

МЕТОДИКА ВЫСОКОТОЧНОГО RTK-ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОРСКИХ СУДОВ*

Брент О'Мигер (Brent O'Meagher) — Морской дивизион Trimble, США

Саймон Лайтбади (Simon Lightbody) — Морской дивизион Trimble, Новая Зеландия

В статье освещается новая методика относительного позиционирования судов в режиме Moving Base RTK (режим RTK с подвижной базовой станцией). Методика Moving Base RTK разработана компанией Trimble Navigation и имеет ряд отличий от традиционной методики RTK-позиционирования, когда базовая станция (БС) устанавливается стационарно на точке с известными координатами, в то время как подвижный приемник (ПП), с помощью которого выполняются измерения относительно БС, перемещается. Методика Moving Base RTK предусматривает взаимное перемещение БС и ПП и позволяет вычислять 3D вектор взаимного положения БС–ПП с сантиметровой точностью. Эта методика идеально подходит для решения тех задач, при которых необходимо определять относительное перемещение и скорость сближения двух или более объектов, например, швартовка танкера к судну-перевозчику и аналогичные задачи. Это позволяет соблюдать требования техники безопасности при заходе судов в док или при швартовке борт к борту, наряду с уменьшением временных затрат на подобные операции.

В упрощенном виде методика Moving Base RTK обеспечивает абсолютное позиционирование судна в автономном режиме с точностью определения координат порядка 10 м, но при этом от-



Рис. 1
Приемник Trimble MS750

носительное местоположение и перемещение каждого из судов относительно друг друга определяется с сантиметровой точностью. Усовершенствованная методика Moving Base RTK позволяет использовать как RTCM-поправки от спутникового сервиса или от береговой базовой станции DGPS, так и поправки от береговой базовой станции, работающей в режиме RTK. Если подвижный приемник принимает поправки, то точность определения абсолютных координат увеличивается до десятков сантиметров для DGPS-режима и до первых сантиметров для режима RTK. При этом относительное позиционирование каждого из судов остается на сантиметровом уровне.

Методика Moving Base RTK отличается от своих аналогов также тем, что обеспечивает сантиметровый уровень определения относительного расположения судов, точное определение скорости сближения судов, и высокую частоту обновления навигационной информации — до 10 Гц!

Упрощенная методика Moving Base RTK

При традиционном способе реализации режима RTK для точного определения позиции и скорости подвижного объекта расстояние от береговой базовой станции не должно превышать 20 км. Режим Moving Base RTK, реализованный в морской серии приемников GPS Trimble MS750 (рис. 1) и MS860 (рис. 2), предусматривает перемещение как БС, так и ПП и обеспечивает сантиметровую точность взаимного позиционирования объектов, снимая ограничения на дальность расположения этих объектов от стационарной базовой станции. В настоящее время, используя предложенную методику, точное взаимное позиционирование судов осуществляется в открытом море без приема дифференциальных поправок. На рис. 3 представлен пример использования этой методики для точной ориентировки судна с использованием приемника MS860 и навигационного ПО Trimble HYDR0pro. Точное отсле-



Рис. 2
Приемник Trimble MS860 с двумя антеннами

* Перевод статьи выполнен Б.М. Малибашевым (НПП «Навгеоком»).

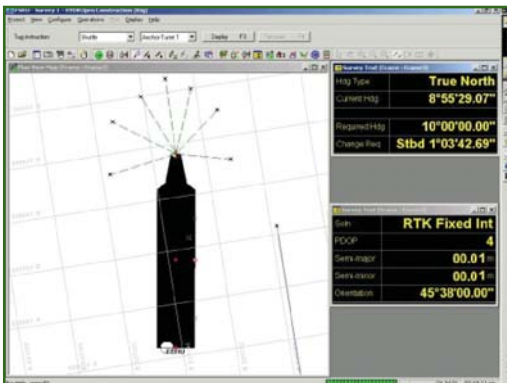


Рис. 3
Мониторинг положения судна в ПО HYDRopro

живание относительного перемещения двух или более судов может быть реализовано на основе двух или более приемников GPS Trimble модели MS750 или MS860.

Пример постановки судна в точку швартовки SPM (Single Point Mooring) показан на рис. 4. В этом случае, приемник MS750, выполняющий роль подвижной БС, установлен на SPM, а приемник MS860, с помощью которого осуществляется позиционирование, — на судне. Приемник MS860 имеет две GPS-антенны, которые устанавливаются у противоположных бортов судна. Приемник MS750 перемещается и передает поправки сантиметрового уровня точности в формате CMR через радиоканал с заданной частотой

(каждую секунду), а приемник MS860 принимает сигнал. На судне, используя поправки, передаваемые с БС, вычисляется вектор А. Аналогичным образом с помощью двух антенн приемника MS860 определяется вектор В и рассчитывается курс судна. Упрощенная методика Moving Base RTK обеспечивает определение компонент пространственного вектора БС–ПП на сантиметровом уровне, в то время как абсолютные значения координат БС и ПП определяются с точностью до 10 м.

или RTK, что позволяет позиционировать подвижную базовую станцию относительно фиксированной базовой станции на субметровом уровне для DGPS или на сантиметровом уровне для режима RTK. Рассмотрим усовершенствованную методику на примере, представленном на рис. 5. В этом случае фиксированная (стационарная) БС передает поправки RTCM или RTK по радиоканалу на подвижную БС (приемник Trimble MS750, установленный на SPM). Подвижная БС принимает поправки и вычис-

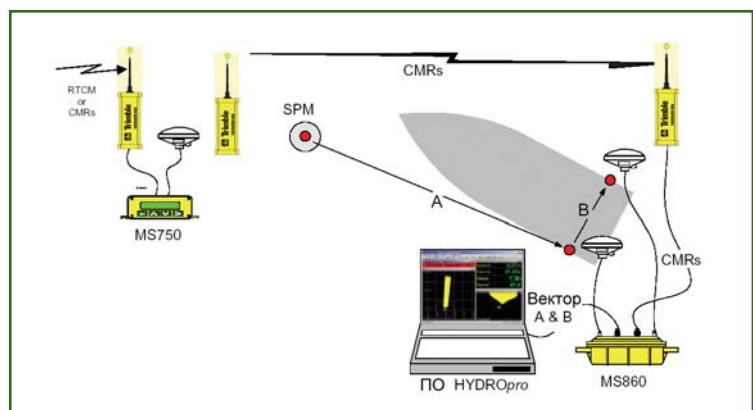


Рис. 5
Постановка судна к «беспричальному наливу» на основе усовершенствованной методики Moving Base RTK

▼ **Усовершенствованная методика Moving Base RTK**

Приемники Trimble серии MS имеют возможность определять местоположение в режиме DGPS

ляет точное местоположение. Она может работать в режиме «малой задержки» (Low Latency) или в «синхронизированном» (Synchronized) режиме. Режим Low Latency обеспечивает выдачу позиции с частотой 20 Гц, с задержкой порядка 20 миллисекунд с незначительным уменьшением точности по сравнению с «синхронизированным» режимом. Подвижная БС генерирует CMR-поправки и передает их по радиоканалу в ПП, установленный на судне, с частотой 1, 5 или 10 Гц, используя предпочтительный режим передачи CMR: «стандартный» (Standart) или «быстрый» (Fast).

Приемник GPS на судне принимает CMR-поправки и вычисляет пространственный вектор А с частотой генерирования решения, соответствующей частоте передачи CMR-поправок по-

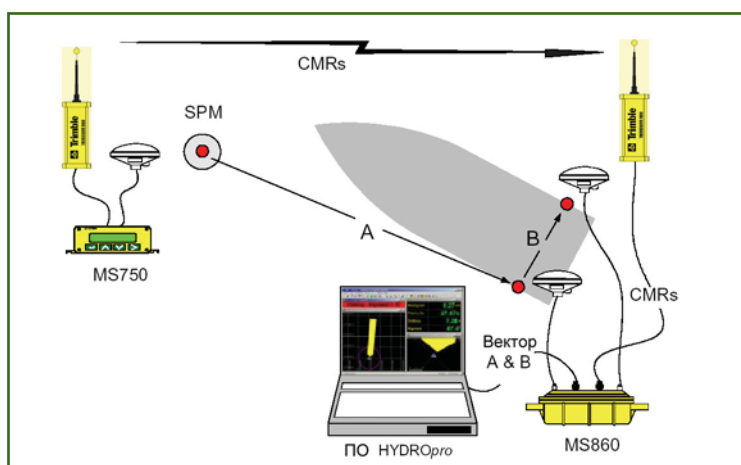


Рис. 4
Постановка судна к «беспричальному наливу» на основе упрощенной методики Moving Base RTK

движной БС. Результаты определения векторов А и В доступны на судне и обеспечивают оператора точной навигационной информацией — скорость сближения, дистанция и курс судна. В этом случае абсолютное местоположение SPM и судна известно с точностью нескольких десятков сантиметров для DGPS и нескольких сантиметров для режима RTK.

▼ **Сетевая методика Moving Base RTK**

Эта методика позволяет объединять в сеть несколько подвижных приемников, выполняющих функции как БС, так и ПП. Сетевую методику Moving Base RTK лучше всего продемонстрировать на примере операции швартовки танкера к судну-перевозчику (рис. 6). В этом случае курс, позиция и скорость сближения танкера и судна-перевозчика, в соответствии с требованиями швартовки, должны отображаться на танкере для движения относительно борта судна-перевозчика.

На обоих судах (танкере и судне-перевозчике) установлены приемники GPS Trimble MS860. На каждом судне одна из антенн соответствует базовой станции, другая — подвижному приемнику. БС на каждом судне передает CMR-поправки на ПП, установленный на этом же судне, с частотой 10 Гц, что обеспечивает высокую точность определения текущего курса: А и С. Точность определения курса зависит от длины базовой линии между двумя антеннами. Во время испытаний в условиях высокой многолучевости с размещением антенн на 10 м точность определения курса составила 0,03°. Поскольку БС и ПП объединены в один блок — приемник GPS Trimble MS860, который установлен на мостике, а БС и ПП имеют кабельное соединение, то нет необходимости в организации между ними радиоканала.

Судно-перевозчик будем на-

зывать «базовым судном». ПП этого судна будет выполнять функцию подвижной БС и передавать по радиоканалу CMR-поправки на второе судно, которое будем называть «роверным судном». Одновременно с CMR-поправками на той же частоте, передаются текущая позиция и текущий курс «базового судна», а навигационное ПО Trimble HYDROpro «роверного судна» позволяет контролировать относительное положение и текущие курсы обоих судов. Эта информация постоянно обновляется и позволяет ПО HYDROpro в режиме реального времени рассчиты-

- скорость сближения двух судов относительно бака и кормы;
- остаточное расстояние между судами (В);
- взаимную ориентировку судов;

— относительное вертикальное смещение для подгонки швартовочного фала.

Таким образом, методика Moving Base предлагает еще одно применение режима RTK для высокоточного позиционирования судов, придя на смену дальномерным системам Artemis, роботизированным электронным тахеометрам с активным отражателем, стандартным DGPS и RTK-методикам. Она обладает следующими преимуществами:

- относительная позиция, курс и скорость определяются с сантиметровой точностью;
- вертикальная компонента качки определяется с сантиметровой точностью;
- нет необходимости в прямой видимости между базовой станцией и подвижным приемником, что является неременным требованием в дальномерных системах;
- одна базовая станция может обслуживать любое количество судов;
- абсолютная позиция, курс и скорость могут определяться с сантиметровой точностью.

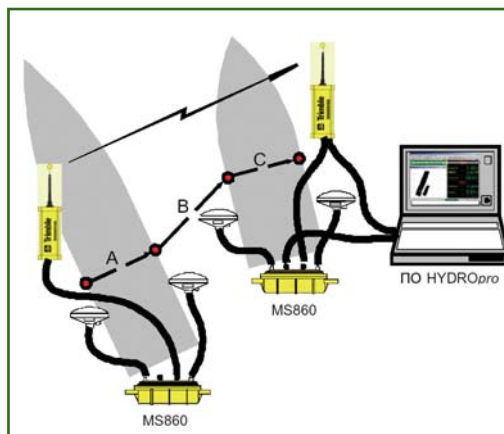


Рис. 6
Операция швартовки танкера к судну-перевозчику

Комбинации относительного и абсолютного метода позиционирования с сантиметровой точностью широко применяются для решения задач высокоточного позиционирования морских судов.

Навигационные приемники GPS Trimble MS750 и Trimble MS860 имеют сертификаты соответствия в системе ГОСТ-Р Государства РФ.

Компания «Навгеоком» предоставляет комплексы для высокоточной морской навигации на основе приемников GPS Trimble MS860, MS750 и программного обеспечения HYDROpro, проводит обучение пользователей и пуско-наладку, а также обеспечивает полный спектр сервисных услуг.

RESUME

A new technique — the Moving Base RTK or the RTK with the mobile base station — is described. This technique provides for mutual geopositioning of sea vehicles in the RTK mode. The technique was developed by the Trimble Navigation. It is based on the 3D vector calculation to mutually position the base station and the mobile receiver with a centimeter level accuracy. This technique implementation for ship navigation is introduced including docking, a board to board mooring, a ship orientation determination, etc.