



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
Научный
Центр
РФ



ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений»

*Обеспечение единства
координатно-временных измерений
в ГЛОНАСС*



В настоящее время внедрение спутниковых навигационных технологий осуществляется практически во все сферы экономики Российской Федерации - от решения задач обеспечения обороны и безопасности государства до управления движением, а также в геодезическом обеспечении строительных работах, прокладке коммуникаций, в сельском хозяйстве и землеустройстве, кадастровых работах и т.п.

От эффективного внедрения навигационно-временных технологий зависит повышение эффективности и производительности различных видов деятельности, а также обеспечение конкурентоспособности продукции отечественных предприятий во многих высокотехнологичных областях.

Однако, для дальнейшего развития ГЛОНАСС должен быть решен ряд важных задач, в том числе – развитие системы обеспечения единства измерений в ГЛОНАСС, а также развитие эталонных средств, являющихся основой вышеуказанной системы.

На сегодняшний день система обеспечения единства измерений в ГЛОНАСС создается в рамках выполнения ФЦП “Глобальная навигационная система” на 2002-2011 гг.

Целью работ является: создание и развитие общегосударственной межведомственной системы обеспечения единства измерений в глобальной навигационной спутниковой системе ГЛОНАСС в соответствии с установленными метрологическими характеристиками системы ГЛОНАСС, включая комплекс средств передачи единиц величин от существующих и разрабатываемых эталонов единиц величин к средствам измерения координат, времени и частоты, применяемым в космическом комплексе ГЛОНАСС.

Система обеспечения единства измерений в ГЛОНАСС

**ПРАВОВАЯ
подсистема**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ
подсистема**

**ОРГАНИЗАЦИОННАЯ
подсистема**

Правовая подсистема должна содержать комплекс взаимосвязанных нормативных документов, интегрирующих создаваемую систему в существующую государственную систему обеспечения единства измерений.

К документам, которые должны быть разработаны в рамках создания правовой подсистемы относятся, например:

- “Положение о метрологическом обеспечении ГЛОНАСС в период штатной эксплуатации”
- “Положение о метрологическом контроле навигационно-временных сигналов (полей) ЕС КВНО”.

Следует отметить, что термин «метрологическое обеспечение» при разработке системы в соответствии с законом «Об обеспечении единства измерений» и ГОСТ Р 8.000 трактуется как «обеспечение единства измерений».

В рамках правовой подсистемы должны быть установлены и гармонизированы в соответствии с современными международными и отечественными нормативными документами и требованиями совокупности узаконенных единиц величин и шкал измерений:

- терминология в области пространственно-временных и навигационных измерений,
- порядок воспроизведения и передачи применяемых в ГЛОНАСС размеров единиц величин и шкал измерений,
- комплексы нормируемых метрологических характеристик средств пространственно-временных и навигационных измерений,
- порядок взаимодействия ГЛОНАСС с такими международными органами как: Международный Комитет по Мерам и Весам (МКМВ), Международное Бюро Мер и Весов (МБМВ), Международный Союз Электросвязи (МСЭ), Международная служба вращения Земли (МСВЗ), Международный геодезический Союз (МГС) и целый ряд других вопросов.

Организационная подсистема должна обеспечить согласованность функционирования метрологических служб федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц, осуществляющих деятельность в системе обеспечения единства измерений в ГЛОНАСС, включающих в себя:

- Государственную метрологическую службу;
- иные государственные службы по обеспечению единства измерений в сфере глобальных навигационных спутниковых систем;
- метрологические службы федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц.

В Государственную метрологическую службу входят:

- подразделения центрального аппарата Ростехрегулирования, осуществляющие планирование, управление и контроль деятельностью по обеспечению единства измерений на межотраслевом уровне;
- государственные научно-исследовательские метрологические институты: Государственный научный центр РФ «ВНИИФТРИ», включая его филиалы в Иркутске, Хабаровске и на Камчатке; ФГУП «СНИИМ» и др.;
- государственные региональные центры метрологии.

К метрологическим службам федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц, согласованное функционирование которых должно быть обеспечено в рамках системы, относятся:

- метрологическая служба Вооружённых Сил Российской Федерации, осуществляющая деятельность по метрологическому обеспечению глобальных навигационных спутниковых систем в сфере обороны и безопасности;
- метрологические службы организаций и предприятий Роскосмоса, Федерального агентства геодезии и картографии, РАН;
- метрологические службы других федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц, осуществляющих деятельность в сфере метрологического обеспечения глобальных навигационных спутниковых систем.

Техническая подсистема должна обеспечить решение научных и технических задач по обеспечению единства измерений в ГЛОНАСС.

В состав технической подсистемы входят:

- средства метрологического обеспечения ГЛОНАСС в части средств измерений характеристик антенно-фидерных устройств (АФУ);**
- *средства метрологического обеспечения ГЛОНАСС в части средств измерений характеристик радиотехнических трактов;*
- **средства метрологического обеспечения системы синхронизации МГНСС ГЛОНАСС**
- *средства метрологического обеспечения средств высокоточного апостериорного эфемеридно-временного обеспечения потребителей;*
- **средства метрологического обеспечения в части кодовых и фазовых измерений;**
- *средства метрологического обеспечения в части средств измерений метрологических характеристик и испытаний навигационной аппаратуры потребителей,*
- **средства метрологического обеспечения комплекса средств определения и прогнозирования параметров вращения Земли,**
- *средства метрологического обеспечения средств формирования и передачи национальной шкалы времени UTC(SU)*
- **другие комплексы средств метрологического обеспечения.**

Комплекс средств фундаментального обеспечения ГЛОНАСС

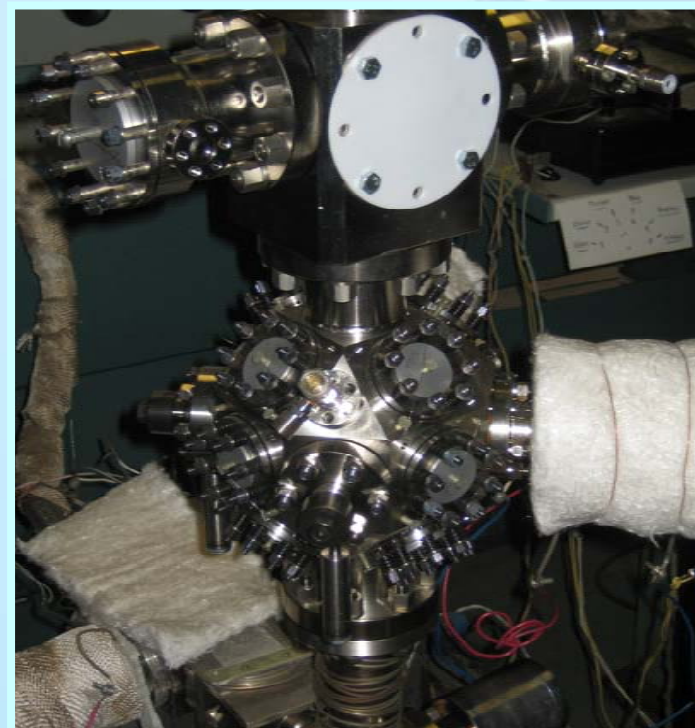
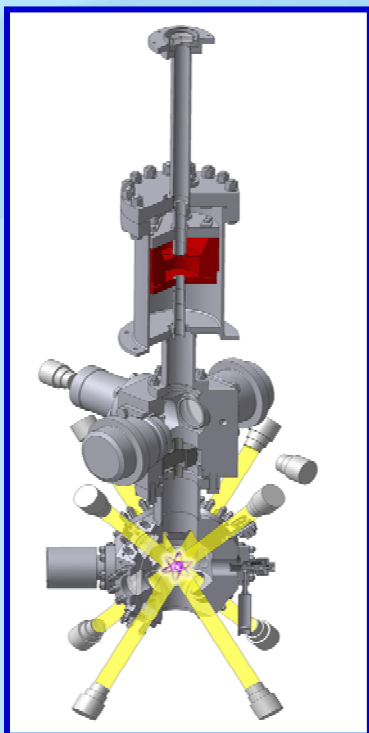
*Комплекс средств
определения и
прогнозирования
параметров
вращения Земли*

*Комплекс средств
формирования и
передачи
национальной
шкалы времени
UTC(SU)*

*Комплекс средств
уточнения
фундаментальных
астрономо-
геодезических
параметров*

*Комплексы средств, предназначенные для решения задач,
напрямую связанных с задачами ГСВЧ*

Разработка образцов метрологических цезиевых реперов частоты типа "Фонтан" (МЦР "Фонтан"):



Повышение точности Государственного первичного эталона времени и частоты. Завершение разработки, создание и ввод в эксплуатацию цезиевого репера частоты типа «Фонтан» - 2011 г. Неисключенная систематическая относительная погрешность воспроизведения размера единиц времени и частоты:

$$\Theta_0 \sim (1-3) \times 10^{-15} - 2009 \text{ г.}$$

$$\Theta_0 \leq 5 \times 10^{-16} - 2011 \text{ г.}$$

Разработка группового эталона Государственной службы времени и частоты (ГЭ ГСВЧ)



Групповой эталон ГСВЧ на основе измерительной информации о разности шкал времени квантовых часов-хранителей времени и частоты эталонов Ростехрегулирования, Минобороны России, а также эталонов других ведомств.

Государственный первичный эталон, Менделеево, вторичные и рабочие эталоны Краснознаменск, Мытищи, Новосибирск, Иркутск, Хабаровск, Петропавловск-Камчатский.

Шкала времени ГЭ ГСВЧ предназначена для повышения стабильности и надежности системной шкалы времени ГЛОНАСС (ШВС).

Среднее квадратическое относительное случайное двухвыборочное отклонение частоты группового эталона на интервале (10- 30) суток:

не более $(8-20) \times 10^{-16}$ в 4 кв. 2009 г.

не более 3×10^{-16} в 4 кв. 2011 г.

Разработка Государственного специального эталона длины в диапазоне 24 м – 4 000 км (ГСЭД)

• Эталонный измерительный комплекс длины до 60 м в специализированном помещении, предназначенный для воспроизведения, хранения и передачи размера единицы длины эталонному комплексу длины и высокоточным СИ до 3000 м. Среднее квадратическое случайное отклонение результата измерения эталонного дальномера на измерительном базисе до 60 м: не более 10 мкм.



• Эталонный комплекс длины и эталонные базисы до 3000 м в открытой атмосфере, предназначенный для хранения и передачи размера единицы длины эталонному комплексу КНС приемников для передачи размера единицы СИ до 4000 км. Погрешность передачи размера единицы длины – не более 1 мм.



• Эталонный комплекс КНС приемников и опорные базисные пункты для передачи единицы средствам измерения длины и координат в области сверхбольших длин до 4000 км. Погрешность передачи размера единицы длины – не более 20 мм.



Перспективные направления, исследования по которым осуществляются в ходе НИР, проводимых в рамках ФЦП “Глобальная навигационная система”

- ❖ **Разработка предложений по созданию РСДБ-сети** для оперативного определения ПВЗ на базе быстро поворачивающихся антенн малого диаметра, включая требования к:
 - *геометрии и схеме деления сети РСДБ ГСВЧ,*
 - *опорно-поворотным устройствам, эффективной площади, шумовой температуре, диаграмме направленности, совмещению электрической и геометрической осей антенны,*
 - *точности наведения и сопровождения источника излучения,*
 - *приёмной аппаратуре,*
 - *системе частотно-временной синхронизации,*
 - *системе преобразования и регистрации сигналов,*
 - *средствам передачи измерительной информации,*
 - *центру корреляционной обработки.*

- ❖ **Развитие современных методов определения параметров вращения Земли** на основе хронометрирования ансамбля пульсаров.

- ❖ **Проведение поисковых исследований,** направленных на применение технологий фемтосекундных лазеров в следующих направлениях:
 - *разработка экспериментальной установки для высокоточного измерения интервалов времени и длины;*
 - *экспериментальные исследования с целью создания новых методов передачи эталонных сигналов времени и частоты с использованием фемтосекундных лазеров и оптоволоконной техники.*

В рамках выполнения мероприятий ФЦП “Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС” на период 2012-2020 годы ФГУП “ВНИИФТРИ” считает необходимым выполнение следующих задач:

- Развитие комплекса средств фундаментального обеспечения ГЛОНАСС в части определения параметров вращения Земли, в том числе - на основе создание сети малых быстро вращающихся антенн.
- Развитие комплекса средств фундаментального обеспечения ГЛОНАСС в части развития средств и методов формирования национальной шкалы координированного времени UTC(SU) и системной шкалы ГЛОНАСС, а также разработки стандартов времени и частоты на новых физических принципах (создание хранителей частоты на основе фонтана холодных атомов рубидия, аппаратуры передачи эталонных сигналов времени и частоты по магистральным и выделенным линиям волоконно-оптической связи, а также - разработку уже в 2012-2015 гг. опытного образца оптического стандарта частоты и др).
- Развитие комплекса средств фундаментального обеспечения ГЛОНАСС в части совместного построения земной и небесной систем координат.
- Развитие системы метрологического обеспечения ГЛОНАСС.

Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС является сложной измерительной системой, в состав которой входит множество взаимосвязанных элементов.

Развитие системы в целом должно осуществляться на основе согласованного развития отдельных элементов под единым руководством и должно проводиться организациями, несущими ответственность за развитие функционирование соответствующих составных частей. Только этом случае может быть достигнуто массовое внедрение отечественных навигационных технологий, гарантированное предоставление потребителям всех категорий навигационных услуг с учетом непрерывно возрастающих требований к ним в интересах национальной безопасности и социально-экономического развития Российской Федерации, укрепления её лидирующих позиций в области глобальной спутниковой навигации за счет поддержания и развития системы ГЛОНАСС, улучшения её характеристик, расширения функциональных возможностей, условий и сфер использования, сбалансированного развития составных частей системы.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ !