

Перспективы использования модернизируемой глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в качестве многофункциональной спутниковой системы

Обоснованы возможности модернизируемой глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) ГЛОНАСС в качестве основного источника синхронизации сетей электросвязи России стран СНГ по времени; приведены требуемые параметры для использования ГНСС ГЛОНАСС в метрологических целях; обоснована целесообразность использования ГНСС ГЛОНАСС для передачи информации в качестве основного сегмента опорной сети мобильной связи в местах, где невозможно использование волоконно-оптическое или радиорелейное подключение базовых станций.

Мишенков С.Л.,
д.т.н., профессор МТУСИ

Смирнов Н.И.,
д.т.н., профессор МТУСИ

Мельник С.В.,
к.т.н., директор по сертификации,
ЗАО "НТЦ "КОМСЕТ"

Петрова Е.Н.,
к.т.н., директор по проектам,
ЗАО "НТЦ "КОМСЕТ"

Введение

В последние 5 лет в мире развиваются технологии синхронизации сетей связи по частоте и времени. В качестве основного источника для синхронизации по времени используется глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) GPS, которая имеет привязку к шкале Всемирного точного времени. На территории России, согласно требованиям Федерального закона от 07 июля 2003 г. № 126-ФЗ "О связи", привязка сетей связи должна осуществляться к шкале Московского времени. Расхождение шкал времени Всемирного, которое получают с помощью ГНСС GPS, и Московского, - допустимо в пределах 9 секунд, что значительно превосходит технически необходимое время. Таким образом, для временной синхронизации сетей электросвязи России необходимо использовать другие источники, основным из которых должна стать модернизируемая ГНСС ГЛОНАСС, которая была разработана более 30 лет назад и, несмотря на проведенные в последний год усовершенствования, требует дальнейшей модернизации [1]. Работы должны вестись в рамках новой ФЦП "Поддержание развития и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 гг."

Проведенные расчеты позволяют обосновать целесообразность использования ГНСС ГЛОНАСС так же и в качестве источника синхронизации сетей электросвязи по частоте.

Ввиду наличия на борту ГНСС ГЛОНАСС высокостабильных источников частоты и времени, подстраиваемых от Государственного эталона, в перспективе эту систему можно будет использовать также в метрологических целях [2].

В перспективе ГНСС ГЛОНАСС можно будет использовать и для передачи информации в качестве основного сегмента опорной сети мобильной связи в местах, где невозможно подключение базовых

станций с использованием кабелей, ВОЛС или радиорелейных линий связи.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 641 "Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS" в целях обеспечения национальной безопасности, проведения независимой политики в области спутниковой навигации, повышения эффективности управления движением транспорта, уровня безопасности перевозок пассажиров, специальных и опасных грузов оснащению аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS подлежат: космические средства; воздушные, морские и речные суда; автомобильные и железнодорожные транспортные средства; приборы и оборудование, используемые при проведении геодезических и кадастровых работ; средства, обеспечивающие синхронизацию времени.

Федеральным органам исполнительной власти поручено провести работы по поэтапному оснащению аппаратурой ГНСС ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS транспортных и технических средств и систем радиосвязи. С этой целью руководителями соответствующих федеральных органов исполнительной власти должны быть определены перечни транспортных и технических средств и систем, подлежащих оснащению аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS.

В соответствии подпунктом "в" пункта 5 Плана мероприятий по реализации постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 641, разработанным и утвержденным Минтрансом России (поручение Правительства Российской Федерации от 4 августа 2009 г. № П7-26369), Минкомсвязи России поручено определить виды технических средств, обеспечивающих синхронизацию шкал времени и подлежащих оснащению аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS.

Анализ этой задачи показал, что для ее решения требуется проведение научных исследований. Для разработки требований к использованию ГНСС необходимо учитывать и накопленный международный опыт.

Доля производства продукции в валовом внутреннем продукте США за 2009 г. составила 12%, а доля, приходящаяся на оказание услуг, 88%. Таким образом, бывший крупнейший производитель продукции в процессе своего развития превратился в крупнейшего производителя услуг.

Роль информации в современном обществе неуклонно возрастает, поэтому в числе услуг важнейшими являются услуги получения, обработки и распределения знаний и информации.

Развитие процессов получения, обработки и распределения

знаний и информации приводит современные структуры к созданию информационного общества. Под информационным обществом понимается постиндустриальное общество, — историческая фаза возможного развития цивилизации, — в которой главными продуктами производства становятся информация и знания. Отличительные черты информационного общества состоят в следующем: 1) увеличение роли информации, знаний и информационных технологий в жизни оператора электросвязи; 2) возрастание количества людей, занятых информационными технологиями, коммуникациями и производством информационных продуктов и услуг в валовом внутреннем продукте; 3) нарастающая информатизация оператора электросвязи с использованием телефонии, радио, телевидения, сети Интернет, а также традиционных и электронных СМИ; 4) создание глобального информационного пространства, обеспечивающего: эффективное информационное взаимодействие людей, их доступ к мировым информационным ресурсам, а также и удовлетворение их потребностей в информационных продуктах и услугах.

На создание информационного общества направлено и развитие России, что отражено в ряде программных документов последнего времени. На необходимость скорейшего развития информационного общества в России и перевода информационных технологий в прикладное русло указал Президент Российской Федерации Д.А. Медведев в своем выступлении на VII социально-экономическом форуме "Информационное общество" в Твери 8 июля 2010 г.

Одним из примеров при реализации такого подхода является проект "Электронное правительство", в рамках которого предусмотрено оказание государственных услуг при помощи информационных технологий.

Технологическая реализация данного проекта невозможна без обеспечения единой шкалы координированного времени Российской Федерации UTC(SU) (Московского времени). Кроме того, обеспечение единой шкалы координированного времени РФ UTC(SU) необходимо для реализации целого ряда технологий, среди которых: определение местоположения космических аппаратов (КА), воздушных объектов, морских и речных судов, автомобильных и железнодорожных транспортных средств, местоположение геодезических и кадастровых работ, а также предоставление услуг для современной радиосвязи.

Одним из наиболее перспективных путей решения этой задачи является использование возможностей ГНСС ГЛОНАСС [3].

Многие современные сети электросвязи нуждаются не только в частотной, но и во временной синхронизации. В недалеком прошлом сети требующие синхронизацию по времени ограничивались узко специальным применением, например, банковской транзакцией. Сегодня любая распределенная сеть связи оказывающая дополнительные услуги нуждается в привязке к шкале точного времени. Этого требует оказание определенных услуг по расписанию (введение льготных тарифов в определенное время суток); приложения сетей цифрового телевидения (доступ к видео ресурсам по расписанию); системы с цифровой подписью; распределенное использование информационных порталов (например, оказание Государственных услуг в электронном виде); балансировка нагрузки в распределенных сетях с коммутацией пакетов информации и многое другое.

Анализ международного опыта временной синхронизации сетей связи

Международный Союз Электросвязи (ITU) разрабатывает новый стандарт частотной и временной синхронизации лишь на основе возможностей ГНСС GPS. С появлением данного стандарта ВСЕ сети связи будут использовать сигналы ГНСС GPS в качестве основных источников синхронизации, как это уже предусмотрено и осу-

ществляется в сетях связи стандартов CDMA 2000; UMTS; Wi-MAX; LTE, а также в новом поколении оборудования стандарта GSM.

Для сохранения независимой политики страны Европейского Союза используют передачу синхросигналов по волоконно-оптической линией связи и готовятся к использованию европейского ГНСС ГАЛЛИЛЕО.

Возможности модернизируемой ГНСС ГЛОНАСС для синхронизации времени

В соответствии с требованиями интерфейсного контрольного документа системы ГЛОНАСС (редакция 5.0) "погрешность привязки шкалы системного времени ГЛОНАСС к шкале UTC(SU) не должна превышать 1 мкс". Данная погрешность относится к погрешности, присущей непосредственно системе ГЛОНАСС (погрешность выдаваемой поправки с).

Таким образом, потребитель, оснащенный спутниковой навигационной аппаратурой, даже не учитывая аппаратную погрешность, а также погрешности возникающие из за нестабильности среды распространения навигационного сигнала по трассе, не имеет права формировать шкалу времени, синхронизированную со шкалой времени UTC(SU) с погрешностью превышающую 1 мкс.

Аппаратурная погрешность (остаточная погрешность при калибровке группового времени запаздывания радиосигналов в спутниковой навигационной аппаратуре потребителей) и погрешности возникающие на трассе распространения навигационного сигнала (погрешности ионосферы, тропосферы) по сравнению с погрешностью, присущей системе ГЛОНАСС (1 мкс), вносят незначительный вклад (в основном на уровне не превышающем 10 наносекунд).

Обработка информации, предоставляемой Международным бюро мер и весов (BIPM) в открытом доступе, в частности протоколов CIRCULAR T, за 2010 год (cir 265 — cir 271) свидетельствует о том, что погрешность существующей ГЛОНАСС в части привязки его шкалы времени к шкале времени UTC(SU) существенно меньше установленной в интерфейсном контрольном документе и составляет (150-200) нс.

Однако, аналогичная характеристика ГНСС GPS составляет лишь (10-30) нс, что позволяет использовать сигнал ГНСС GPS не только в качестве временной, но и в качестве частотной синхронизации сетей связи (см. рис.1).

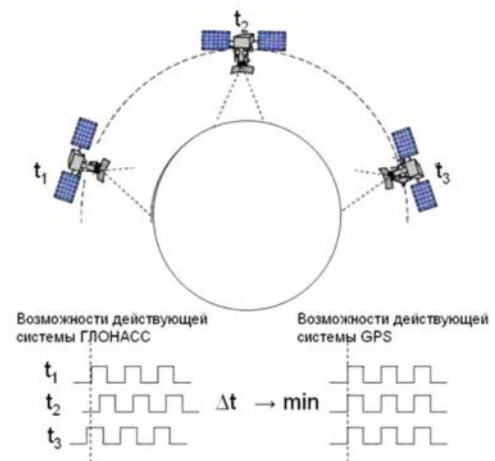


Рис.1. Возможности синхронизации времени и частоты в действующих ГНСС ГЛОНАСС и GPS



Рис. 2. Организация временной синхронизации сетей связи посредством ГНСС ГЛОНАСС/GPS

Для обеспечения посекундной тарификации продолжительности телефонных соединений погрешность синхронизации моментов времени индицирующих начало и окончание телефонного соединения к соответствующим моментам времени в шкале системного времени средств связи, с измерительными функциями, используемыми при учете объема оказанных услуг электросвязи должна быть в пределах $\pm 0,05$ с (± 50 мс). Системное время средств связи, с измерительными функциями, используемыми при учете объема оказанных услуг электросвязи, используемое для определения даты и времени начала оказания услуг связи, должно синхронизироваться по меткам времени системы единого времени с погрешностью в пределах $\pm 0,01$ с (± 10 мс).

Таким образом, необходимо.

1. Установить требования к измерениям разности (расхождению) шкал времени операторов связи относительно шкалы координированного времени Российской Федерации UTC(SU) (Московского времени) в сети связи общего пользования единой сети электросвязи Российской Федерации, выполняемым при:

- оказании услуг почтовой связи — ± 1 с;
- учете объема оказанных услуг электросвязи — ± 50 мс;
- для цифрового телевидения и мобильных систем 4-ого и последующих поколений менее 10 нс.

2. При организации работ по синхронизации времени, применяемого в технологических процессах передачи и приема сообщений электросвязи и почтовой связи, их обработки в пределах территории Российской Федерации, операторы связи должны обеспечить технологическую возможность получения эталонных сигналов времени от ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS. При синхронизации шкал

времени от встроенного приемника ГЛОНАСС/GPS в средствах связи должно быть обеспечено приоритетное использование сигналов ГНСС ГЛОНАСС; в качестве резерва допускается использование ГНСС GPS.

3. Под оснащением средств связи аппаратурой ГНСС ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS следует понимать наличие встроенного в любое средство связи приемника ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS или обеспечение технологической возможности синхронизации посредством получения эталонных сигналов времени от внешнего приемника ГНСС ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS (см. рис.2).

Для реализации задачи использования модернизируемой ГНСС ГЛОНАСС в качестве первичного источника при частотной и временной синхронизации сетей связи необходимо обеспечить синхронизацию группировки космических аппаратов (КА), как показано на рис. 3.

Перспективы использования модернизируемой ГНСС ГЛОНАСС как многофункциональной спутниковой системы

Уникальность ГНСС ГЛОНАСС на сегодняшний день состоит в том, что она обладает глобальным общемировым покрытием. В случае реализации межспутникового взаимодействия в космосе целесообразно не ограничиваться функциями взаимной синхронизации источников времени и частоты спутников, а организовать глобальный космический транспортный сегмент для сетей связи.

В настоящее время США запускают первую серию КА для организации космического транспортного сегмента сетей мобильной связи 4G стандарта LTE. Группировка КА пока планируется для покрытия районов центральной части США и не рассчитана на работу в высоких широтах. В отличие от США, географическое положение

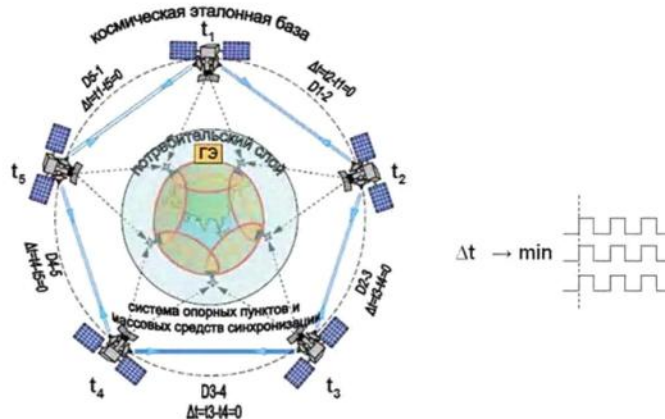


Рис. 3. Проект модернизируемой ГНСС ГЛОНАСС с взаимной синхронизацией КА на орбите

ние России таково, что значительная часть территории располагается в высоких широтах, где затруднительно или просто невозможно строить волоконно-оптические линии связи, поэтому построение космического транспортного сегмента для сетей связи России жизненно необходимо.

Эксплуатируемая в настоящее время ГНСС ГЛОНАСС в силу своих устаревших технических характеристик требует модернизации для реализации космического транспортного сегмента глобальных сетей электросвязи в России, что представляется перспективным и целесообразным.

Выводы

1. Необходимо установить следующие требования к измерениям разности (расхождению) шкал времени операторов связи относительно шкалы координированного времени Российской Федерации UTC(SU) (Московского времени) в сети связи общего пользования единой сети электросвязи Российской Федерации, выполняемым при:

- оказании услуг почтовой связи — ± 1 с;
- учете объема оказанных услуг электросвязи — ± 50 мс;
- для учета действий цифрового телевидения и мобильных систем 4-го и последующих поколений: менее 10 нс.

2. Организация работ по синхронизации времени должна быть обеспечена операторами связи при помощи модернизируемой ГНСС ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS.

3. Под оснащением средств связи аппаратурой ГНСС ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS следует понимать наличие встроен-

ного в средство связи приемника ГНСС ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS или обеспечение технологической возможности синхронизации посредством получения эталонных сигналов времени от внешнего приемника ГНСС ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS.

4. Для организации частотно-временной синхронизации сетей электросвязи необходимо модернизировать КА, размещенных в одной плоскости.

5. Целесообразно использовать модифицированную ГНСС ГЛОНАСС в качестве транспортного сегмента глобальных сетей связи в трудно доступных местах Земного шара, в том числе высоких широтах.

Литература

1. Урличич Ю.М. Перспективы развития системы ГЛОНАСС // Т-Comm. Телекоммуникации и транспорт. Спец. Выпуск "Навигационные технологии и услуги", июнь 2010.
2. Аджиев А.С., Мищенко С.Л., Смирнов Н.И., Кусков В.Д., Новикова Е.Л., Караваев Ю.А. Перспективы создания системы распределения сигналов точного времени на основе космической навигационной системы ГЛОНАСС // Т-Comm. Телекоммуникации и транспорт. — №5, 2010.
3. Мельник С.В., Петрова Е.Н. Определение номенклатуры технических средств обеспечивающих синхронизацию шкал времени и подлежащих оснащению аппаратуры спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS. Труды НТК "Телекоммуникационные и вычислительные системы": МФИ-2010, 1 декабря 2010 г.; Москва, ООО "Инсвязиздат".