



**Концепция
создания сети
контрольно-корректирующих
дифференциальных станций (GPS)
по стандарту IALA
для навигационных систем
на водном пути Дунай**

Разработчик:

Южное управление водных путей и судоходства
Вюрцбург
Рабочая группа M2
(Мотт, Штайнхубер)

По состоянию на: 04.07.2002



1	ОСНОВЫ GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM – ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ).....	2
2	ОСНОВЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ GPS.....	3
3	ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ В ГЕРМАНИИ.....	3
4	ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ В ЕВРОПЕ.....	5
5	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ДУНАЯ.....	7

Приложение 1: Доклад об основах, часть 2: дифференциальная GPS (DGPS)

Приложение 2: Спецификация для контрольно-корректирующей станции 4000 MSK DGPS фирмы Trimble

Приложение 3: Требования к месту размещения контрольно-корректирующих дифференциальных станций для диапазона средних волн по стандарту IALA

Приложение 4: Перечень служб радионавигации (List of Radionavigation Services) IALA

Приложение 5: Руководство IALA для дистанционного мониторинга и контроля за вспомогательными средствами для навигации (IALA Guidelines on Remote Monitoring and Control of Aids to Navigation)

1 Основы GPS (Global Positioning System – глобальная система определения местонахождения)



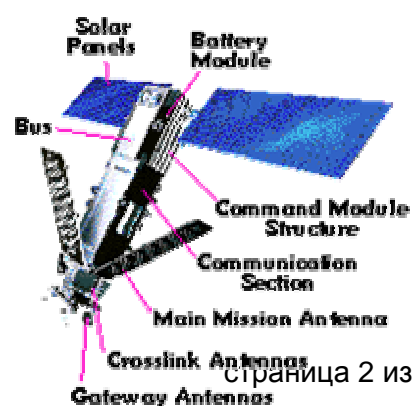
С помощью американских военных была создана всемирная система спутниковой навигации - **GPS (Global Positioning System - глобальная система определения местонахождения)**. Система состоит из 27 спутников (9 Block II, 16 Block IIA, 2 Block IIR):

- официальная конфигурация состоит из 24 спутников (II/IIA)
- 21 действующий спутник и 3 резервных спутника
- 3 новых спутника Block IIR с конца 1998 г.

на высоте около 20.000 м, передают на землю данные в диапазонах волн L и S. Эти данные закодированы для военных целей кодом P и доступным для гражданского использования кодом C/A. Министерство обороны США

может в случае кризиса долговременно искажать для конкретной местности данные C/A в пределах +/- 100м, так что будет возможно только очень неточное определение местонахождения. Эта программа носит название **Selective Availability (SA) – селективный доступ**. При активизации программы SA точность позиционирования ограничивается +/- 100м. Начиная со 2 мая 2000 г. программа селективного доступа (Selective Availability) отключена. Тем самым точность составляет +/- 13м (95%).

Спутники передают наряду с собственными координатами на орбите также сведения об орбите других спутников и сигналы точного времени. На этой основе могут быть рассчитаны местонахождения спутников. Современные приемники GPS работают

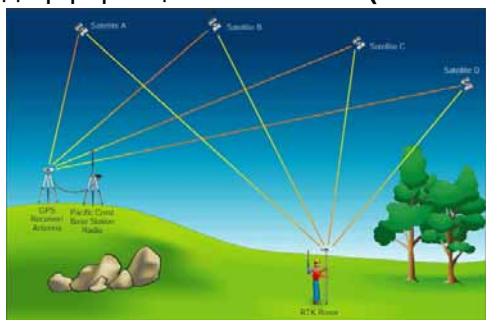




на 12 параллельных каналах. Три из них используются для определения местонахождения (Triangulation - триангуляция). Четвертый служит для расчетов положения по вертикали. Остальные восемь каналов также принимают сигналы от спутников и приемо-индикатор GPS перерабатывает их вместе с данными на четырех других каналах в надежную и непрерывную картину измерений.

2 Основы дифференциальной GPS

Для многих гражданских пользователей достигаемая точность в 100 м оказывается однако недостаточной. Для того, чтобы даже при включенной программе селективного доступа можно было достичь точности в 3 м, используется простой трюк. В месте, координаты которого известны, устанавливается еще один приемо-индикатор GPS. Этот приемо-индикатор служит как эталонная станция для внесения поправок. Принимаемые от спутников сигналы и известные действительные данные о местонахождении сравниваются между собой. Выявленная разница сообщается мобильным станциям по радио. С помощью этих данных все близлежащие приемо-индикаторы GPS могут провести уточнение своего местонахождения. Этот процесс называют дифференциальным **GPS (differential GPS)**.



Посредством уточнения фаз несущей частоты для отдельных сигналов со спутников точность определения местонахождения удается в отдельных случаях поднять до примерно 1 см. В этом случае речь идет о **PDGPS (precision DGPS – сверхточном дифференциальном GPS)**. Режим PDGPS при условии измерения фаз несущей частоты и использования специальной навигации (Koppelnavigation) пригоден даже для направления транспортных средств по одной колее.

Наряду с улучшением точности в случае создания системы контрольно-корректирующих дифференциальных станций обеспечивается еще одно существенное преимущество. Для спутников GPS и станций DGPS обеспечивается круглосуточный мониторинг в отношении их функционирования и точности. Таким образом для территории, покрываемой сигналом DGPS, всегда можно определить качество навигации посредством электроники. Мониторинг работы станций DGPS может осуществляться удаленным подразделением централизованно по каналам связи. При появлении сбоев или существенном ухудшении точности позиционирования пользователи будут сразу проинформированы. Дальнейшие сведения об основах DGPS содержатся в Приложении 1.



3 Положение дел в Германии

В интересах обеспечения совместимости с мореплаванием в Германии было принято решение в пользу DGPS согласно стандарту IALA. Это было и остается необходимым, поскольку в прибрежной зоне морские суда входят во внутренние воды. Тем самым отпадает необходимость в



дублирующем оснащении этих судов навигационным оборудованием.

Для сферы мореплавания IALA разработала концепцию системы, которая базируется на GPS в сочетании с дополнительным наземным контрольно-корректирующим компонентом. Согласно спецификациям IALA в Европе построено около 120 контрольно-корректирующих дифференциальных (DGPS) станций, из которых две расположены на территории Германии: станция в Groß Mohrdorf, а первоначально в Wustrow обеспечивает западную часть Балтийского моря, а станция Helgoland обеспечивает Deutsche Bucht, а также прилегающие морские магистрали. Обе контрольно-корректирующие станции DGPS были сданы в эксплуатацию в целях судоходства в третьем квартале 1996 г.

Контрольно-корректирующие станции были оборудованы Федеральным управлением водных путей и судоходства и имеют радиус действия около 285 км. Спецификация используемого на станции оборудования находится в Приложении 2. Посредством двух контрольно-корректирующих станций обеспечивается работа службы радионавигации DGPS на всем взморье в Германии. Еще одна станция будет сооружена в 2002 г. в местечке Zeven (53N17, 09E15). Во всем мире по этому стандарту строятся около 200 контрольно-корректирующих станций.

Возможность покрытия больших территорий посредством малого числа контрольно-корректирующих станций обеспечивает высокую экономическую эффективность при строительстве и эксплуатации службы DGPS. Достижимая точность около 1 – 5 м является важной предпосылкой для универсального использования. Службу DGPS должны иметь возможность использовать себе на пользу по возможности большее число потребителей в различных сферах деятельности, хотя основным предназначением остается морская навигация и картографирование. Служба DGPS служит обеспечению безопасности навигации и поэтому ее сигнал распространяется в незакодированной форме.

IALA утвердила системные требования для морской службы DGPS, разработала концепцию для контрольно-корректирующих станций и осуществила планирование используемых частот. В качестве стандарта IALA тем самым существуют предписания для передачи по радио данных с поправками DGPS. Составной частью стандарта является формат данных согласно рекомендации RTCM. Специальный комитет № 104 („Special Committee No. 104“) определил формат сигнала с поправками DGPS в документе под названием RTCM 134-89 / SC 104-68. Международный союз электросвязи разработал для стандарта IALA дополнительно протокол передачи по радиоканалам и рекомендовал его использовать. Контрольно-корректирующие станции Groß Mohrdorf и Helgoland отвечают предписаниям IALA и Международного союза электросвязи, причем для передачи данных из диапазона морских радиомаячных станций были выбраны частоты 308 кГц (Groß Mohrdorf) и 298,5 кГц (Helgoland), а также использована интенсивность передаваемого потока 200 бит/сек. В связи с отключением программы селективного доступа со 2 мая 2002 г. интенсивность передаваемого потока была снижена до 100 бит/сек.

Станции располагают приемо-индикатором GPS, устройством придания формата RTCM, модулятором, передатчиком для средних волн и антенной для средних волн с устройством согласования. Корректирующие поправки DGPS излучаются посредством антенны для диапазона средних волн. В интересах обеспечения бесперебойности работы основные компоненты системы дублируются, в том числе приемо-индикатор GPS и передатчик для средних волн. Для целей мониторинга там же смонтирован еще один приемо-индикатор GPS вместе с приемником для средних волн и процессором для опознавания ошибок и анализа целостности. Для целей последующего использования („Post Processing“) первичные данные записываются (частоты GPS L1 и L2). Подключение



оборудования к сети позволяет дистанционно проводить диагностику и управлять контрольно-корректирующими станциями на расстоянии, для чего должна быть обеспечена гарантированная надежность в 99,9 %.

Для проверки функционирования и достигаемой точности службы DGPS проводились многочисленные мероприятия с использованием измерительной аппаратуры, причем использовались различные приемо-индикаторы GPS. Выяснилось, что при использовании высококачественных приемо-индикаторов GPS обеспечивалась точность определения местонахождения около 1 м, при использовании простейших приемо-индикаторов GPS, которые функционируют без сглаживания фаз, достигалась точность около 5 м.

За использование этой службы DGPS не взимаются никакие сборы.

В Германии запланировано полное покрытие территории сигналом DGPS согласно стандарту IALA до конца 2003 года. Места размещения передатчиков, а также другие технические параметры содержатся в Приложении 3.

4 Положение дел в Европе

Отображенная ниже карта показывает зоны наличия сигнала DGPS согласно стандарту IALA в Европе.



Дополнительные станции, прежде всего вокруг Средиземного моря, находятся на стадии планирования или строительства. После сооружения передатчиков DGPS согласно стандарту IALA в Германии и позднее на Дунае вплоть до Черного моря покрытие сигналом территории Европы станет еще лучше.

5 Предложения для Дуная

Для покрытия сигналом Дуная предлагается вначале следующее размещение станций.



При этом следует учитывать, что вышеуказанное предложение предполагает радиус действия станций в 200 км и идеальные условия распространения сигнала. Реальный радиус действия конкретных передатчиков может быть выяснен только посредством точного расчета распространения сигнала с учетом закрепленной за ним частоты. Три расположенных на юге передатчика можно соорудать также южнее Дуная, то есть национальная принадлежность передатчика может еще уточняться.

Возможными местами размещения могли бы стать:

- в Австрии участок между Кремсом и Веной;
- в Венгрии окрестности Калоча (Kalocsa, около 100 км южнее Будапешта);
- в Югославии окрестности Велико Градиште (Veliko Gradište, около 70 км западнее Белграда) или
в Румынии район западнее Молдова Нойэ (Moldova Nouă);
- в Румынии окрестности Каракала (Caracal, около 180 км на юго-запад от Бухареста);
- в Румынии окрестности Хыршовы (Hârșova, около 190 км восточнее Бухареста).

Технические параметры, а также строительно-монтажные критерии могут быть взяты за основу по аналогу с передатчиками в Германии и содержатся в Приложении 3. Концепция обслуживания каждого из передатчиков должна составляться отдельно в соответствии с правилами национальных компетентных органов в сфере водных путей и судоходства.