

Глобальные спутниковые системы навигационно-временного обеспечения: сходства и различия

ГЛОНАСС

Система предназначена для определения местоположения, скорости движения и точного времени в интересах морских, воздушных и наземных транспортных средств. В настоящее время используется военными и гражданскими потребителями для обеспечения решения задач, требующих точного позиционирования. Спутники системы ГЛОНАСС непрерывно излучают навигационные сигналы, имеющие модуляцию по фазе двумя дальномерными кодовыми последовательностями:

- 1) открытой (стандартной точности – СТ) для измерений с невысокой точностью;
- 2) закрытой – для высокой точности (ВТ) измерений и уровня помехоустойчивости приемников.

В СНС ГЛОНАСС разделение сигналов от различных спутников происходит по частоте с использованием общих для всех спутников модулирующих последовательностей. Кроме дальномерных кодов, сигналы СНС ГЛОНАСС дополнительно модулируются по фазе специальным образом с целью передачи на приемник необходимой служебной информации для ускоре-

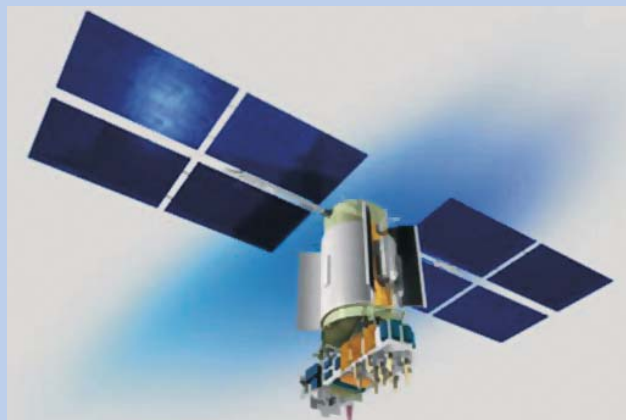
Основные характеристики	
Принадлежность	Россия
Количество КА в группировке по штату / реальное состояние	24 / 16
Масса, кг	1400
Срок существования, лет	7
Высота орбиты, км	19100
Наклонение орбиты, град.	64,8
Частота опорных сигналов, МГц	1250, 1600
Суточная стабильность бортового стандарта частоты, с	10-13
Точность определения плановых координат в открытом / закрытом режимах, м	50–70 / 20
Точность определения скорости в открытом / закрытом режимах, м/с	0,15–0,3 / 0,05–0,1

«Навстар» (NAVSTAR/ GPS)

Система NAVSTAR была первоначально создана как навигационная система ВС США для точного определения местоположения объектов. Орбитальная группировка состоит из 24 спутников, распределенных в шести плоскостях. Группировка построена таким образом, чтобы минимум пять спутников находились в поле зрения антенн приемников в любой точке земного шара.

Спутники передают сигналы на двух частотах: L1 и L2. На несущей частоте L1 передаются сигналы с кодом C/A (Coarse Acquisition Code) и на обеих частотах L1 и L2 – сигналы с P-кодом (Precise Code). Передаваемые сигналы содержат данные о положении спутника на орбите, показания бортовых атомных часов и другую информацию. Каждый спутник имеет свой индивидуальный код, по которому он идентифицируется приемниками.

Основные характеристики	
Принадлежность	США, ВВС
Количество КА в группировке по штату / реальное состояние	24 / 30
Масса, кг	2000
Срок существования, лет	10
Высота орбиты, км	20200
Наклонение орбиты, град.	55
Частота опорных сигналов, МГц	1575,42 (L1); 1227,60 (L2); 1176,45 (L5) на КА GPS-III
Суточная стабильность бортового стандарта частоты, с	10-13
Точность определения плановых координат в открытом / закрытом режимах, м	50 / 10–20
Точность определения скорости в открытом / закрытом режимах, м/с	0,15–0,3 / 0,05–0,1



ния поиска сигналов от спутников и высокоточного расчета пространственного положения спутников при решении потребителем навигационной задачи.

Навигационный сигнал СТ передается в диапазоне F1 (1602,56–1615,5 МГц), сигнал ВТ – в диапазоне F2 (1246,43–1256,53 МГц). Информация, предоставляемая навигационным сигналом СТ, доступна всем потребителям на постоянной глобальной основе и обеспечивает при использовании приемников ГЛОНАСС возможность определения плановых координат с точностью 50–70 м, вертикальных координат с точностью 70 м, составляющих вектора скорости с точностью 0,15–0,3 м/с.

Информация, предоставляемая навигационным сигналом высокой точности предназначена для потребителей МО РФ и обеспечивает возможность определения плановых координат с точностью около 20 м (2–3 м в дифференциальном режиме), вертикальных координат с точностью 29,5 м, составляющих вектора скорости с точностью 0,05–0,1 м/с.

Для определения пространственных координат и точного времени требуется принять и обработать навигационные сигналы не менее чем от 4-х спутников ГЛОНАСС.



Система NAVSTAR предоставляет пользователям услуги службы двух уровней: стандартной службы позиционирования SPS (Standard Positioning Service) и службы точного позиционирования PPS (Precise Positioning Service). Любой пользователь может получить доступ к службе SPS по коду C/A. Служба SPS обеспечивает точность определения местоположения 50–100 м. Доступ к службе PPS осуществляется при переходе пользователя от кода C/A к коду P.

При разработке системы GPS МО США требовало, чтобы служба SPS обеспечивала точность определения местоположения около 100 м. Но современные гражданские приемники, с использованием различных средств повышения точности, потенциально могут вычислять координаты местоположения объектов с точностью 20 м, поэтому они могут применяться и как приемники военных систем. Военные ведомства усматривают в этом угрозу национальной безопасности. Для ослабления этой угрозы МО США применяло режим «избирательной доступности» SA (Selective Availability), в котором сигналы, передаваемые всем гражданским пользователям, обеспечивают меньшую точность определения местоположения, чем сигналы, доступные для военных пользователей.

В ближайшей перспективе будут одновременно работать три глобальных навигационных спутниковых системы GPS, GLONASS и GALILEO. Практически во всех странах в настоящее время широко используется только GPS, нормальное функционирование которой целиком зависит от правительства США. В некоторых областях, как например диспетчеризация полетов самолетов, использование GPS является неотъемлемой важнейшей составной частью инфраструктуры. В то же время навигационные системы в ближайшем будущем составят неотъемлемую часть инфраструктуры государства и напрямую будут влиять не только на безопасность, но и на развитие промышленного производства в целом.

Ни одно государство не может и не хочет в своем развитии зависеть в какой либо области от другого, хотя и дружественного в данный момент, государства. Поэтому поиск альтернативы GPS и привел к созданию GALILEO и присоединению к ней многих развитых государств. Преимущества, которые появляются от присоединения к альтернативной навигационной системе на этапе ее развития, заключаются в диверсификации рисков, связанных с работой GNSS, посредством диверсификации инфра-структуры земного сегмента и используемого оборудования; создании новых рабочих мест при условии разработки и экспорта нового оборудования для GNSS; возможности заблаговременного внедрения технологических преимуществ использования GNSS в системы связи, транспорта и развитие новых технологий.

«Галилео» (GALILEO)

Решение о начале развития системы GALILEO было принято в 2003 г. совместно Европейским Союзом и Европейским Космическим Агентством (ЕКА). Система предназначена только для гражданского использования, в отличие от системы GPS.

В настоящее время развитию системы GALILEO мешают разногласия европейских стран в финансировании программы. Например, Франция активно поддерживает ее развитие, что означает для этой страны независимость от технологий США. Другие страны считают, что выгоднее использовать бесплатно систему GPS. Начальные капиталовложения в систему GALILEO насчитывают около 1,1 млрд Евро. По плану на орбиту должно быть выведено около 30 спутников в период 2010–2012 гг. Полностью программа должна обойтись Европейским странам в 3,5 млрд Евро, включая стоимость наземной инфраструктуры.



Две трети инвестиций внесут частные компании, а одну треть – Европейский Союз и ЕКА.

Планируется, что космические аппараты системы «Галилео» будут передавать один общедоступный сигнал OAS (Open Access Service – служба открытого доступа) и один или два сигнала с контролируемым доступом CAS (Controlled Access Service – служба контролируемого доступа). Сигнал OAS должен быть эквивалентен GPS и обеспечивать точность порядка 10 м. Эта информация останется бесплатной до тех пор, пока будет сохраняться бесплатное использование GPS. Сигналы CAS – платные, шифруемые, контролируемые коммерческой компанией и предназначены для потребителей, требующих более высокого уровня точности, целостности и уверенности для жизнеобеспечения и других специальных применений.

В CAS, в свою очередь, возможны два уровня. CAS-1 будет открыт за плату всем желающим, в то время как CAS-2 станет доступен только правительственным потребителям. Предполагается, что система обеспечит определение места с точностью 3–4 м.

Основные характеристики	
Принадлежность	ЕКА
Количество КА в группировке по штату / реальное состояние	30 / 1 (эксперимент.)
Масса, кг	700
Срок существования, лет	10–12
Высота орбиты, км	23200
Наклонение орбиты, град.	56
Частота опорных сигналов, МГц	1176,45 (E5a); 1207,14 1278,75 (E6); 1575,42 (L1)
Суточная стабильность бортового стандарта частоты, с	Нет данных
Точность (??) определения плановых координат в открытом / закрытом режимах, м	6–10 / 3–4; 0,1–0,5 – в дифференциальном режиме
Точность (??) определения скорости в открытом / закрытом режимах, м/с	0,2 / 0,05

Compass / Beidou

Китай разворачивает свою независимую спутниковую навигационную систему с 1993 года. Программа Beidou стартовала 30 октября 2000 года – тогда на орбиту был выведен первый спутник Beidou 1A. Почти через месяц, 20 декабря, был запущен второй аппарат – Beidou 1B. Третий спутник был выведен на орбиту только 24 мая 2003 года, четвертый – в феврале 2007 года.

Уже эксплуатируемые спутники Beidou располагаются на геостационарной орбите (ГСО) в азиатско-тихоокеанском регионе, по-этому определять по ним свои координаты могут только жители Китая и прилегающих к нему областей.



Однако недавно Китай анонсировал некоторые изменения своих планов и частично приступил к их реализации. Так, начато развертывание системы Compass (Beidou 2), в которую будет входить 35 спутников, 30 из которых будут расположены на средних околоземных орбитах (СОО), а пять – на ГСО. Доступ к навигационной системе будет предоставлен не только военным, но и гражданским лицам. Китай обещает, что гражданский доступ будет обеспечивать определение координат с точностью до 10 м, сверять часы спутника и навигационного устройства с точностью в 50 нс и «чувствовать» движение даже со скоростью 0,2 м/с. Военные же пользователи смогут получать более точные данные. Кроме того, расширить зону своего влияния Китай обещает до территории всего мира.

Система сможет начать работать уже в 2015 г.

Владимир ОСИПОВ

Основные характеристики	
Принадлежность	Китай
Количество КА в группировке по штату / реальное состояние	30 (СОО) + 5 (ГСО) / 1 (СОО) + 4 (ГСО)
Масса, кг	2200 (ГСО)
Срок существования, лет	10–12
Высота орбиты, км	21500
Наклонение орбиты, град.	55,2
Частота опорных сигналов, МГц	1589,74 (E1); 1561,10 (E2); 1268,52 (E6); 1207,14 (E5b)
Суточная стабильность бортового стандарта частоты, с	Нет данных
Точность определения плановых координат в открытом / закрытом режимах, м	10 / 2–5
Точность определения скорости в открытом / закрытом режимах, м/с	0,2 / 0,05–0,1