

Екатерина Баранова

# ГЛОНАСС – родная альтернатива GPS

**12 октября 1982 г. Советским Союзом был запущен первый отечественный навигационный спутник. Именно так началось формирование российской системы глобального позиционирования ГЛОНАСС. Сейчас, спустя более чем 20 лет, Правительство РФ смогло назвать более или менее точную дату ее создания.**

Все годы, что шла работа над системой глобального позиционирования, оставалось неизменным требование обеспечить ее доступность независимо от дипломатических отношений с другими странами. Создание собственной спутниковой навигации было необходимым шагом для нужд российской обороны, решение об открытии ГЛОНАСС гражданским пользователям стало хорошим жестом со стороны военных, который обусловлен в большей степени желанием хотя бы частично финансировать ее изготовление «частным сектором». Однако на данный момент ГЛОНАСС пока проигрывает своему единственному конкуренту – американской GPS – как по функциональности (точности определения координат, покрытию земной поверхности и т. п.), так и по стоимости пользовательского оборудования.

## Принцип действия

Работа системы ГЛОНАСС во многом аналогична работе NAVSTAR GPS (или просто GPS): «Кия» уже обращались к теме спутниковой навигации, где были подробно описаны идеи, лежащие в ее основе (см. № 199 за 2006 г.). «На пальцах» принцип действия навигационной системы можно объяснить следующим образом: на орбите находится некоторое количество спутников, которые постоянно передают информацию «о себе» на Землю. Информационные сообщения содержат данные о расположении спутников и точном борто-

вом времени (для этого все спутники оснащены точными приборами для его отсчета).

Поскольку любые сигналы распространяются с конечной скоростью, на Земле объект получает информационные сообщения с некоторой задержкой, длительность которой определяется расстоянием от спутника до него; а зная расстояния до трех точек и координаты этих точек, можно решить чисто математическую задачу о триангуляции, т. е. обозначить собственное положение в пространстве. Математика определяет применимость спутниковой навигации: для работы системы глобального позиционирования необходимо получать сигналы как минимум от четырех спутников. Три сигнала помогают решить задачу о триангуляции при известном времени в системе, а так как время в нашем случае – также величина неизвестная (время приемника не синхронизировано со временем на спутниках), необходимо четвертое условие для вычисления координат, т. е. сигнал четвертого спутника.

Поскольку условия распространения сигналов не идеальны, решение задачи по четырем спутникам всегда дает некоторую погрешность, снизить которую позволяет увеличение количества «видимых» спутников (спутников, от которых принимаются сигналы).

Одна из задач при создании любой системы позиционирования – расчет параметров орбит и выявление минимального количества спутников, которое обеспечило бы в любой точке земного шара прием необходимого количества сигналов 24 часа в сутки. И для ГЛОНАСС, и для GPS количество спутников было определено как 24 (речь идет об основных спутниках; подразумевается наличие и резервных аппаратов). Здесь вступают в игру уже экономические факторы: увеличение количества спутников даст увеличение точности, но и кратное увеличение

бюджета, а также времени исполнения проекта, поскольку любой спутник должен быть первоначально сконструирован, выведен на орбиту, определен на свое место и только после этого может быть введен в систему. Именно экономический фактор и поставил систему ГЛОНАСС на «вечное второе место» после GPS.

## История создания ГЛОНАСС

Идея о создании собственной навигационной системы в СССР была впервые официально сформулирована в 1976 г., когда ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли план развития ГЛОНАСС. На тот момент СССР и США уже успели попробовать себя в создании навигационных систем со спутниками, расположенными на низких орбитах. Примером такой системы может быть американская коммерческая навигация TRANSIT (высота орбит спутников – около 1000 км). Не удалось ГЛОНАСС стать и первой системой нового поколения, так как в 70-х гг. полным ходом в США шло создание GPS, важным отличием которой от всех предшественников была небывалая точность определения координат. Решение о развертывании ГЛОНАСС было логичным и неизбежным шагом в условиях соревнования двух держав, и первоначально их развитие шло практически параллельно.

Первый запуск спутника GPS состоялся в 1974 г.; он на восемь лет опередил первый спутник ГЛОНАСС. Но полное формирование орбитальной группировки двух систем произошло практически одновременно: GPS – в 1994 г., ГЛОНАСС – в 1995.

И в США, и в России запуск собственной системы глобального позиционирования был настолько долгожданным событием, что в эксплуатацию обе они были приняты еще до формирования полной орбитальной группировки. Навигационная система ГЛОНАСС была официально «взята на вооруже-



ние» в 1993 г. В том же году была объявлена первичная готовность системы GPS. Официальный запуск обеих систем пришелся на 1995 г.

И ГЛОНАСС, и GPS изначально представляли собой чисто военный проект, но уже в 1983 г. было принято первичное решение о предоставлении ограниченного доступа к GPS гражданским службам\*. ГЛОНАСС же даже спустя 10 лет работал исключительно для нужд Министерства обороны.

Как упоминалось выше, система ГЛОНАСС однажды уже была запущена на «полную силу» (по состоянию на 1995 г. функционировали все 24 аппарата), но позже спутники выходили из строя, а новых запусков из-за отсутствия финансирования не производилось; таким образом, с каждым годом орбитальная группировка уменьшалась.

Дальнейшие пути развития ГЛОНАСС и GPS, к сожалению, разошлись. NAVSTAR GPS продолжала пополняться новыми спутниками, обновлялось их аппаратное обеспечение и развивались пользовательские устройства-приемники (в частности, уже некоторое время продолжается масштабное обновление GPS: вывод с орбит спутников, работающих на двух частотах, и ввод трехчастотных модификаций). Существование же ГЛОНАСС было поставлено под вопрос; запуски проводились, но этого было недостаточно даже для поддержания работоспособности системы, не говоря уже о ее развитии.

Следующее обращение «сильных мира сего» к отечественной системе глобального позиционирования относится только к 2001 г. Для того чтобы возродить интерес и финансирование ГЛОНАСС уже в XXI в. потребовалось принять соответствующую федеральную целевую программу до 2011 г. (на данный момент ее планируется продлить до 2020 г.). Повсеместная практика использования GPS для гражданских нужд определила и новую политику правительства относительно ГЛОНАСС: федеральная программа предполагала использование системы не только военными, но и гражданами, причем на бесплатной основе.

\* Это произошло после того, как был сбит южнокорейский «Boeing 747» и правительство США рассекретило систему.

К моменту возвращения внимания к ГЛОНАСС в системе GPS уже было отключено искусственное ухудшение точности для гражданских пользователей. Таким образом, национальная система глобального позиционирования лишилась главного «козыря» в конкурентной борьбе: без преимущества в точности определения положения выход на рынок многократно усложнился.

Благодаря федеральной программе в декабре 2005 г. (впервые после длительного перерыва) были выведены на орбиту три спутника системы ГЛОНАСС. Еще три аппарата было запущены в 2006 г., а в 2007 г. на орбиту отправились еще шесть спутников. Параллельно с этим из системы выводились вышедшие из строя и морально устаревшие спутники, поэтому даже к концу 2007 г. орбитальная группировка ГЛОНАСС не давала необходимого покрытия на территории России, не говоря уже обо всей Земле.

Несмотря на незавершенное развитие системы, с 18 декабря 2007 г. указом Президента РФ было постановлено, что все оборудование, приобретаемое для нужд федеральных органов испол-

нительной власти и подведомственных им организаций и имеющее «навигационную составляющую», должно работать именно с ГЛОНАСС. На уровне субъектов федерации это требование носит рекомендательный характер. Постановление отнюдь не исключает приема одновременно и GPS-сигнала, но формирует «задел» на будущее: когда система будет окончательно готова, не потребуется ни времени, ни средств на обновление аппаратуры.

### Космическая и наземная составляющие

Однако основные технологические различия систем ГЛОНАСС и GPS в космической составляющей – это всего лишь два способа решить одну и ту же задачу (табл.). Обе системы обеспечивают два уровня доступа: для гражданских пользователей (без кодирования) и для военных (с различными способами кодирования сигнала); они при этом оптимизированы для своих территорий и задач.

Показательно, что в системе GPS до сих пор работают спутники, запущенные еще в 1990-х гг. (самый ста-

Таблица. **Данные по спутникам ГЛОНАСС и GPS по состоянию на март 2008 г.**

Параметр	GPS	ГЛОНАСС
Необходимое количество спутников для 100%-ного покрытия Земли	24 Недавно было принято решение об увеличении количества постоянно работающих спутников для повышения точности до 32	24
Количество орбитальных плоскостей	6 по 4 спутника	3 по 8 спутников
Высота орбиты	20 180 км Высота и наклон орбит оптимизированы для территории США и южных широт	19 100 Высота и наклон орбит оптимизированы для России, Европы и северных широт
Количество спутников на орбите по состоянию на март 2008 г.	31	16 Один из них временно выведен на техническое обслуживание
Период обращения спутников по орбите	Около 12 ч	Около 11 ч
Количество излучаемых сигналов	2 сигнала: только 1 из них открыт для гражданских пользователей; Новые модификации спутников излучают и третий сигнал	2 сигнала: гражданской точности и высокой точности; в будущем будет введен третий сигнал
Способ разделения излучаемых сигналов	Кодовый	Частотный
Общее количество спутников, выведенных на орбиту за время функционирования системы	Менее 50	Около 100



Взаимодействие «космической» и «наземной» составляющих

рый спутник был выведен на орбиту в декабре 1990 г.), в то же время среди спутников ГЛОНАСС нельзя найти ни одного старше четырех лет. Подозреваю, связано это с тем, что GPS изначально задумывалась «дорого и надолго», а ГЛОНАСС планировали вывести «недорого и быстро», чтобы потом при сохранении финансирования модифицировать.

Срок действия спутников ограничен работоспособностью эталонов частоты. К сожалению, короткий срок службы российских спутников играет против системы в целом. В среднем российские спутники работают около трех лет, а максимальный срок службы – около семи. Из-за этого с момента начала развития ГЛОНАСС на орбиту было выведено около 100 спутников, при том что для развертывания GPS потребовалось запустить менее 50 аппаратов. Больше спутников – больше запусков, дороже система в целом и отдаленнее тот момент, когда ГЛОНАСС заработает в полную силу. Уже на сегодняшний день часть спутников в орбитальной группировке рассчитаны на большой срок службы (до 10 лет), но и его на практике может оказаться недостаточно; работы в этом направлении продолжаются.

Наземная система слежения – неотъемлемая часть глобальной навигации. Если хотя бы один из спутников сместится со своей орбиты, посылаемые им данные будут приниматься уже с другой временной задержкой. Соответственно повысится ошибка определения координат всех наземных объектов, принимающих сигнал данного

спутника (к сожалению, техника не может самостоятельно понять, что ее дезинформировали). Управление системой ГЛОНАСС осуществляется из Центра Управления, а также со станций измерения, расположенных на всей территории России. Задача центров слежения – контроль за работой системы, коррекция орбит спутников и т. п. Отличие GPS в том, что станции слежения расположены не только на территории США, но и по всему миру. Глобально это не дает никакого преимущества, разве что неработоспособность одного из спутников может быть обнаружена несколько раньше.

### Покрывание

Система GPS обеспечивает 100%-ное покрытие планеты, включая полярные области в течение 24 ч в сутки. В декабре 2007 г. было объявлено о том, что после вывода последних (в 2007 г.) трех спутников ГЛОНАСС будет практически полностью покрывать территорию России. Теоретически это должно было бы означать, что круглые сутки в любой точке страны мы сможем наблюдать как минимум четыре спутника ГЛОНАСС (которые не окажутся на одной прямой, чтобы успешно решить задачу о триангуляции). На практике навигаторы ГЛОНАСС в нашей стране уже могут использоваться в простых бытовых целях, но ставить свою жизнь в зависимость от этой системы пока рановато. Недостаток спутников на орбите может лишить

на несколько минут в сутки навигации любую точку страны и Центр слежения в данном случае – не исключение. На рисунке приведены результаты слежения за системой ГЛОНАСС из пункта наблюдения ИАЦ (Москва, г. Королев): недостаточное количество спутников над станцией слежения наблюдалось в течение 13 мин. за прошедшие сутки. Это ничтожно мало для автомобильной навигации (нет ничего страшного в том, что на пару-тройку минут в сутки автомобильный навигатор потеряет «сигнал»), но крайне много, к примеру, для системы спутниковой охраны передвижных объектов («временные окна», когда отсутствует навигация, могут быть рассчитаны по общедоступным параметрам орбит и использованы лучше любого «глушителя» навигационных сигналов).

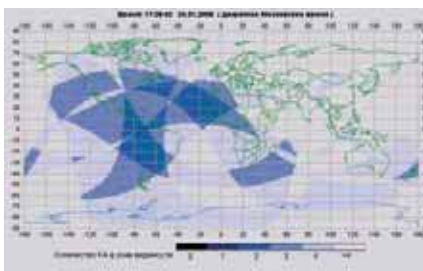
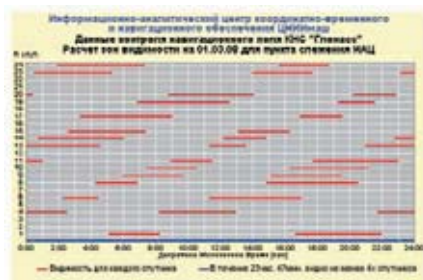
Что касается территории Земли, то для ГЛОНАСС на данный момент заявлено примерно 80-процентное покрытие. В качестве примера на карте отмечены границы территории работы ГЛОНАСС на момент наблюдения (24 января 2008 г.) (голубые и синие области – места, где на момент наблюдения не хватало спутников для осуществления навигации).

Когда орбитальная группировка будет окончательно сформирована, ГЛОНАСС обеспечит 100%-ное покрытие территории Земли и околоземного пространства до высоты 2 тыс. км (для GPS аналогичный показатель – 3 тыс. км).

### Точность

Традиционно точность навигационной системы определяется параметрами DOP (Dilution of precision, или Снижение точности). Различают несколько вариантов снижения точности: HDOP, PDOP, VDOP, GDOP и TDOP. HDOP и VDOP – показатели снижения точности в горизонтальной и вертикальной плоскостях. PDOP – позиционное снижение точности определения местоположения, а TDOP – ошибка определения времени; GDOP – геометрическое снижение точности определения местоположения. Эти погрешности можно вычислить математически на основании количества и взаимного расположения спутников; большинство навигационных программ «умеют» проводить такой расчет.

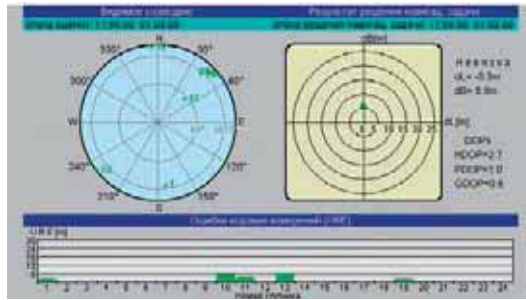
ГЛОНАСС и GPS испытывают оди-



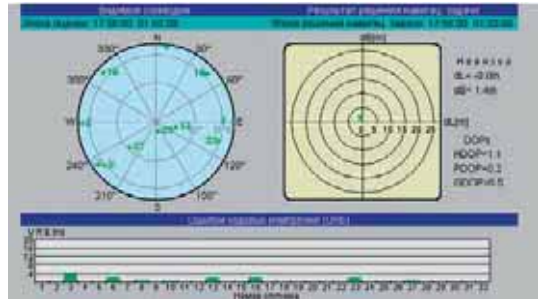
Область охвата системы ГЛОНАСС по состоянию на 24 января 2008 г.



Отечественный навигатор  
Glospace SGK-70



Количество видимых спутников и точность решения навигационных задач: слева – ГЛОНАСС, справа – GPS



наковые влияния таких помех, как объекты отражения и рассеяния сигналов. Но количество спутников на данный момент оставляет ГЛОНАСС далеко позади. По состоянию на 2006 г. ГЛОНАСС обеспечивал точность позиционирования 7–10 м. На рисунках приведены данные ИАЦ ГЛОНАСС по состоянию на 1 марта 2008 г. Как видно из данных станции слежения, «горизонтальная» погрешность ГЛОНАСС почти вдвое, а «позиционная» – в 5 раз больше аналогичных параметров GPS.

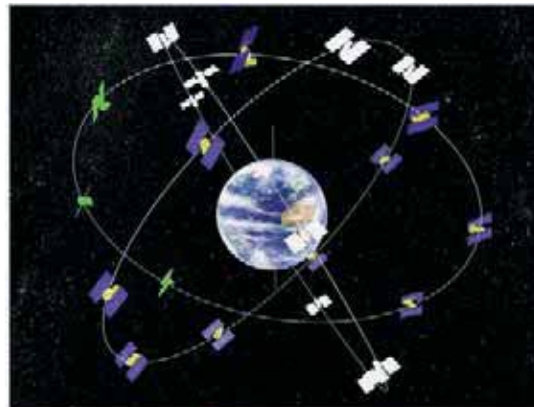
### Планы развития

На 2008 г. запланирован запуск еще шести спутников ГЛОНАСС. В 2009 г. планируется обеспечить 100%-ное покрытие Земли. Однако не стоит забывать, что при существующих на сегодняшний день сроках работы аппаратов потребуются все новые и новые запуски для поддержания работоспособности ГЛОНАСС.

Если запуски не приостановят, ГЛОНАСС встанет на один уровень с американской GPS. Ожидается, что две системы будут делить рынок пополам примерно до 2013 г., когда завершится развертывание европейской навигационной системы Galileo (о сроках готовности китайской системы Beidou/Compass пока ничего неизвестно; на момент написания статьи на орбиту было выведено четыре китайских спутника).

### Техника

Успешность развития коммерческого применения навигационной системы ГЛОНАСС напрямую зависит от конкурентоспособности устройств, предназначенных для приема его сигналов. На данный момент основной упор в развитии техники ГЛОНАСС сделан на совмещение в одном устройстве возможностей «нашей» навигации и GPS.



«Космическая» составляющая системы ГЛОНАСС.  
Текущее состояние и перспективы.

Даже при неполном комплекте спутников ГЛОНАСС на орбите ее использование в качестве второй системы даст прирост количества опорных сигналов в 1.5 раза, а значит, позволит увеличить точность позиционирования даже в «сложном» рельефе (горы, города, где сигнал может многократно отразиться, прежде чем будет принят навигатором).

Первым устройством, ориентированным на ГЛОНАСС-GPS именно для рядового покупателя, а не для сложных геодезических измерений, стал Glospace SGK-70, появившийся в продаже в декабре 2007 г. и моментально раскупленный жажущими потребителями. Glospace ориентирован на использование в автомобиле и собран из комплектующих производства «Samsung» и российских разработчиков. О развитии модельного ряда Glospace SGK пока не сообщается, но объемы продаж планируется увеличить вместе с объемами производства, так как спрос на единственную модель превысил все первоначальные оценки.

Новинки других производителей не заставят себя ждать – уже сейчас Ижевский радиозавод разворачивает

производство нового дешевого модуля приема и обработки сигнала ГЛОНАСС-GPS, который должен легко встраиваться в любые устройства.

Еще недавно проблемой потребительской техники являлось отсутствие чипсетов, на основе которых можно было бы строить приемные устройства. Однако сейчас ГЛОНАСС явно попал в сферу интересов некоторых производителей. В частности, 26 февраля 2008 г. в СМИ появилось сообщение о том, что компания «Javad Navigation Systems» анонсировала новый чип Javad Triumph, который должен обеспечить прием сигналов не только GPS и ГЛОНАСС, но и Galileo с Compass/Beidou.

Важнейшим элементом спутниковой навигации являются актуальные электронные карты. Правительство РФ в 2007 г. приняло документ, регламентирующий их разработку и распространение. К сожалению, из-за того, что карты давно не обновлялись, этот проект должен затронуть все этапы их создания, включая аэрофотосъемку. И когда будут достигнуты первые результаты – неизвестно.

К слову, не дожидаясь появления разнообразия потребительских ГЛОНАСС-GPS-приемников, субъекты РФ по-прежнему применяют указание президента об использовании результатов космической деятельности в быту. В нескольких городах развиваются системы контроля за работой муниципального и городского транспорта. Разнообразные решения уже начали внедряться в Оренбурге, Калуге, Архангельске и др.

Таким образом, вопреки многочисленным прогнозам ГЛОНАСС действительно пользуется спросом гражданских служб. Будем надеяться, что и предложения не заставят себя долго ждать.