



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
Научный
Центр
РФ



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

Развитие комплекса средств метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС

Каверин А.М. – начальник отдела метрологического обеспечения навигационных и радиотехнических измерительных средств ГЛОНАСС

Система ГЛОНАСС является технически сложной системой, включающей в свой состав ряд подсистем, различных как по функциональному назначению, так и по используемым техническим средствам.

Значительная часть из используемых технических средств относится к средствам измерений и, в соответствии с Федеральным законом №102-ФЗ “Об обеспечении единства измерений” попадает в сферу государственного регулирования обеспечения единства измерений.

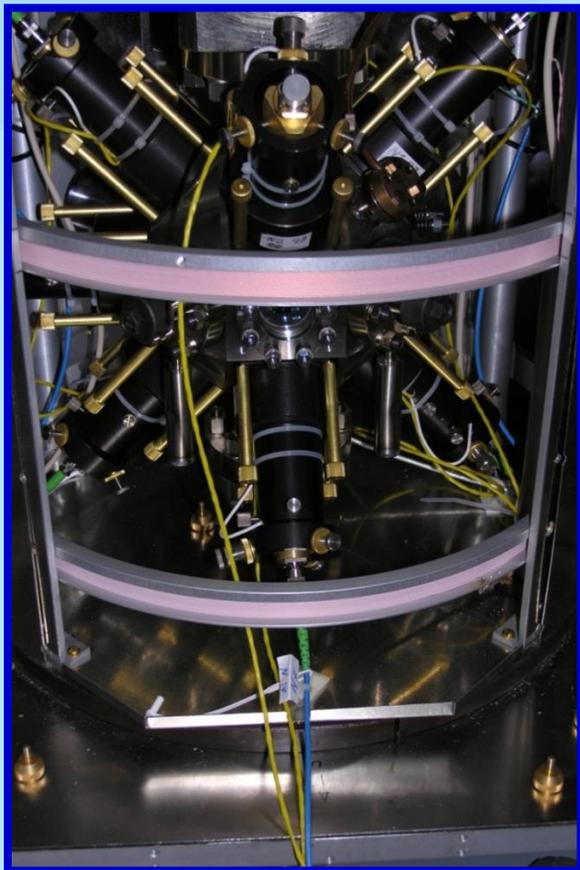
Создание и развитие системы метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС (системы обеспечения единства измерений в ГЛОНАСС) поручено Росстандарту, Роскосмосу и Минобороны России.

➤ Создаваемая система предназначена для установления и применения научных, правовых, организационных и технических основ, правил, норм и средств, необходимых для обеспечения заданного уровня единства измерений ГЛОНАСС.

➤ В рамках выполнения ФЦП “ГЛОНАСС” в 2007-2011 годах ФГУП “ВНИИФТРИ” проводился ряд работ, направленных на развитие средств метрологического обеспечения в области радиотехнических измерений

ГЭВЧ ГЭТ1-2012

Метрологический цезиевый репер частоты типа «Фонтан»



Относительная НСП
воспроизведения
частоты не более $5 \cdot E-16$

	SYRTE-F01	SYRTE-F02	SYRTE-F0M	NIST-F1	PTB-CsF1	IEN-CsF1	NPL-CsF1
							
Uncertainty	7.2	6.5	7.7	3.3	9	16	10

единиц $\cdot E-16$

Комплекс аппаратуры дуплексных сличений ГМЦ
ГСВЧ
(погрешность сравнений шкал времени ± 2 нс при
расстоянии несколько тыс. км)
перевозимый
комплект
стационарный комплект



Обеспечение согласования
 $UTC(SU) - UTC < 10$ нс

ВНИИФТРИ

Эталон-переносчик единиц времени и частоты: (уход шкалы времени 2 нс за 1 сутки)



ВНИИФТРИ

Государственный первичный специальный эталон длины в 15 диапазоне 24 м – 4 000 км (ГЭТ 199-2012):

15



Опорный базисный пункт «Менделеево»



до 60 м; погрешность ≤ 40 мкм.



«большая длина» до 4000 км; погрешность ≤ 2 см.



до 3 км; погрешность ≤ 1 мм.



Опорный базисный пункт «Иркутск»

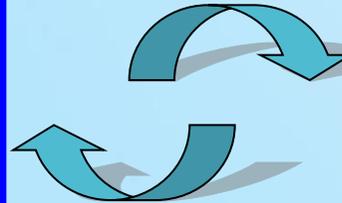
Обеспечение передачи UTC(SU) в НКУ ГЛОНАСС



Военный эталон единиц времени и частоты ВЭ-33

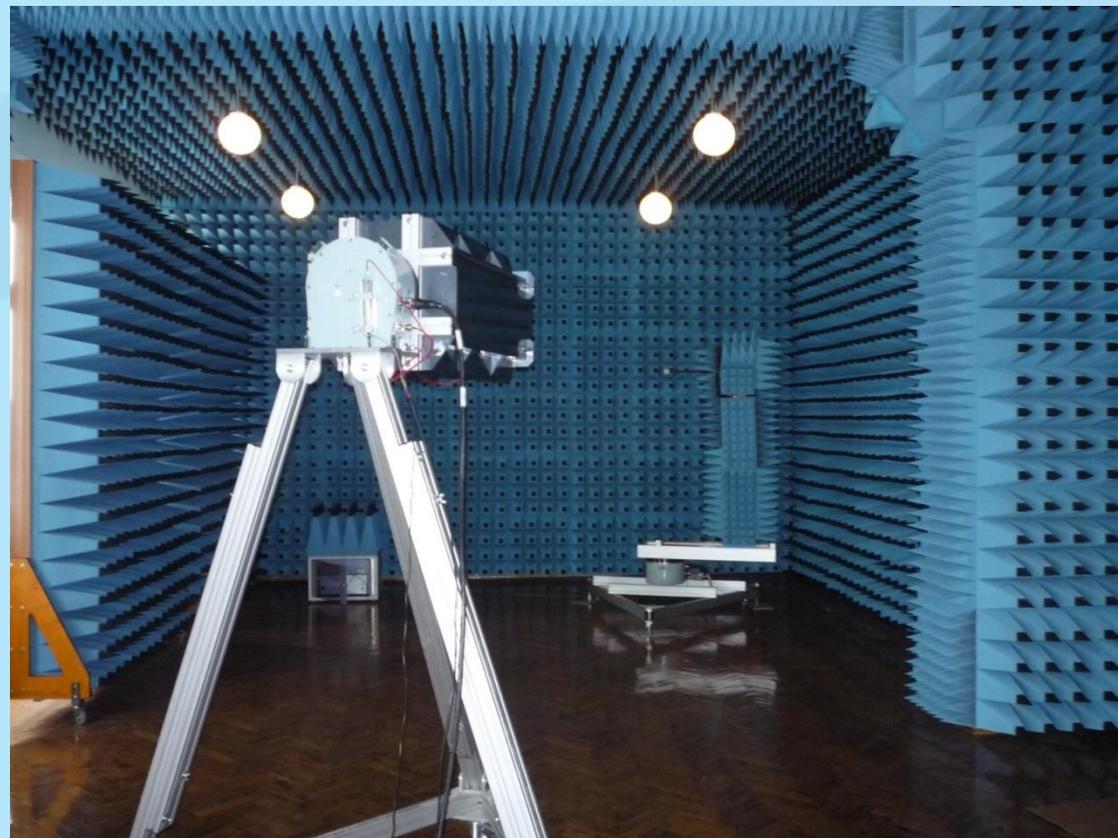
АПК формирования шкалы времени, приближенной с заданной точностью к национальной шкале времени UTC(SU), и передачи формируемой шкалы времени в НКУ ГЛОНАСС в реальном масштабе времени:

- погрешность передачи национальной шкалы координированного времени UTC(SU) ± 2 нс.



Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени UTC(SU)

ВНИИФТРИ



Малая безэховая камера для измерения характеристик антенн

**Погрешность определения положения фазового центра АФУ не более 1 мм;
погрешность измерения временных задержек АФУ не более 0,1 нс.**

ВНИИФТРИ

Комплекс средств метрологического обеспечения средств измерений метрологических характеристик и испытаний навигационной аппаратуры потребителей



Определение точностных характеристик спутниковой геодезической аппаратуры (погрешность измерений расстояния в диапазоне от 500 м до 30000 м составляет от 0,005 м до 0,02 м);

Определение точностных характеристик НАП, интегрированной с инерциальными датчиками (погрешность при воспроизведении горизонтальных и вертикальных перемещений не более 0,01 м; погрешность при воспроизведении угловых перемещений не более 1 угл. мин)

ФЦП “Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 годы”

Цель: расширение внедрения отечественных спутниковых навигационных технологий и услуг с использованием системы ГЛОНАСС в интересах специальных и гражданских (в том числе коммерческих и научных) потребителей, международного использования российских спутниковых навигационных технологий за счет поддержания и развития системы ГЛОНАСС.

Основные задачи:

- поддержание системы ГЛОНАСС с гарантированными характеристиками навигационного поля на конкурентоспособном уровне;
- развитие системы ГЛОНАСС в направлении улучшения ее тактико-технических характеристик с целью достижения ее паритета с иностранными системами навигационного обеспечения, обеспечения лидирующих позиций Российской Федерации в области спутниковой навигации, а также эффективного применения современных и перспективных систем вооружений и военной техники;
- обеспечение использования системы ГЛОНАСС, как на территории Российской Федерации, так и за рубежом.

Модернизация и разработка средств комплекса метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС

Модернизация и разработка стационарных и мобильных комплексов метрологического обеспечения ГЛОНАСС в части радиотехнических измерений (НКУ, КА, НАП) в соответствии с требованиями к точностным характеристикам ГЛОНАСС на 2020 год

Модернизация и разработка средств метрологического обеспечения в области времени и частоты – создание оптического репера частоты, хранителя частоты на основе рубидиевого фонтана, средств передачи единиц времени и частоты

Развитие средств метрологического обеспечения средств измерений длины, создание средств метрологического обеспечения средств измерений координат

Создание стационарных и мобильных комплексов метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС в части радиотехнических измерений в интересах достижения тактико-технических характеристик системы ГЛОНАСС на 2016 г.



бортовые РТ средства НКА (БСУ, БИНС, БАМИ)

Стационарные и
мобильные комплексы
метрологического
обеспечения системы
ГЛОНАСС



навигационная аппаратура потребителей

беззапросные и запросные РТ средства
наземный комплекс управления
(в т.ч. модернизированные)





Имитатор сигналов спутниковых навигационных систем

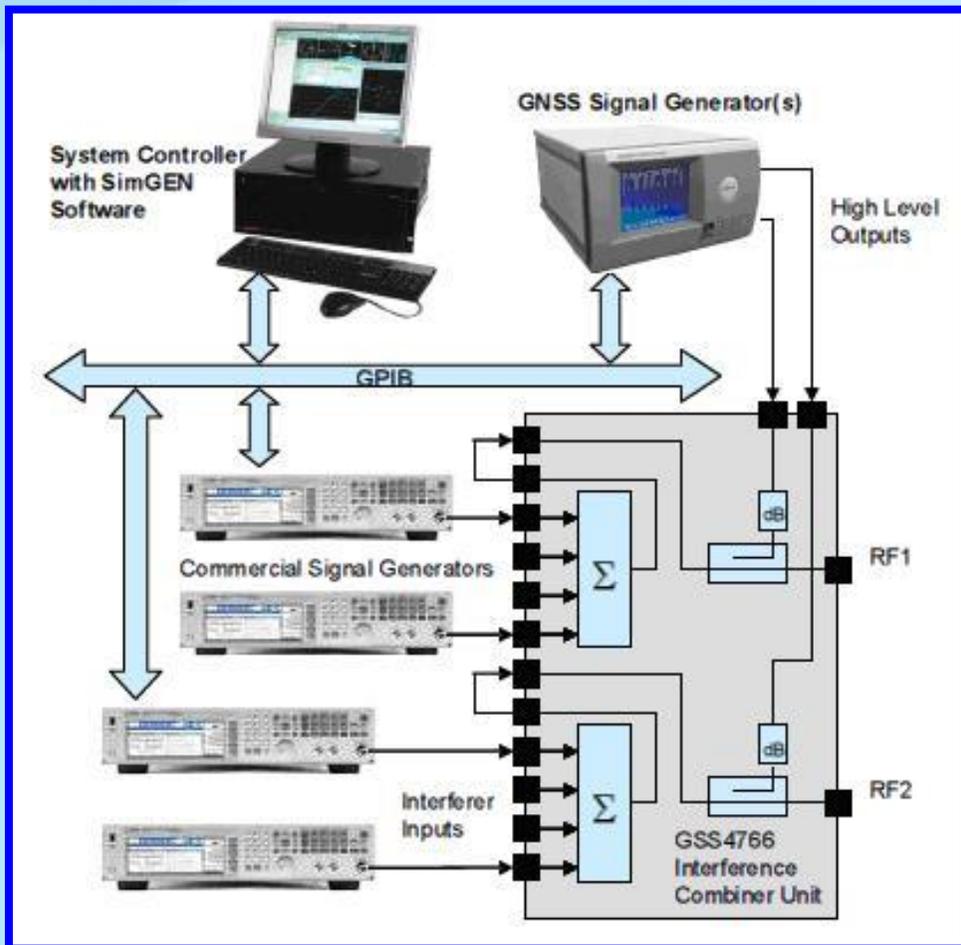
1. Число каналов для одновременно воспроизводимых навигационных сигналов систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO не менее 12;
2. СКО случайной составляющей инструментальной погрешности формирования псевдодальности не более 0,01 м;
3. Систематическая составляющая инструментальной погрешности формирования псевдодальности, обусловленная задержками сигналов времени при частотном и кодовом разделении навигационных сигналов в пределах $\pm 0,1$ нс



Система моделирования помех (имитатор помех)

до 4-х векторных генераторов сигналов для
одновременного воспроизведения сигналов до 4-х
постановщиков помех
(уточнение на этапе ТП)

формирование навигационных сигналов и сигналов
помех в комплексе при формировании
соответствующих моделей движения
потребителя





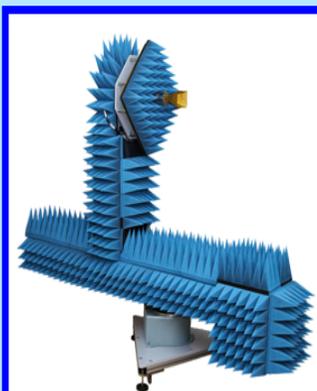
Радиобезэховая камера: ~
20×14×9 м; класс 1 ГОСТ Р
50414-92 по уровню
экранировки в диапазоне
частот от 0,3 до 40 ГГц

КИП АФУ:

1. СКО определения положения электрического центра АФУ менее 0,001 м;
2. СКО измерений абсолютной временной задержки АФУ менее 0,1 нс



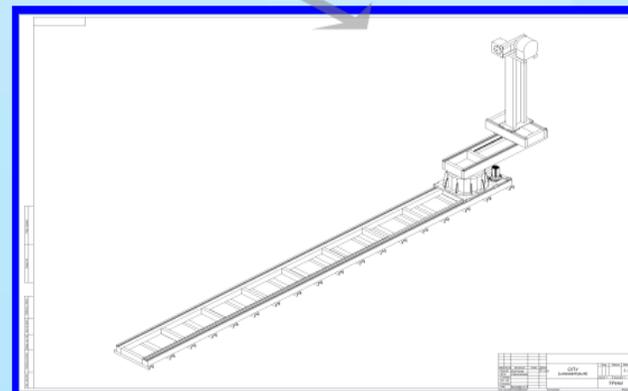
Система для измерения параметров антенн с оптическими расширителями



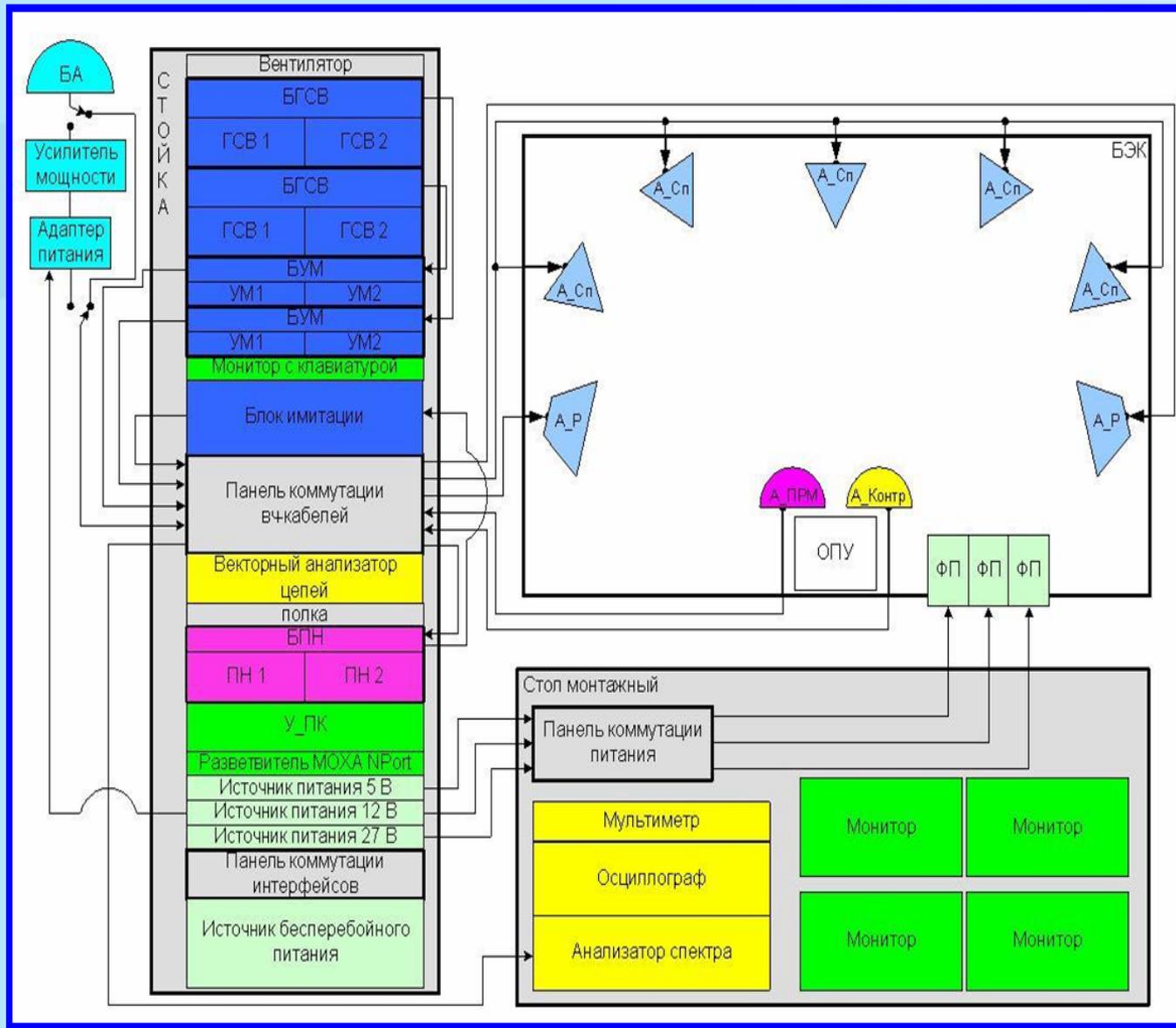
4-х коорд. ОПУ



Плоский сканер



Линейный прециз. слайдер



- ### Аппаратура имитации пространственного навигационного поля ГНСС (АИПНП),
1. Число каналов для одновременно воспроизводимых навигационных сигналов систем ГЛОНАСС и GPS по принципу «1 канал - 1 НКА» - 12;
 2. СКО случайной составляющей инструментальной погрешности формирования псевдодальности не более 0,05 м.

Наземный беззапросный канал квантово-оптической системы (НБК КОС):

1. погрешность синхронизации шкалы времени в виде оптических импульсов к внешней шкале времени (по уровню вероятности 0,95) не более 0,2 нс



Метрологический комплекс оценки энергетических характеристик сигналов (МК ОЭХ)

1	Антенная система
1.1	Зеркальная антенна
1.2	Облучатель
1.3	Антенно-фидерный тракт
2	Опорно-поворотное устройство
3	Приемное измерительное устройство
4	Комплект аппаратуры для контроля помеховой обстановки
5	Устройство управления, обработки, хранения и визуализации измерительной информации
6	Программное обеспечение, включающее: общее программное обеспечение; специальное программное обеспечение
7	Комплект ЗИП-О
8	Эксплуатационная документация

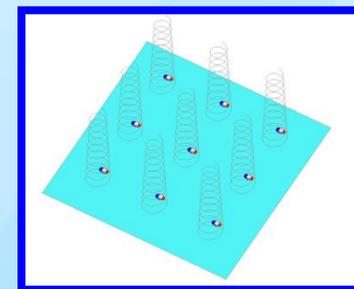
погрешность измерений мощности сигналов с открытым и санкционированным доступом системы ГЛОНАСС не более 1 дБ



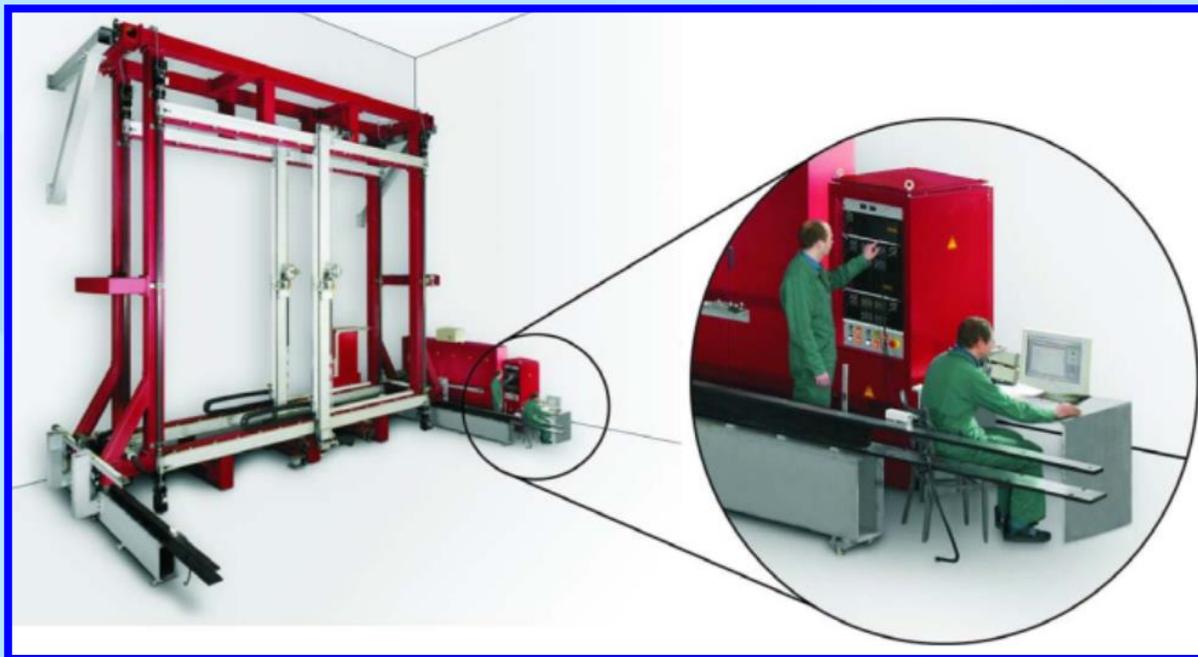
Антенная установка с характеристиками, наиболее близкими к требуемым ТНА-12с



Модуль векторного анализатора ВЧ сигналов

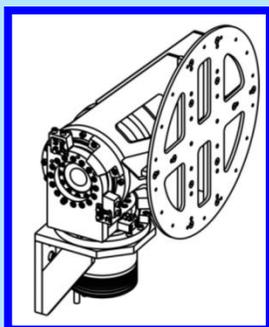


Антенная решетка из спиральных антенных элементов



Аппаратура воспроизведения наклонно-поворотных (и поступательных) перемещений:

1. Диапазон воспроизведения угловых перемещений:
по осям крена и тангажа $\pm 90^\circ$
по азимутальной оси $\pm 360^\circ$
2. Угловая скорость воспроизведения перемещений по каждой осине менее $400^\circ/\text{с}$;
3. Средняя квадратическая погрешность воспроизведения (измерения) перемещений по каждой оси не более 10 угл.с



Каретка

Технические характеристики	Значение
Диапазон воспроизводимых перемещений, м: – по горизонтальной направляющей – по вертикальной направляющей	7 6
Линейная скорость воспроизведения перемещений, м/с	2,4
Максимальное линейное ускорение воспроизведения перемещений, м/с ²	26,3
Средняя квадратическая погрешность воспроизведения: – линейных перемещений, мм – угловых перемещений	1,5 6'
Максимальные размеры испытуемого оборудования, мм	Ø500×500
Максимальная масса испытуемого образца, кг	25

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

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

**141570, Московская область, Солнечногорский
район, городское поселение Менделеево**

Телефон: (495) 944-52-82

Факс: (495) 944-52-68

ВНИИФТРИ