измерениях

На рис. 5 приведены только фиксированные решения, в то время как на рис. 6 показаны и фиксированные, и плавающие решения. Синие точки отображают результаты измерений, полученные ProMark 220, а желтые — приемником другого производителя. На рис. 6 более темные точки обозначают фиксированные решения, а более светлые — плавающие.

Благодаря технологии Z-Blade, приемник ProMark220 обеспечивает более высокую производительность для фиксированных и

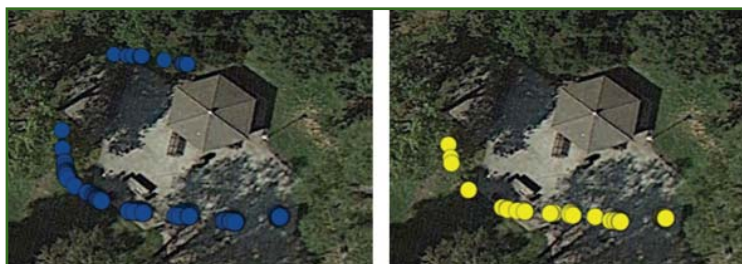


Рис. 5
Фиксированные решения (базовый приемник ProMark800)

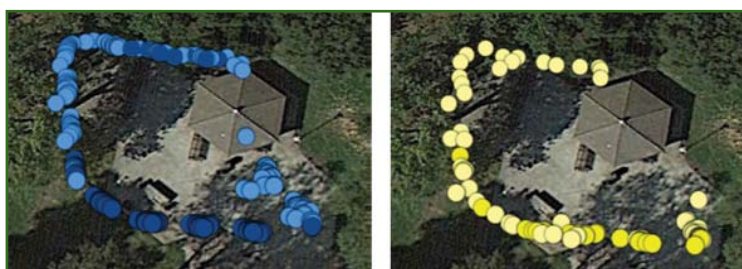


Рис. 6
Фиксированные и плавающие решения (базовый приемник ProMark800)

Результаты эксперимента при использовании ProMark800 в качестве базового приемника Таблица 1

	ProMark 220	Приемник другого производителя
Общее количество эпох	1688	1632
Фиксированные решения	908 (54%)	411 (25%)
Плавающие решения	644 (38%)	164 (10%)

плавающих решений. В табл. 1 приведены количественные показатели экспериментальных исследований.

ProMark220 обеспечил 54% фиксированных решений от общего количества эпох, в то время как оборудование другого производителя — только 25%.

Кроме того, ProMark220 позволил определить координаты под густой кроной деревьев, в то время как приемник другого производителя вообще не получил фиксированного решения в данном месте.

Результаты измерений с базовым приемником другого производителя

На рис. 7 приведены только фиксированные решения, в то время как на рис. 8 показаны и фиксированные, и плавающие решения. Синие точки отображают результаты измерений, полученные ProMark 220, а желтые — приемником другого производителя. На рис. 8 более темные точки обозначают фиксированные решения, а более светлые — плавающие.

Хотя разница в фиксированных решениях между ProMark220 и приемником другого производителя в данном случае не так заметна, тем не

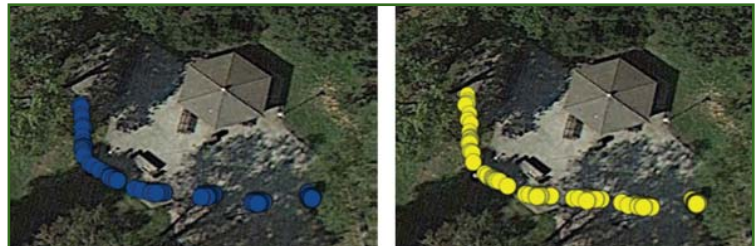


Рис. 7
Фиксированные решения (базовый приемник другого производителя)

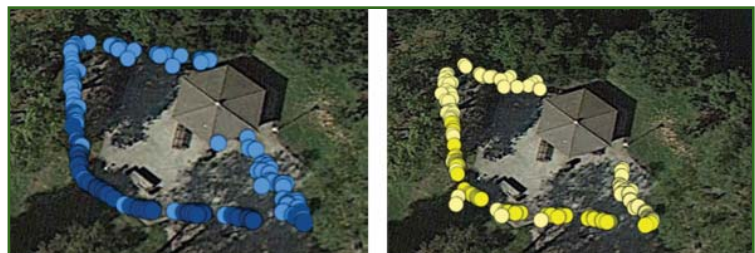


Рис. 8
Фиксированные и плавающие решения (базовый приемник другого производителя)

менее, она составляет 50% от общего количества эпох для ProMark220 и только 44% — для приемника другого производителя, как показано в табл. 2.

Разница в полученных результатах более значима, если принимать во внимание фиксированные и плавающие решения. В этом случае ProMark220 заметно превосходит приемник другого производителя, даже несмотря на то, что в качестве

базового использовался приемник этого производителя.

Данные результаты также свидетельствуют о возможности технологии Z-Blade эффективно работать даже с базовым приемником другого производителя.

Проведенные экспериментальные исследования подтвер-

дили преимущества технологии Z-Blade при получении фиксированных решений в условиях ограниченного или закрытого небосвода. Она также гарантирует меньшие затраты времени для получения первого фиксированного решения и оптимальную работу с базовыми станциями любых производителей.

RESUME

There given the results of testing the satellite positioning technology Z-Blade, which was developed by Spectra Precision company in 2011 and implemented in GNSS receivers — ProMark800, ProMark220 and ProFlex800. This solution improves the performance of measurements in cities with tall buildings and dense built-up environment, as well as in forest areas with dense tree cover.

Результаты эксперимента при использовании в качестве базового приемник другого производителя Таблица 2

	ProMark 220	Приемник другого производителя
Общее количество эпох	1367	1351
Фиксированные решения	686 (50%)	595 (44%)
Плавающие решения	511 (37%)	340 (25%)