ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
Научный
Центр
РФ

ВНИИФТРИ

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

ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНТЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Шкуркин М.С., к.т.н.
Начальник лаборатории
Малай И.М., д.т.н., доцент
Заместитель Генерального директора
по радиотехническим и электромагнитным измерениям

Цель и задачи метрологического обеспечения АИК

Цель: обеспечение единства, требуемой точности и достоверности измерений характеристик антенных систем РЭС.

Задачи:

- *установление требований и нормирование метрологических характеристик АИК, обеспечение единства их измерений;*
- *разработка методов оценки метрологических и технических характеристик АИК, условий выполнения измерений;*
- *определение номенклатуры технических средств метрологического обеспечения (эталоны, средства измерений, меры) АИК;*
- *проведение метрологической экспертизы эксплуатационной и технической документации АИК, алгоритмов их функционирования;*
- *инструментальная оценка нормируемых характеристик АИК и АС.*

ВНИИФТРИ

Объекты метрологического обеспечения при испытаниях АИК

Объект метрологического обеспечения		*Основной НТД*	*НТД на методы*
Средства измерений (испытания в целях утверждения типа СИ)	Измерительные антенны	ПР 50.2.009 МИ3290-2010	ГОСТ Р 8.574-2000 ГОСТ 8.463-82 ГОСТ 8.309-78
	Измерительные комплексы		
	Прочие СИ		
Испытательное оборудование (аттестация)	Безэховые камеры	ГОСТ Р 8.568-97 ГОСТ РВ 0008-002-2013	ГОСТ Р 50414-92 ГОСТ Р 50011-92 ГОСТ Р 50320-99 ГОСТ Р 50318.16.1.4-2008
	Антенные полигоны		
	Измерительные площадки		
	Опорно-поворотные устройства, сканеры, слайдеры		
Методики измерений и документация (метрологическая экспертиза и аттестация)	Методики измерений	ГОСТ РВ 8.563-2009 ГОСТ РВ 8.573-2000 ГОСТ Р 8.596-2002 ГОСТ РВ 8.573-2000	-
	Методики испытаний		
	Технические задания		
	Эксплуатационная документация		
Программное обеспечение (аттестация и идентификация ПО)	Метрологически значимая часть программного обеспечения АИК	ГОСТ Р 8.654-2009	Программы и методики испытаний

ВНИИФТРИ

Основные нормируемые радиотехнические характеристики антенных систем

Характеристика	*Наименование характеристики*	*Нормируемые параметры*
Характеристики направленности (векторная комплексная диаграмма направленности) $\dot{\Im}(\theta,\varphi)=F(\theta,\varphi)p(\theta,\varphi)exp(j\Phi(\theta,\varphi))$	Амплитудная ДН $F(\theta,\varphi)$	*Главный лепесток:* - направление ГЛ (θ_0,φ_0); - ширина ГЛ АДН на уровне S $F_S(\theta_0,\varphi_0)$.
		Боковые лепестки: - относительный уровень БЛ $æ_n(\theta,\varphi)$; - средний уровень БЛ $æ_{cp}$; - угловое положение БЛ(θ_n,φ_n).
		Вспомогательные параметры для специальных АДН: - глубина «нулей» разностной АДН $L_0(\theta,\varphi)$; - угловое положение «нулей» АДН (θ,φ).
	Фазовая ДН $\Phi(\theta,\varphi)$	*Фазовая картина поля* (собственно ФДН как функция зависимости фазы поля от пространственных координат) *Фазовый центр антенны*
	Поляризационная ДН $p(\theta,\varphi)$	*Поляризационный эллипс:* - коэффициент эллиптичности m; - угол наклона α; - начальный угол ориентации ψ_0; - направление вращения (***правое, левое***).
Энергетические характеристики		*Коэффициент направленного действия* $D(\theta,\varphi)$
		Коэффициент усиления G
		Эффективная изотропно излучаемая мощность $G\times P$
		Энергетическая добротность G/T

ВНИИФТРИ

Классификация антенных измерительных комплексов по методам измерений

Антенные измерительные комплексы

АИК дальней зоны

Закрытые антенные полигоны на базе БЭК

Открытые антенные полигоны

АИК ближней зоны

Планарное сканирование

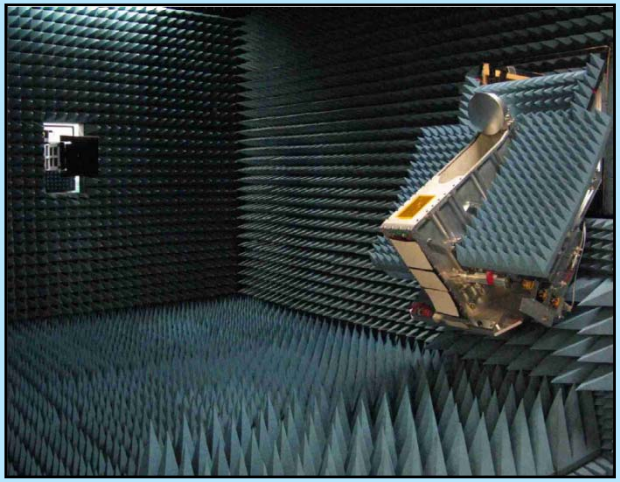
Цилиндрическое сканирование

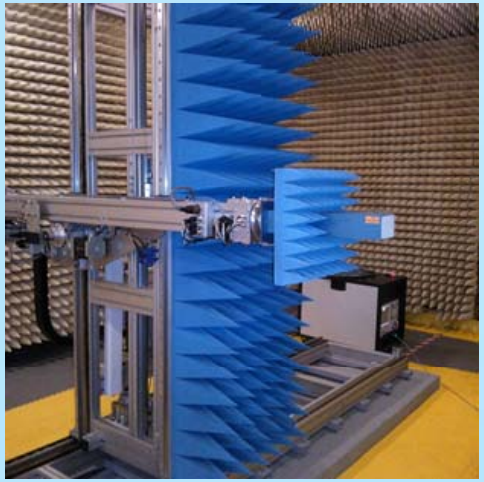
Сферическое сканирование

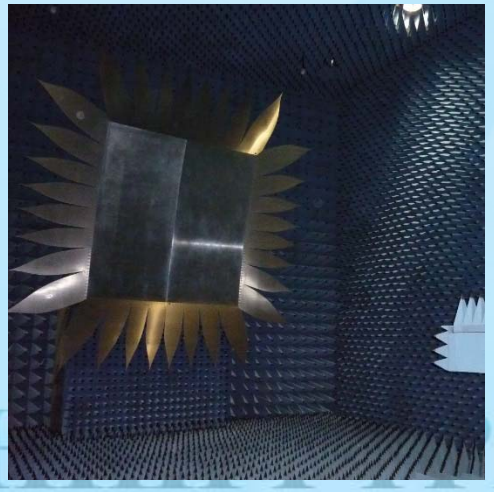
АИК коллиматорного типа

Однозеркальные радиоколлиматоры

Двухзеркальные радиоколлиматоры







Метрологическое обеспечение испытаний АИК

НТД, регламентирующие средства и методы оценки МХ и ТХ АИК:

1 ГОСТ 8.463-82 «Антенны и комплексы аппаратуры измерительные. Методы и средства поверки»
2 ГОСТ Р 8.574-2000 «Государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц»

3 ГОСТ 8.191-76 «ГСИ. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений параметров поля излучения антенных систем с рабочими размерами раскрывов от 0,1 до 0,4 м в диапазоне частот 2,5 – 12 ГГц»
4 ГОСТ 8.413-81 «ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений параметров поля излучения антенных систем с рабочими размерами раскрывов от 0,4 до 0,75 м в диапазоне частот 8,2 – 40,0 ГГц»
5 ГОСТ 8.414-81 «ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений параметров поля излучения антенных систем с рабочими размерами раскрывов от 1,5 до 3,6 м в диапазоне частот 2,5 – 40,0 ГГц»

Государственный первичный эталон единицы плотности потока энергии ЭМП в диапазоне частот от 0,3 до 178,0 ГГц (ВНИИФТРИ);
Государственный первичный эталон единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот от 0,0003 до 1000 МГц (ВНИИФТРИ);
Военный эталон единиц эффективной площади рассеяния, коэффициента отражения в свободном пространстве и коэффициента усиления антенн в диапазоне частот от 1 до 40 ГГц (ГНМЦ), разрабатываемый ВНИИФТРИ
(а также государственные и специальные эталоны единиц физических величин: ККО, ККП, мощности ЭМК, частоты и др.)

ВНИИФТРИ

Подходы к определению метрологических характеристик АИК:

Комплектный

Определение суммарной погрешности измерений при помощи эталонных антенн, мер и вспомогательных СИ, замыкающихся на:

Прямых измерений

Поэлементный

Определение частных составляющих суммарной погрешности на основе результатов:

Косвенных измерений

Использование расчетно-аналитических выражений, зависимостей, математических моделей формирования погрешности, алгоритмов компьютерного моделирования

ВНИИФТРИ

Исходные эталоны для метрологического обеспечения АИК и антенн

Государственный эталон единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0.3 до 178 ГГц	***ГЭТ 160-2006***
Государственный эталон единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот от 0,0003 до 1000 МГц	***ГЭТ 45-2011***
Государственный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц	***ГЭТ 26-2010***
Государственный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 53,57 ГГц	***ГЭТ 167-2005***
Государственный эталон единицы спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения в диапазоне частот 0,002 до 178,3 ГГц	***ГЭТ 21-2011***
Государственный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот 0 до 178 ГГц	***ГЭТ 193-2011***
Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени	***ГЭТ 1-2012***
Государственный эталон единицы импульсного напряжения	***ГЭТ 182-2010***
Государственный эталон единицы длины	***ГЭТ 199-2012***

ВНИИФТРИ

Измерение плотности потока энергии электромагнитного поля на ГЭТ 160-2006

Величина ППЭ измеренная эталонным измерителем определяется по формуле:

$$П = \frac{P_П}{K_{Ко}}$$

где $P_П$- мощность замещения на выходе преобразователя мощности,

$K_{ко}$- калибровочный коэффициент эталонного преобразователя, определяемый по формуле:

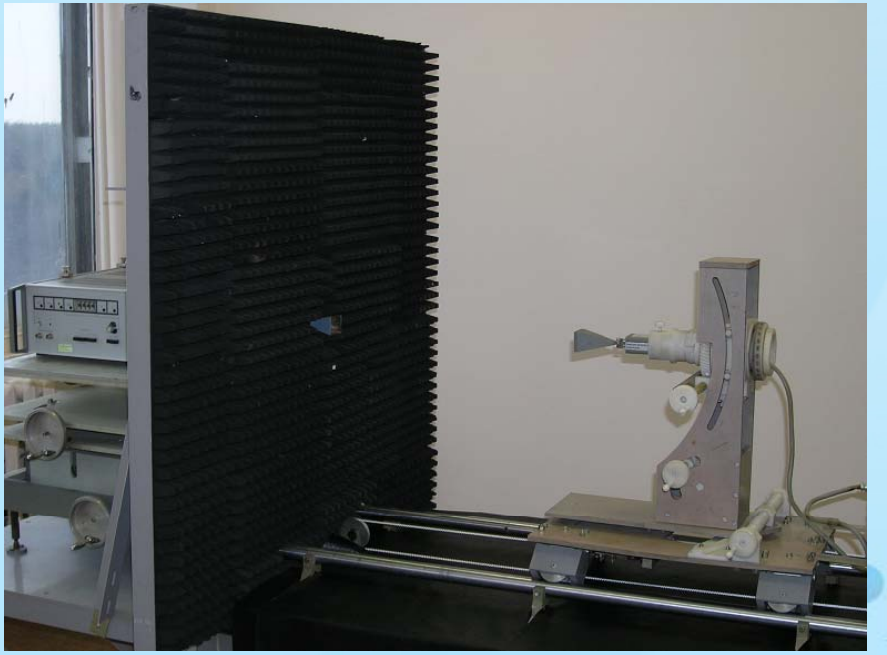
$$K_{Ко} = S_{ЭФФ} K_Э \frac{(1-|Г_A|^2)(1-|Г_Г|^2)}{|1-Г_A Г_Г|^2}$$

где $S_{ЭФФ}$- эффективная площадь приемной антенны,

$K_Э$- коэффициент эффективности преобразователя мощности,

$Г_A$- коэффициент отражения приемной антенны,

$Г_Г$- коэффициент отражения преобразователя мощности.



Метрологические характеристики ГЭТ 160-2006

- Диапазон частот от 0,3 до 178,0 ГГц.
- Диапазон значений ППЭ от 0,1 до 10 Вт/м^2.
- НСП при доверительной вероятности Р= 0,99 и СКО результата измерения ППЭ при п=5 не более:

Диапазон частот ГГц	От 0.3 до 78 ГГц	От 78 до 178 ГГц
S_o	$1{,}5\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$
Θ_o	$4\cdot10^{-2}$	$9{,}0\cdot10^{-2}$

- Нестабильность эталона ν_O = **2,5% за пять лет.**

СОСТАВЛЯЮЩИЕ НСП ЭТАЛОНА

СОСТАВЛЯЮЩАЯ	От 0,3 до 78 ГГц	От 78 до 178 ГГц
Погрешность аттестации эталонных антенн	3,0	3,5
Погрешность калибровки измерителей мощности	2,0	6
Погрешность измерения мощности замещения	0,2	0,2
Погрешность из-за рассогласования	0,7	1,5

$$\theta_0 = 1,4 * \sqrt{\sum \theta_i}$$

ВНИИФТРИ

Метрологические характеристики ГЭТ 160-2006

Случайная погрешность передачи 2 ≤ S ≤ 3,5%.

В систематическую погрешность передачи размера единицы входят следующие погрешности:

СОСТАВЛЯЮЩАЯ	%
погрешность из-за неидентичности антенн (θ_1)	От 0 до 5
погрешность из-за неисключенного влияния переотражений ЭМП в БЭК (θ_2)	От 0,5 до 4
погрешность измерения расстояния между антеннами(θ_3)	0,2
погрешность установки частоты	0,1

$$S_\Sigma = \sqrt{S^2 + \frac{\sum \theta_i}{3}}$$ находится в пределах 2%≤ S_Σ ≤6%.

Неопределенность измерений при калибровке СИ ППЭ

Диапазон частот ГГц	От 0,3 до 78 ГГц	От 78 до 178 ГГц
Стандартная неопределенность оцененная по типу А: не более	$2{,}0\cdot10^{-2}$	$3{,}5\cdot10^{-2}$
Стандартная неопределенность оцененная по типу В: не более	$5{,}5\cdot10^{-2}$	$7{,}5\cdot10^{-2}$
Суммарная стандартная неопределенность не более	$6\cdot10^{-2}$	$8\cdot10^{-2}$
Расширенная неопределенность не более при коэффициенте охвата К=2	$12\cdot10^{-2}$ (0,5) дБ	$16\cdot10^{-2}$ (0,6) дБ

ВНИИФТРИ

Основные характеристики антенных измерительных комплексов

Основными техническими и метрологическими характеристиками АИК являются:

1. Диапазоны (пределы) измерений (по частоте, по динамическому диапазону, по угловым и линейным координатам и т.д.)
2. Погрешности измерений (КСВН, КУ, ДН, поляризационных характеристик и др.)

Погрешности измерений характеристик антенн

Инструментальные погрешности измерений (из-за несовершенства используемых средств измерений и устройств)

Методические погрешности измерений (из-за несоблюдения условий дальней зоны, свободного пространства, влияния электромагнитной обстановки и т.д.)

ВНИИФТРИ

Основные источники погрешности измерений характеристик антенн при реализации методов дальней зоны

Составляющая суммарной погрешности измерений	Типовые значения вклада в суммарную погрешность, %		
	Измерения КУ	Измерение ДН	Измерение ПХ
Погрешность КУ эталона	**50**	-	-
Погрешность из-за рассогласования трактов	10	-	-
Погрешность из-за переотражений	10	**70**	20
Погрешность из-за сферичности волнового фронта	10	-	-
Погрешность из-за поляризационных потерь	5	-	**60**
Инструментальная погрешность	10	20	10
Другие источники погрешности	5	10	10

ВНИИФТРИ

Основные источники погрешности измерений характеристик антенн на коллиматорных стендах

Составляющая суммарной погрешности измерений	Типовые значения вклада в суммарную погрешность, %		
	Измерения КУ	Измерение ДН	Измерение ПХ
Погрешность КУ эталона	**50**	-	-
Погрешность из-за рассогласования трактов	10	-	-
Погрешность из-за переотражений	5	20	10
Погрешность из-за неравномерности поля коллиматора	15	**50**	20
Погрешность из-за поляризационных потерь	5	-	**50**
Инструментальная погрешность	10	20	10
Другие источники погрешности	5	10	10

ВНИИФТРИ

Основные источники погрешности измерений характеристик антенн при реализации методов ближней зоны

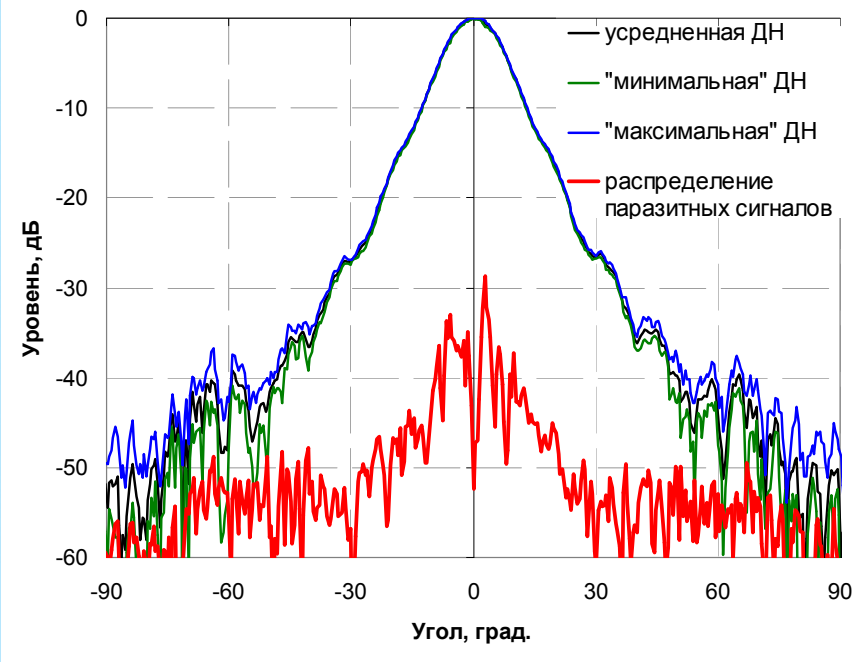
Составляющая суммарной погрешности измерений	Типовые значения вклада в суммарную погрешность, %		
	Измерения КУ	Измерение ДН	Измерение ПХ
Погрешности за счет ограничения области сканирования	5	10	-
Погрешности за счет дискретизации	5	5	-
Погрешности за счет влияния переотражений	5	15	15
Погрешности измерений характеристик зонда	-	30	30
Погрешность КУ эталона	**45**	-	-
Погрешность из-за поляризационных потерь	5	-	**35**
Инструментальная погрешность	30	**35**	15
Другие источники погрешности	5	5	5

ВНИИФТРИ

Определение нормируемых характеристик АИК дальней зоны

Основные **технические** характеристики антенных измерительных комплексов дальней зоны:

- размер рабочей зоны, определяемый электрическими размерами полигона и вспомогательной антенны;
- коэффициент безэховости, определяемый радиотехническими характеристиками безэховой камеры или иной площадки для размещения приемной и передающей антенн.

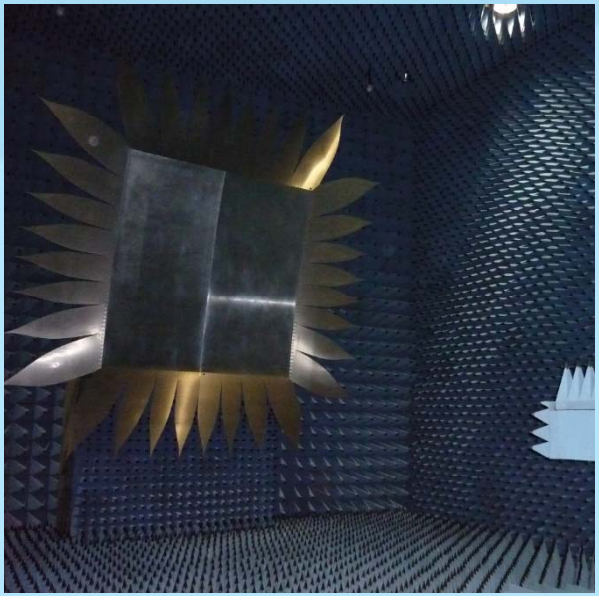


Основные мероприятия при оценке **технических** и **метрологических** характеристик АИК дальней зоны:

1. Определение диапазонов измерений характеристик антенных устройств по частоте, по значению измеряемой величины, по углу.
2. Определение инструментальных погрешностей (нелинейность амплитудной характеристики и собственные шумы приемного устройства, стабильность уровня мощности на выходе передающего устройства, погрешность используемых эталонов)
3. Определение методических погрешностей:
   - из-за конечного расстояния между антеннами;
   - из-за несоблюдения условия свободного пространства (побочных переотражений);
   - неидеальной линейной (круговой) поляризации вспомогательной антенны;
   - из-за рассогласования и др.
4. Оценка суммарных погрешностей измерений КУ, УБЛ, ПХ на основе измеренных исходных данных.

ВНИИФТРИ

Определение нормируемых характеристик АИК, реализованных на базе радиоколлиматоров

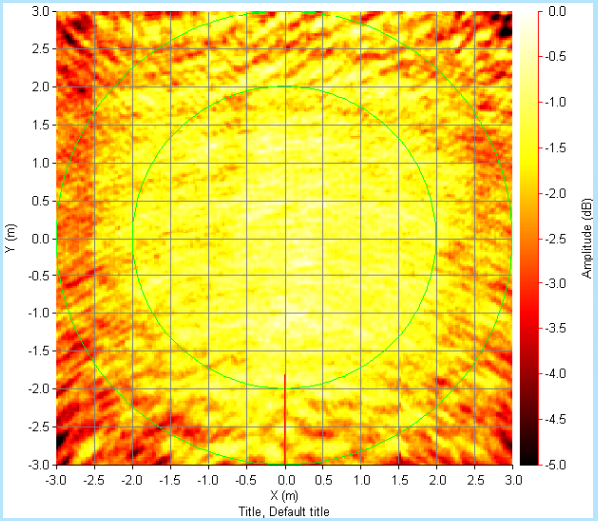


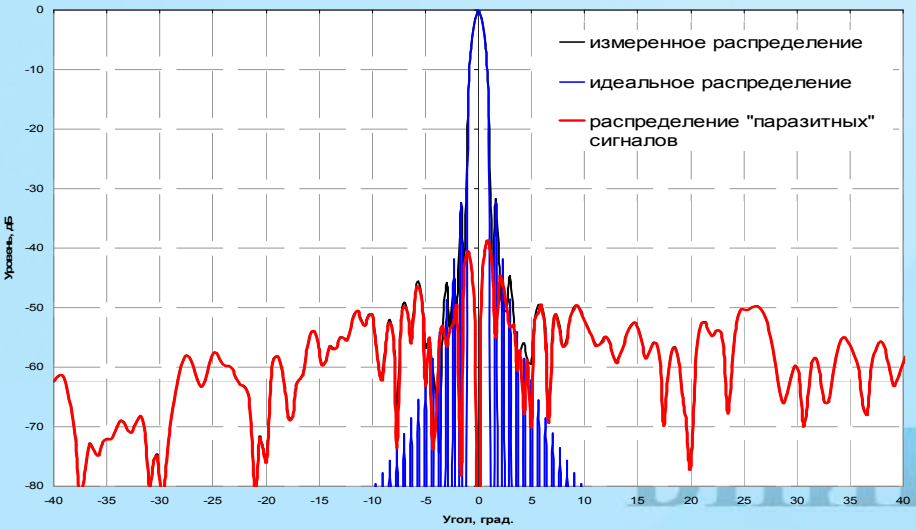
Основные радиотехнические характеристики компактных полигонов на базе радиоколлиматоров:

- размер рабочей зоны;
- неравномерность амплитудного и фазового распределений в рабочей зоне;
- коэффициент безэховости;
- уровень кроссполяризационной составляющей в пределах рабочей зоны;
- собственная ЭПР.

Методики испытаний:

1. Измерение сечений амплитудного и фазового распределений поля на согласованной и кроссполяризации;
2. Измерение коэффициента безэховости и собственной ЭПР;
3. Оценка погрешностей измерений КУ, УБЛ, ПХ на основе измеренных исходных данных

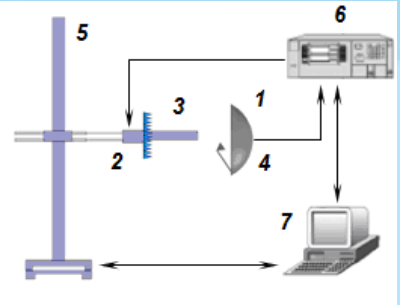




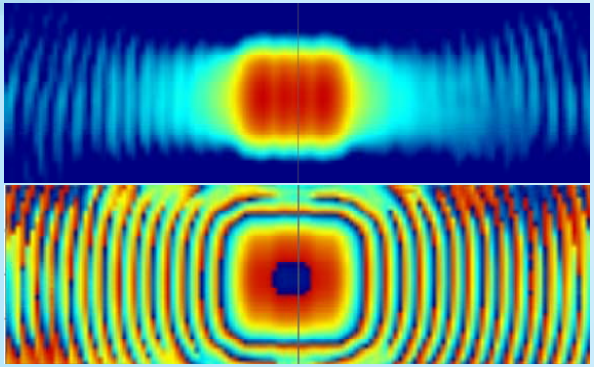
Метод гармонического анализа амплитудно-фазового распределения поля коллиматора

ИФТРИ

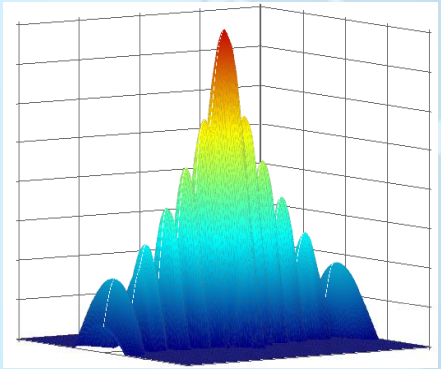
Определение нормируемых характеристик АИК ближней зоны



1 – испытываемая антенна; 2 – формирователь импульсов; 3 – измерительный зонд; 4 – выносной смеситель; 5 – планарный сканер; 6 – стробоскопический приемник; 7 – персональная ЭВМ



Амплитудное и фазовое распределения

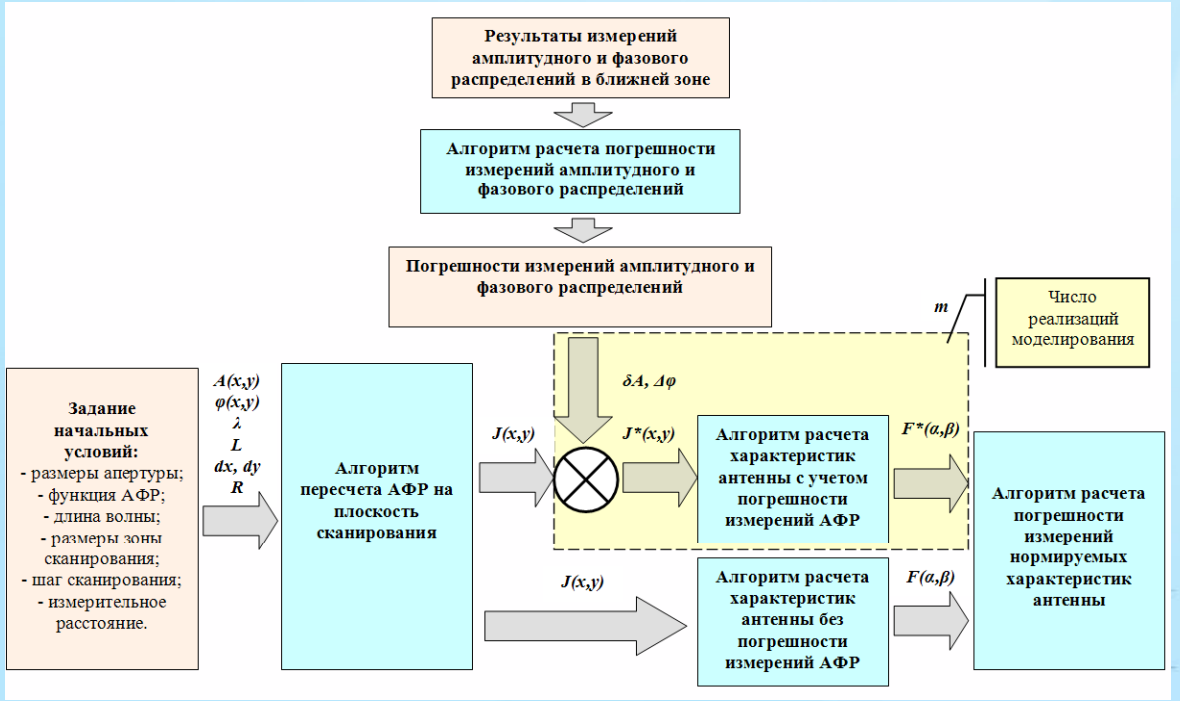


Амплитудная диаграмма направленности

Расчетно-экспериментальный подход, основанный на методе статистических испытаний, включает:

I Экспериментальная оценка погрешности измерений амплитудного и фазового распределений ЭМП в ближней зоне путем обработки результатов косвенных измерений с многократными наблюдениями.

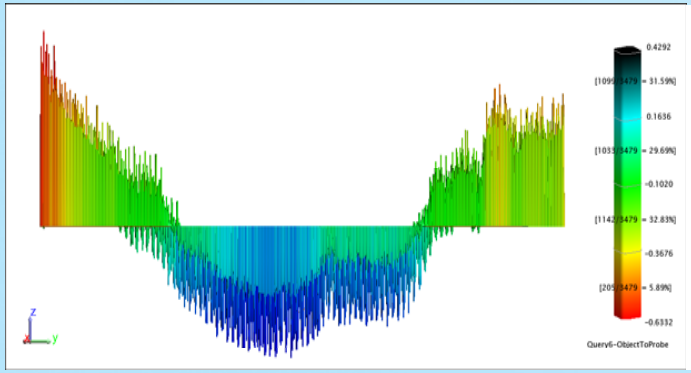
II Математическое моделирование процесса измерений АИК БЗ, включая моделирование испытываемой антенны с типовыми АФР на ней и оценка влияния погрешности измерений на точность восстановления исследуемой антенны в дальней зоне.

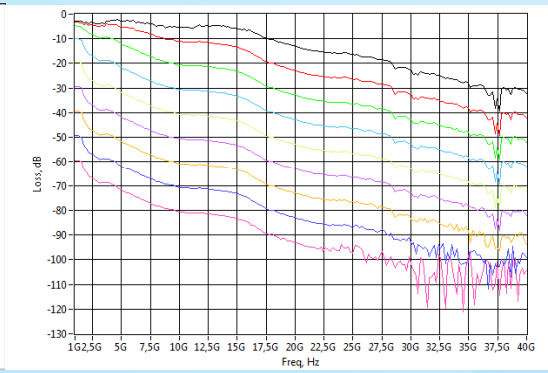


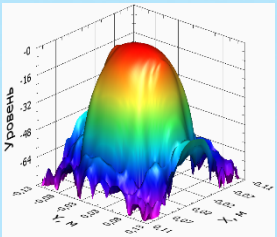
Расчетно-экспериментальный подход, основанный на оценке частных составляющих погрешности, включает:

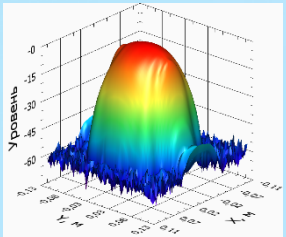
I Экспериментальная оценка погрешности измерений комплексного коэффициента передачи, погрешности позиционирования зонда, погрешности измерений из-за ограниченного динамического диапазона, нелинейности АЧХ измерителя, дискретизации и ограничения зоны сканирования, погрешности измерений диаграммы направленности зонда и т.д.

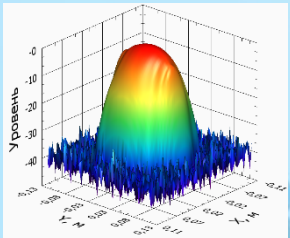
II Объединение частных составляющих погрешности измерений для оценки погрешности измерений нормируемых характеристик антенн.

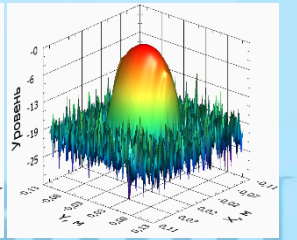






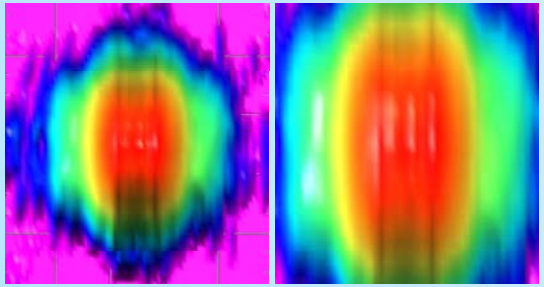


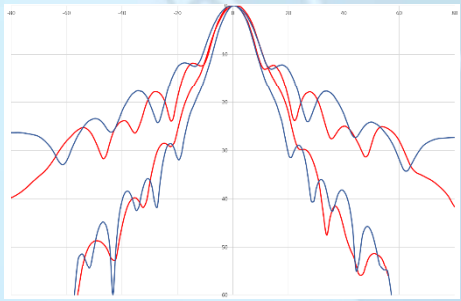




Основные условия для обеспечения корректных измерений в ближней зоне с планарным сканированием

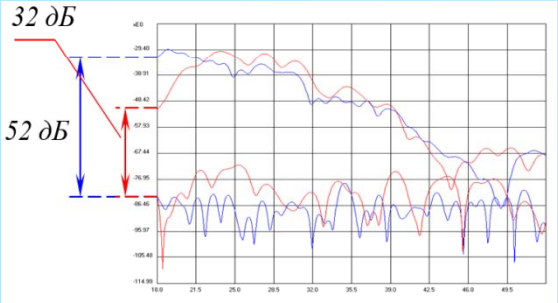
Выбор размеров зоны сканирования

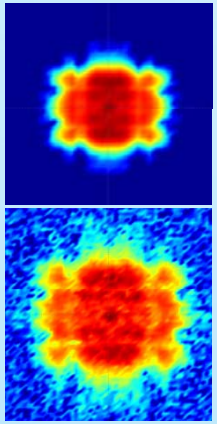


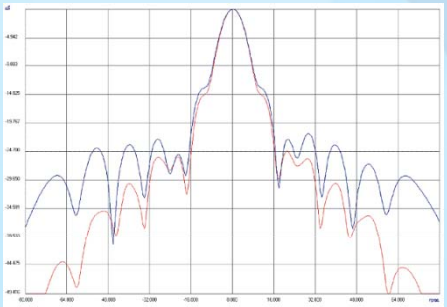


Обеспечение требуемого динамического диапазона измерений амплитудного распределения (соотношения С/Ш)

ДД ≥ 55 дБ

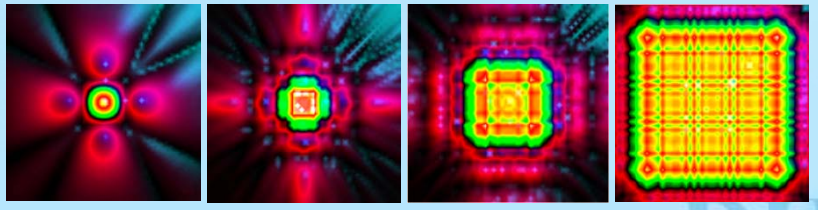






Измерения характеристик остронаправленных антенн

КУ ≥ 15 дБ

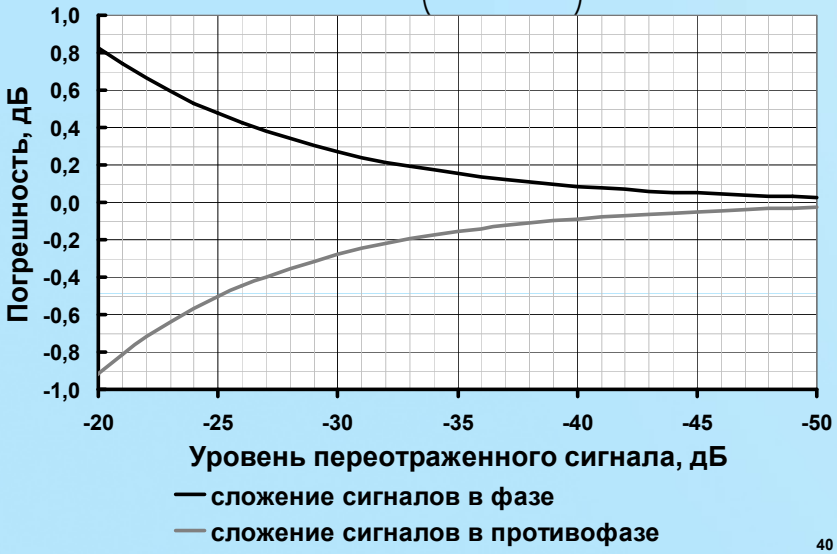


D/λ=2 *D/λ=5* *D/λ=10* *D/λ=20*

Систематические погрешности измерений характеристик антенн АИК дальней зоны

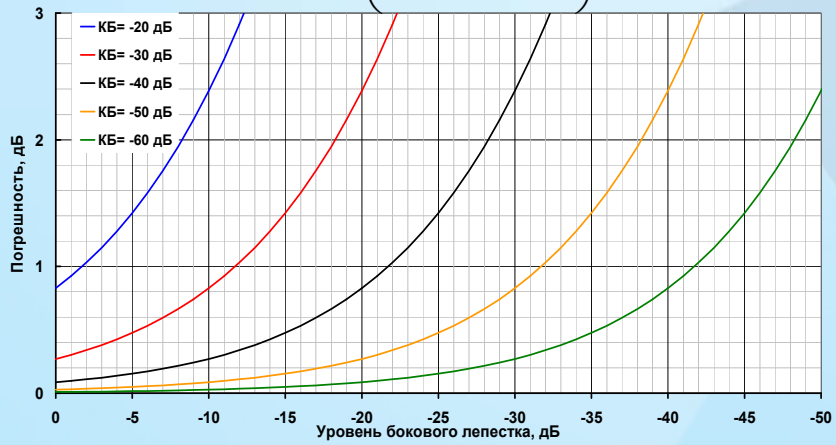
Погрешность измерений коэффициента усиления

$$\Delta_{КУ} = 20\lg\left(1 \pm 10^{\frac{A}{20}}\right),$$



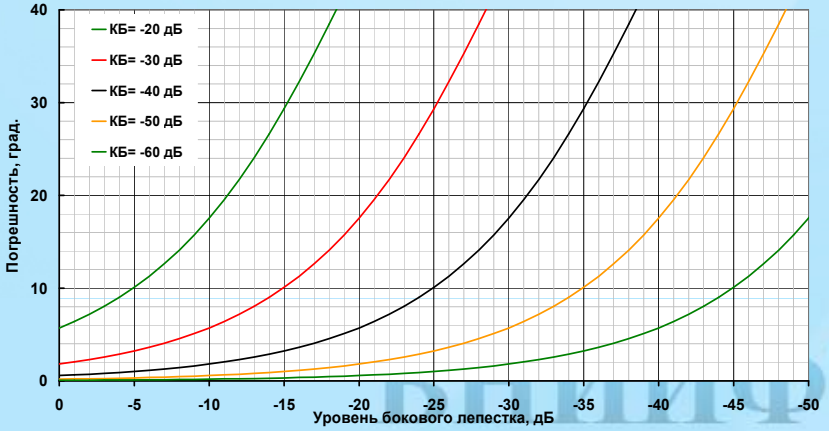
Погрешность измерений амплитудных ДН

$$\Delta_{АДН} = 20\lg\left(1 \pm 10^{\frac{КБ-УБЛ}{20}}\right),$$



Погрешность измерений фазовых ДН

$$\Delta_{ФДН} = arc\tan\left(10^{\frac{\Delta_{АДН}}{20}} - 1\right),$$



Методы измерений характеристик антенных полигонов

Коэффициентом безэховости - это отношение потока мощности, рассеянного камерой, к потоку мощности, пришедшему от излучателя, в рабочей зоне БК

$$K_Б = 10 \cdot \lg \frac{P_{РАС}}{P_{ПАД}}$$

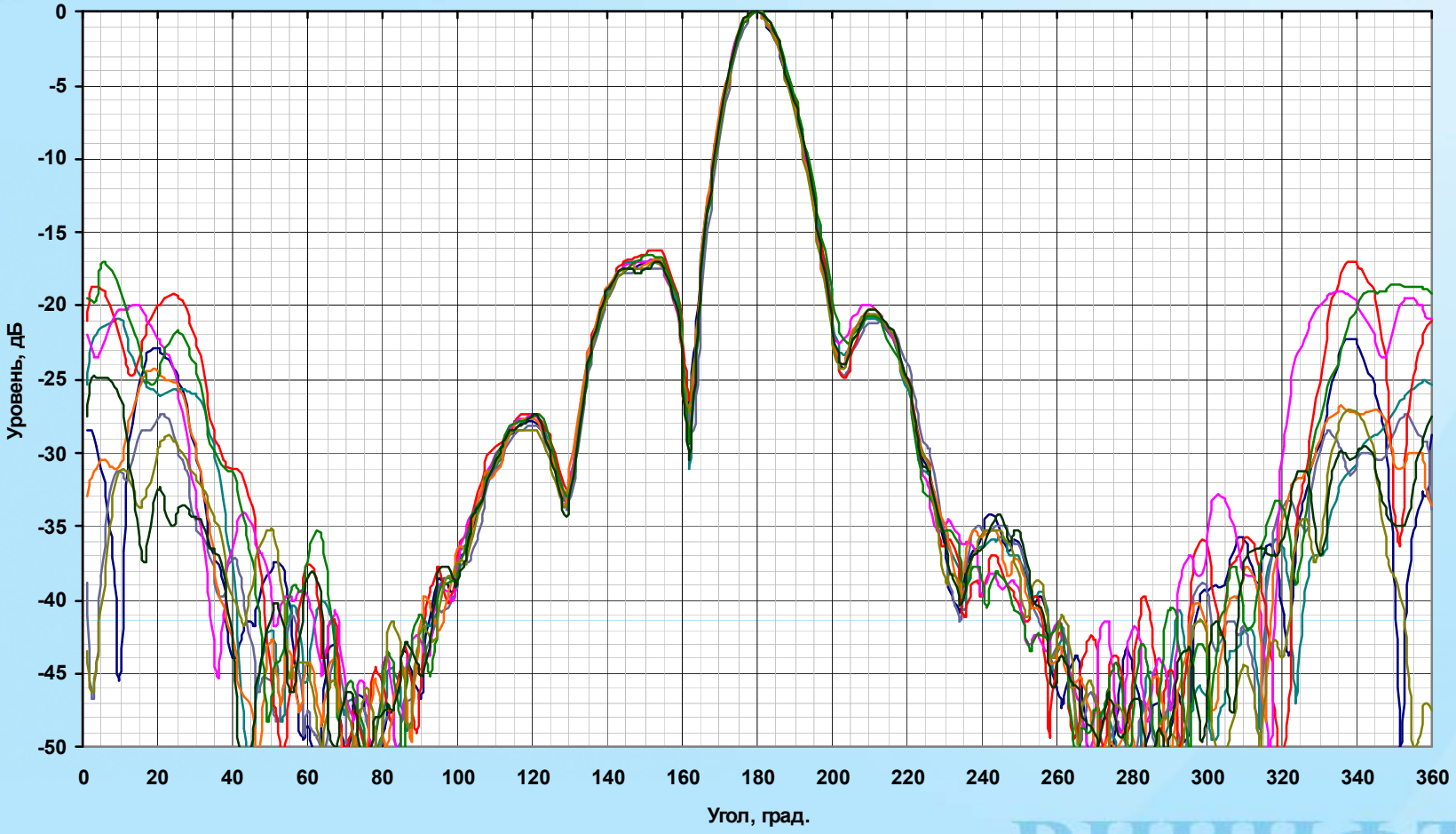
Методы измерений

- непосредственного измерения рассеянной мощности
- наложения диаграмм направленности приемной антенны
- двух приемных антенн
- измерений амплитудно-фазового распределения в рабочей зоне
- перемещающегося индикатора
- генератора качающейся частоты (свип-генератора)
- измерений «кажущейся» ЭПР БК
- импульсных измерений

ВНИИФТРИ

Метод наложения диаграмм направленности

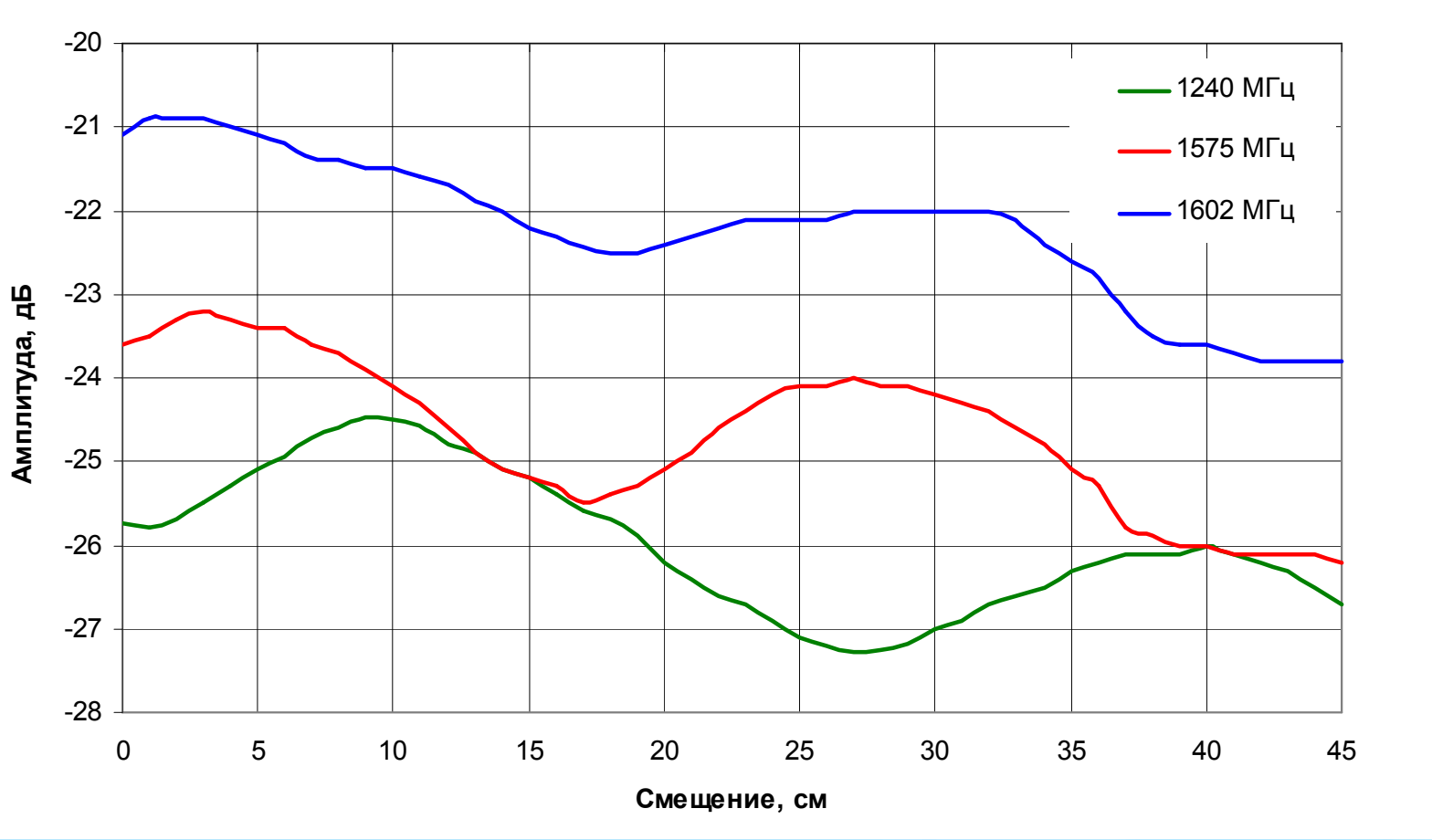
$$L(\theta) = 20\lg\left(\frac{10^{\Delta(\theta)/20} - 1}{10^{\Delta(\theta)/20} + 1}\right) + D_{CP}(\theta)$$



ВНИИФТРИ

Метод подвижной антенны

$$КБ = 20\,lg\left(\frac{A-1}{A+1}\right) \qquad A = \sqrt{\frac{P_{max}}{P_{min}}}$$

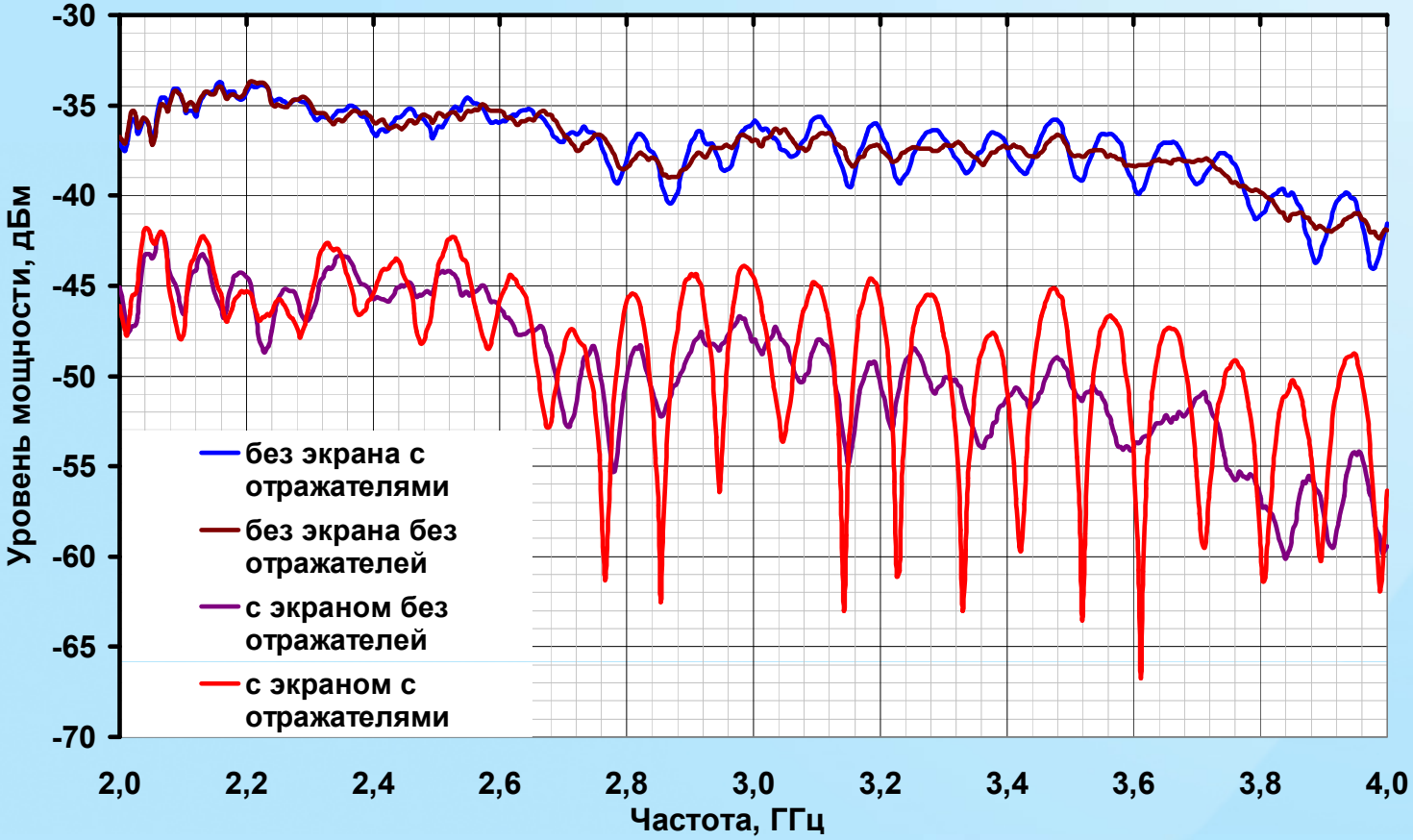


ВНИИФТРИ

Метод свипирования по частоте

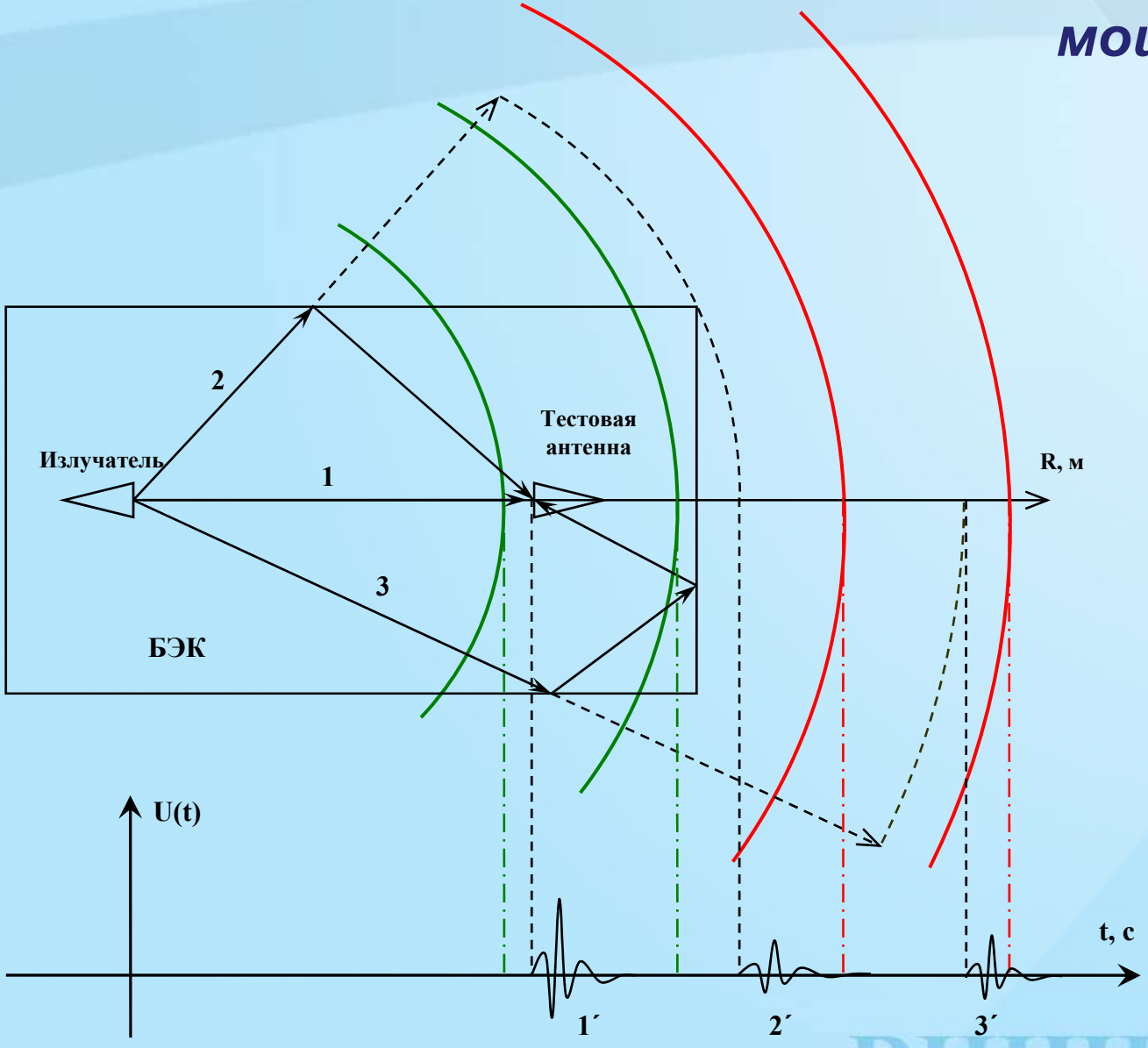
$$КБ = 20\,lg\left(\frac{A-1}{A+1}\right) \qquad КБ = D_{МИН} + 20\,lg\left(\frac{A-1}{A+1}\right) \qquad A = \sqrt{\frac{P_{\max}}{P_{\min}}}$$

Результаты эксперимента по измерению разных уровней КБ



ВНИИФТРИ

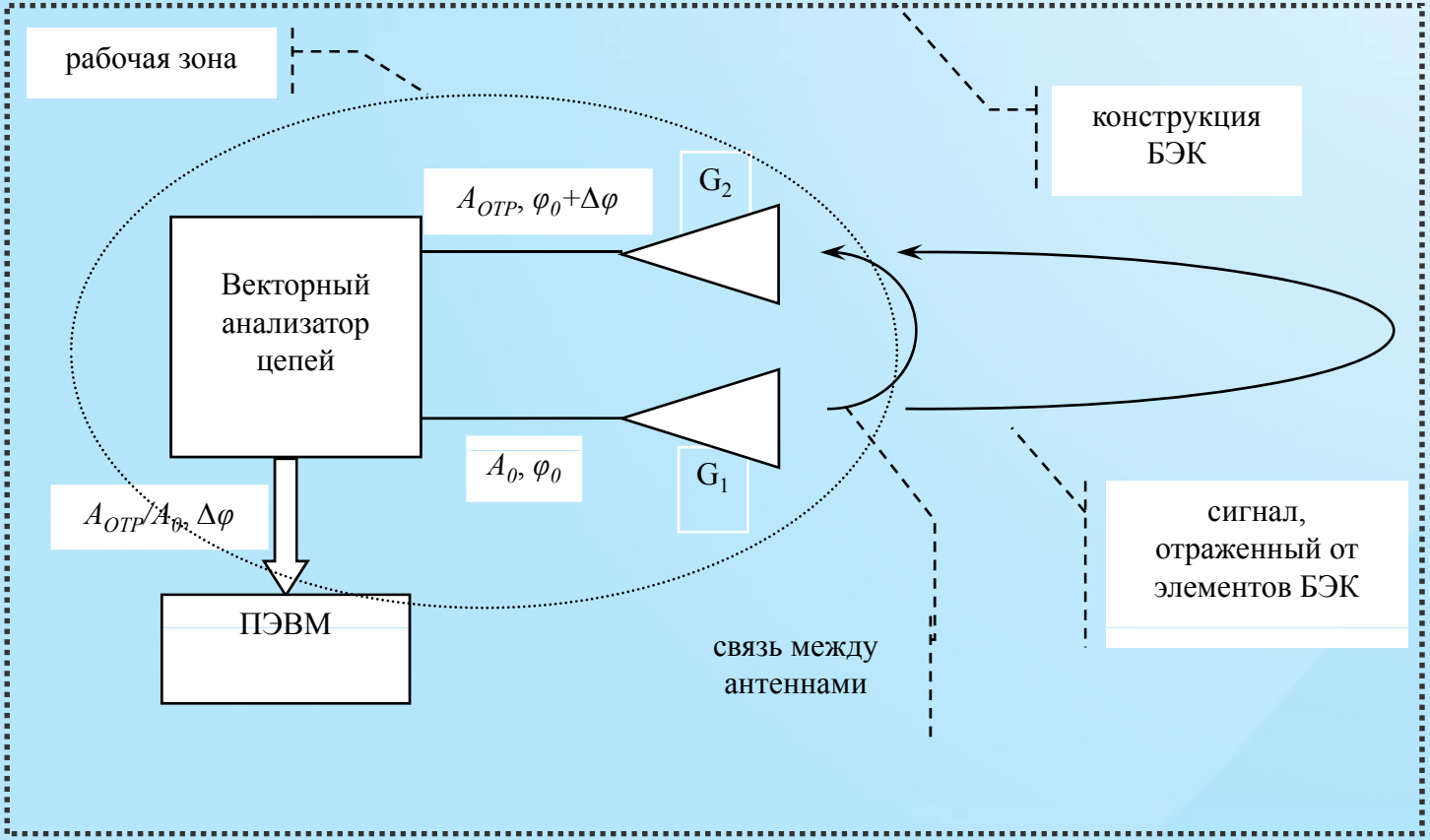
Метод непосредственного измерения рассеянной мощности



ВНИИФТРИ

Измерения КБ для совмещенной точки излучения и приема

$$F_{ПР}(n) = 20\,lg\left| F^{+1}\left\{ F^{-1}\left\{ \Delta\dot{A}_{БЭК}(n) \right\} w(\cdot) \right\} \frac{1}{\Delta\dot{A}_{АНТ}(n)} \frac{\lambda(n)}{4\pi R} \right|$$



ВНИИФТРИ

Измерения КБ методом последовательного апертурного синтеза

<u>Метод последовательного апертурного синтеза</u>: получение углового распределения интенсивности переотражений, представляемого в виде Фурье-разложения по пространственным частотам, формируемого путем преобразования Фурье АФР поля в плоскости измерений

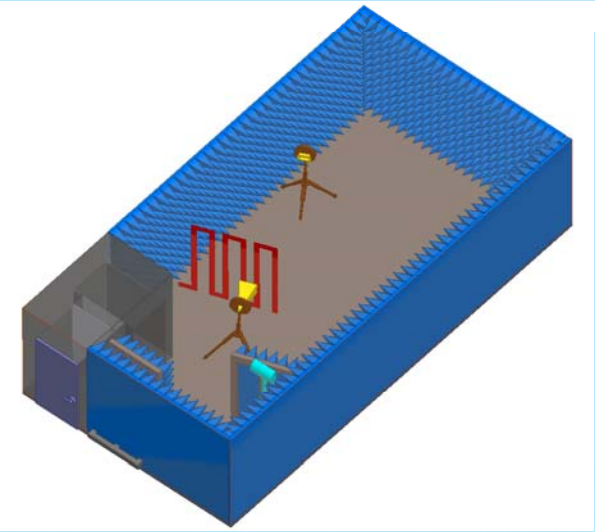


Рис. 1. Схема измерений:
1 – измерительный зонд;
2 – полеобразующая система в БЭК.

<u>Пространственный спектр</u>

$$W(\theta,\varphi) = FFT\left(\dot{E}(x,y)\right).$$

$\dot{E}(x,y)$ - АФР поля;

θ, φ - угловые координаты.

<u>Коэффициент безэховости</u>

$$K_Б = 20\lg\left(\frac{W_{max}(\theta,\phi)}{W_0(\theta,\phi)}\right)$$

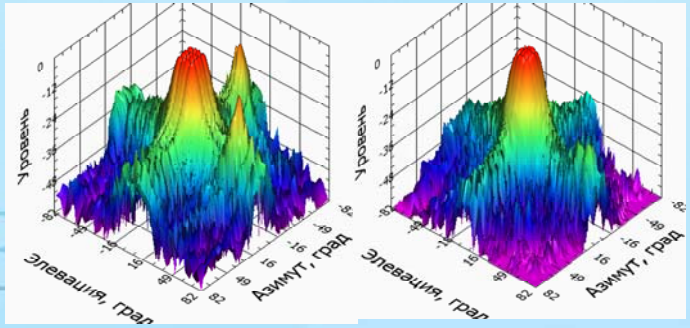
где

$$W_{max}(\theta,\phi) = \max\left[W(\theta,\phi)/F_Z(\theta,\phi)\right]$$

$F_Z(\theta,\phi)$ - относительная амплитудная диаграмма направленности зонда

<u>Параметры синтезирования</u>

$$\begin{cases} \Delta\theta_{min} = \dfrac{\lambda}{\Delta d(N-1)} \\ \theta_{обз} = \Delta\theta_{min}\cdot(N-1). \\ \Delta d \le \lambda/2 \\ \Delta d(N-1) \ge L_{РЗ} \end{cases}$$



Измерения характеристик радиопоглощающих материалов антенного полигона

Методика измерений модуля комплексного коэффициента отражения РПМ

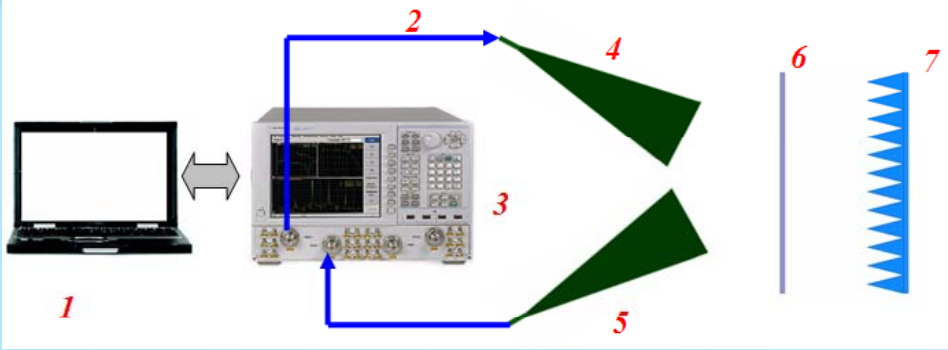


Рис. 1. Схема измерений МКО: 1- управляющая ПЭВМ; 2 - СВЧ кабели; 3- – векторный анализатор цепей; 4,5 - излучающая и приемная антенны; 6 - мера МКО в виде металлической пластины или измеряемый образец; 7 – поглощающий материал.

Уравнение измерений МКО: $\Gamma = \Gamma_0 \cdot \left(\left| \dot{A}_{РПМ} \right| / \left| \dot{A}_0 \right| \right)$

где Γ - значения МКО исследуемого образца на частоте измерений;

Γ_0 – значение МКО известного образца на частоте измерений;

$A_{РПМ}$, A_0 - комплексное значение амплитуды отраженного сигнала исследуемым образцом и мерой МКО для выбранной частоты.

Недостатком существующего метода является **высокая погрешность** измерений и **ограниченный динамический диапазон** измерений из-за :

- влияния отраженных сигналов (фона);
- наличия паразитной связи между антеннами.

Использование метода дискретного частотного синтеза и комплексного вычитания фона позволяет расширить динамический диапазон измерений до минус 50 дБ при суммарной погрешности измерений 2,5 дБ.

$$\boldsymbol{\rho}(\omega_i) = 20\lg \left| \frac{\mathrm{F}^{+1}\left\{ \Pi_u(t_i) \cdot \mathrm{F}^{-1}\eta(\omega_i)\left[\dot{\mathbf{A}}_{\mathbf{и}}(\omega_i) - \dot{\mathbf{A}}_{\mathbf{Ф}}(\omega_i) \right] \right\}}{\mathrm{F}^{+1}\left\{ \Pi_к(t_i) \cdot \mathrm{F}^{-1}\eta(\omega_i)\left[\dot{\mathbf{A}}_{\mathbf{к}}(\omega_i) - \dot{\mathbf{A}}_{\mathbf{Ф}}(\omega_i) \right] \right\}} \right|$$

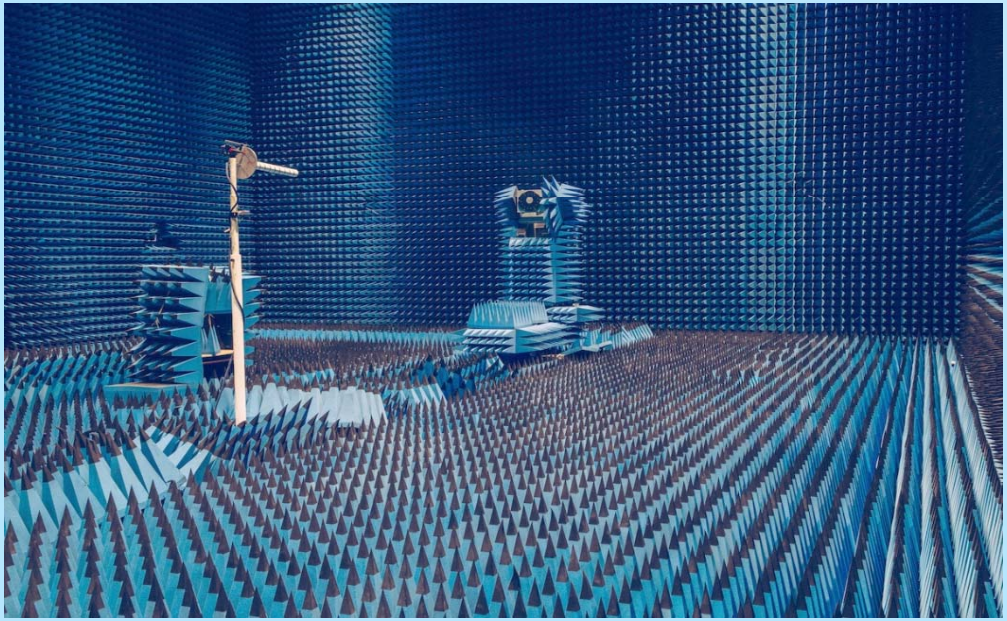
ВНИИФТРИ

Комплекс для измерений характеристик антенн на основе БЭК

1. Экранированная безэховая камера с размерами 20×14×9 м и коэффициентом безэховости не более минус 40 дБ в диапазоне частот от 1 до 40 ГГц

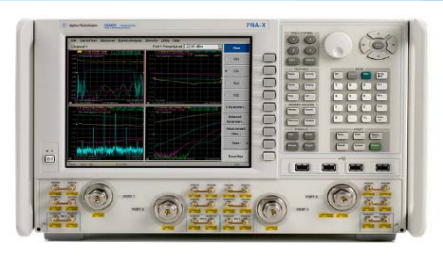
2. В безэховой камере размещено прецизионное устройство позиционирования антенн по 6 координатам

3. Комплекс обеспечивает измерение всего перечня параметров антенн навигационной аппаратуры потребителя в соответствии с ГОСТ Р 8.773-2011 для улучшения точностных характеристик системы ГЛОНАСС

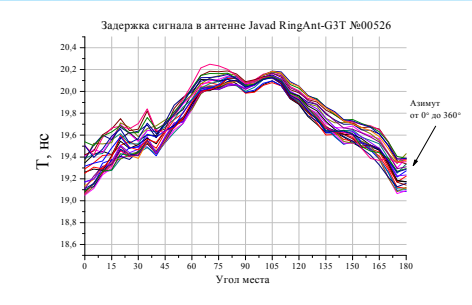


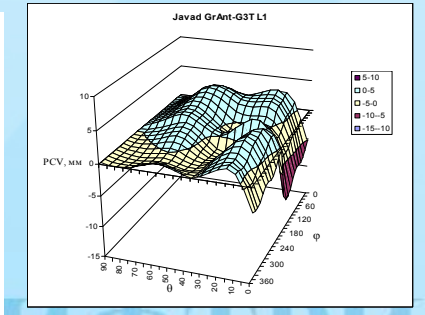
Эталонные антенны

Векторный анализатор цепей



Результаты калибровки антенн





ВНИИФТРИ

Метрологические характеристики измерительного комплекса в части оценки фазовых и временных характеристик антенн

- Диапазон частот: L1, L2, L3 ГЛОНАСС, L1, L2, L5 GPS, E1, E5a, E5b Galileo

- Погрешность (σ) определения положения электрического (фазового) центра антенно-фидерного устройства и его изменений в зависимости от угла места и азимута навигационного космического аппарата не более 0,001 м

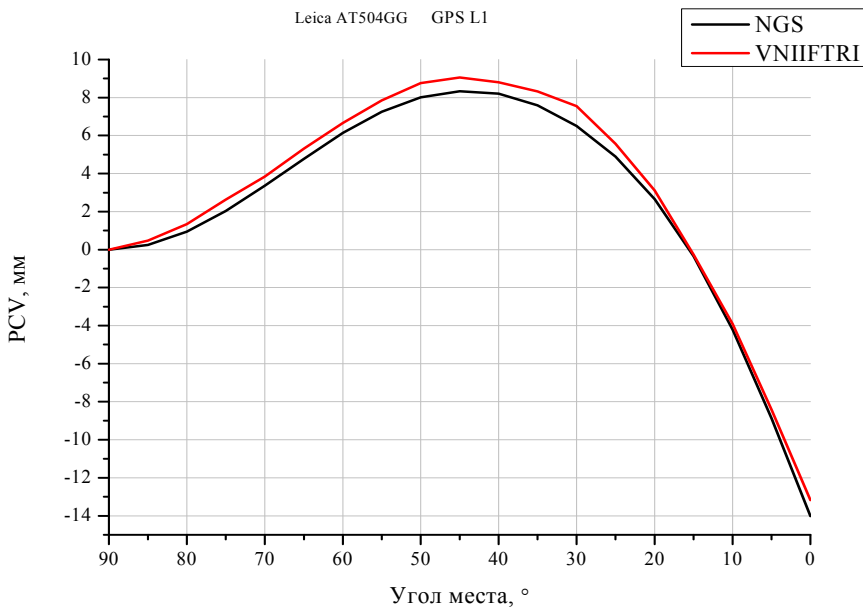
- Погрешность (σ) измерений абсолютной временной задержки антенно-фидерного устройства и ее изменений в зависимости от угла места и азимута навигационного космического аппарата не более 0,1 нс

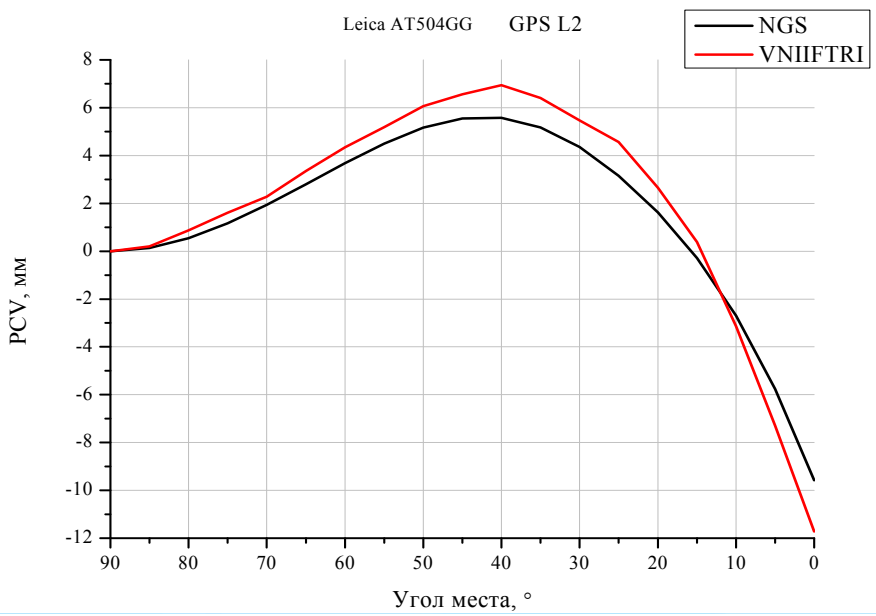
ВНИИФТРИ

Сравнение результатов калибровки антенн во ВНИИФТРИ и NGS, США

Положение электрического (фазового) центра антенны Leica AT504GG

	GPS L1			GPS L2		
	x, мм	y, мм	z, мм	x, мм	y, мм	z, мм
ВНИИФТРИ	-1,48	-0,01	90,18	-0,14	0,37	118,28
NGS	0,30	0,34	91,34	-0,30	0,13	117,71



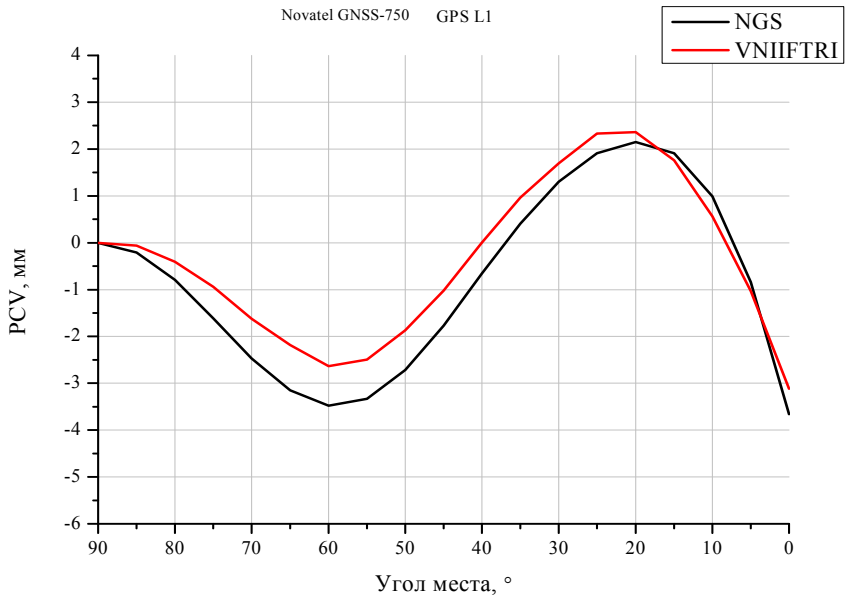


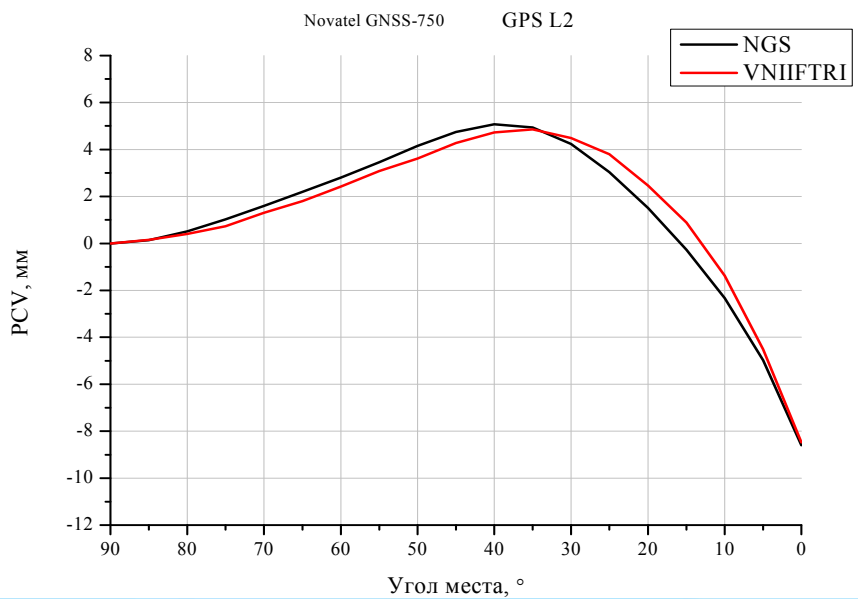
ВНИИФТРИ

Сравнение результатов калибровки антенн во ВНИИФТРИ и NGS, США

Положение электрического (фазового) центра антенны Novatel GNSS-750

	GPS L1			GPS L2		
	x, мм	y, мм	z, мм	x, мм	y, мм	z, мм
ВНИИФТРИ	1,4	1,46	159,4	1,1	1,55	159,45
NGS	0,26	-0,16	161,3	-0,22	-0,51	158,3





ВНИИФТРИ

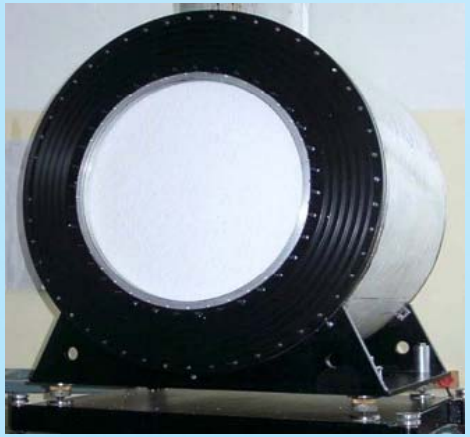
Средства метрологического обеспечения измерений яркостной и шумовой температуры АФУ

Широкоапертурные и волноводные генераторы шума (излучатели) – эталонные и рабочие меры единиц яркостной и шумовой температуры – Кельвин.

Эталонный широкоапертурный генератор шума – НШИ 100 (из состава ГЭ «УВТ 95-А-2000»).

Коаксиальный низкотемпературный генератор шума.

Бортовой (спутниковый) широкоапертурный генератор шума (диапазон частот от 140 до 220 ГГц).



Широкоапертурные низкотемпературные генераторы шума – рабочие меры единицы шумовой и яркостной температуры

В ФГУП «ВНИИФТРИ» разработаны эталонные, рабочие наземные и бортовые (спутниковые) широкоапертурные генераторы шума (излучатели).

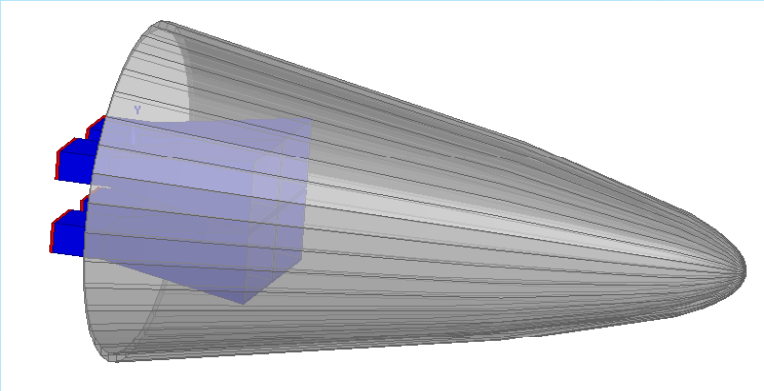
ВНИИФТРИ

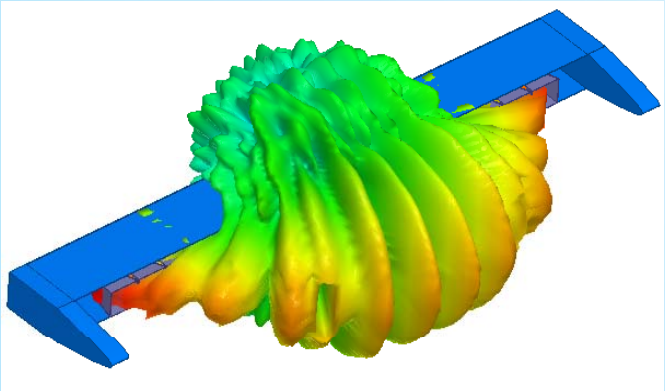
Основные характеристики эталонных и рабочих мер единиц шумовой и яркостной температур						
Широкоапертурные генераторы шума						Волноводные и коаксиальные генераторы шума
Разработчик	ВНИИФТРИ (Россия)	ВНИИФТРИ (Россия)	ВНИИФТРИ (Россия)	Berkly University of California (USA)	NIST (USA)	ВНИИФТРИ (Россия)
Владелец	ВНИИФТРИ (Россия)	ИПА РАН (Россия)	ЦКНПТ (АН КНР)	Berkly University of California (USA)	NIST (USA)	ВНИИФТРИ (Россия)
Средство измерений / Параметры	НШИ 100 из состава ГЭ «УВТ 95-А-2000»	Низкотемпературный широкоапертурный генератор шума (ШНГШ) для калибровки радиотелескопов двухэлементного радиоинтерферомет-ра	Комплекс низкотемпературных широкоапертурных генераторов шума для калибровки спутниковых радиометров по яркостной и шумовой температурам.	LHeCL. Рабочий эталон для калибровки средств измерений параметров фонового (реликтового) излучения	Широкоапертур-ный излучатель для национальн-ого эталона единицы ярко-стной темпе-ратуры. (проект)	НГШ – К,В, из состава государственного эталона единицы шумовой температуры, ГЭТ 21-2011
Диапазон частот, ГГц	18,1 ÷ 118,3	2,0 ÷ 40,0	6,6 ÷ 37,0	1,3 ÷ 12	18 ÷26	0,01÷178
Воспроизводимые уровни ШТ, К	78; 294	~ 80; ~ 300	~ 77,4; ~ 292	~ 3,8	200 ÷300	78÷122
Погрешность воспроизведения единицы ШТ, К	СКО 0,1 НСП 0,5 ÷ 1,5	1,5	0,9 ÷ 1,8	~ 0,3	≤ 1,0	СКО 0,6 НСП 1,0
Апертура, мм	100	~ 260	200, 300, 500	780	300	Волноводы, коаксиал 7/3
Хладогент	Охлаждаемый жидким азотом	Охлаждаемый жидким азотом	Охлаждаемый жидким азотом	Охлаждаемый жидким гелием	Нагреваемый	Охлаждаемый жидким азотом

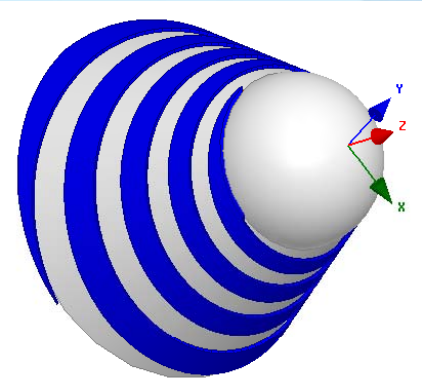
ВНИИФТРИ

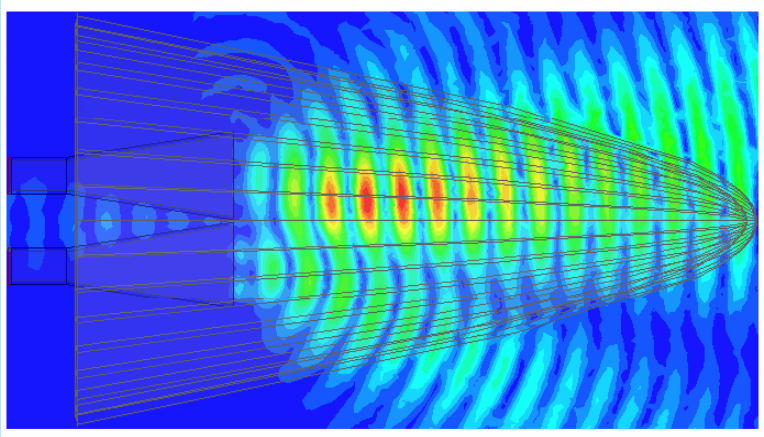
Основные направления деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ» по обеспечению единства и точности измерений характеристик антенн

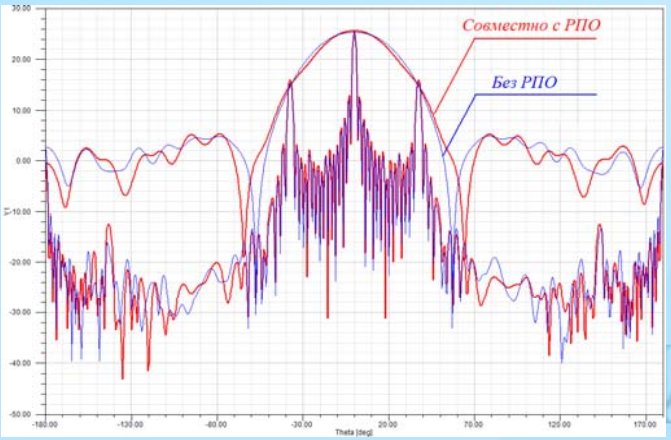
Теоретическая оценка основных энергетических характеристик антенн и антенных систем, расчет их свойств направленности

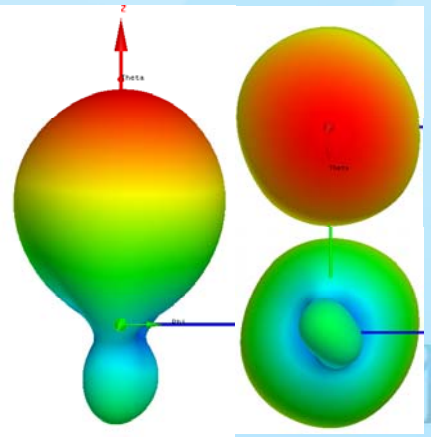




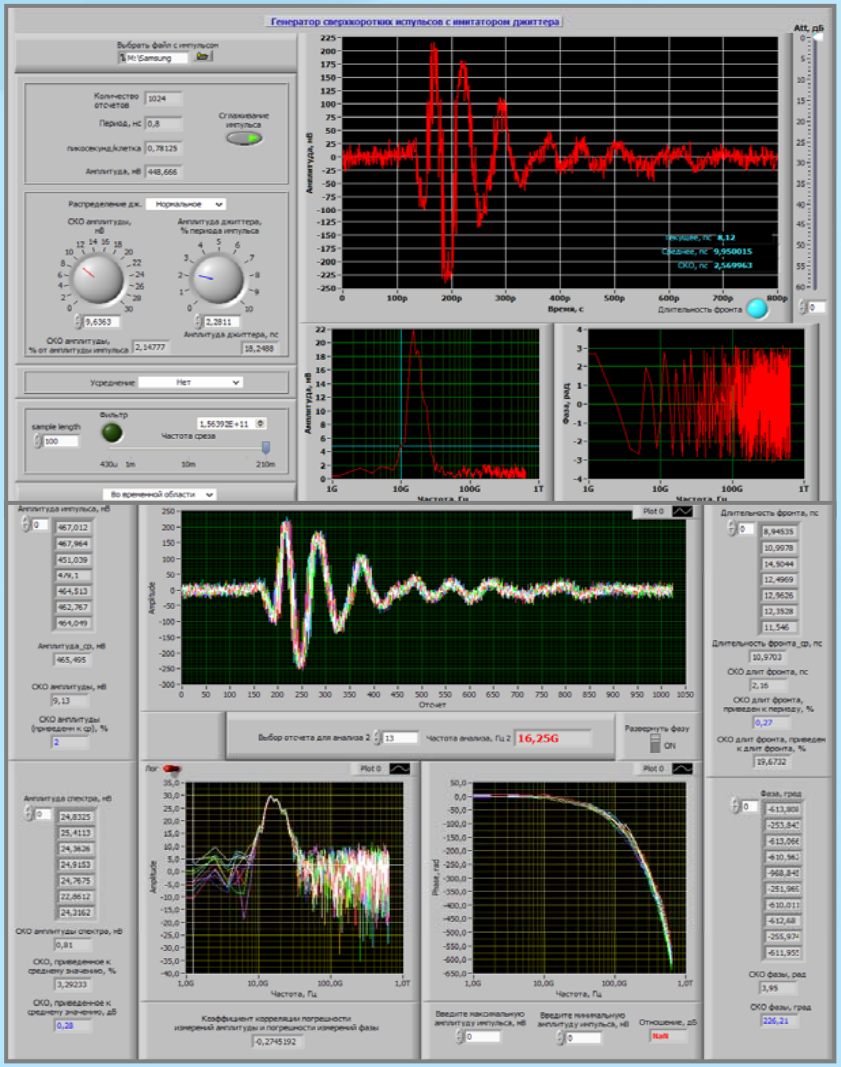




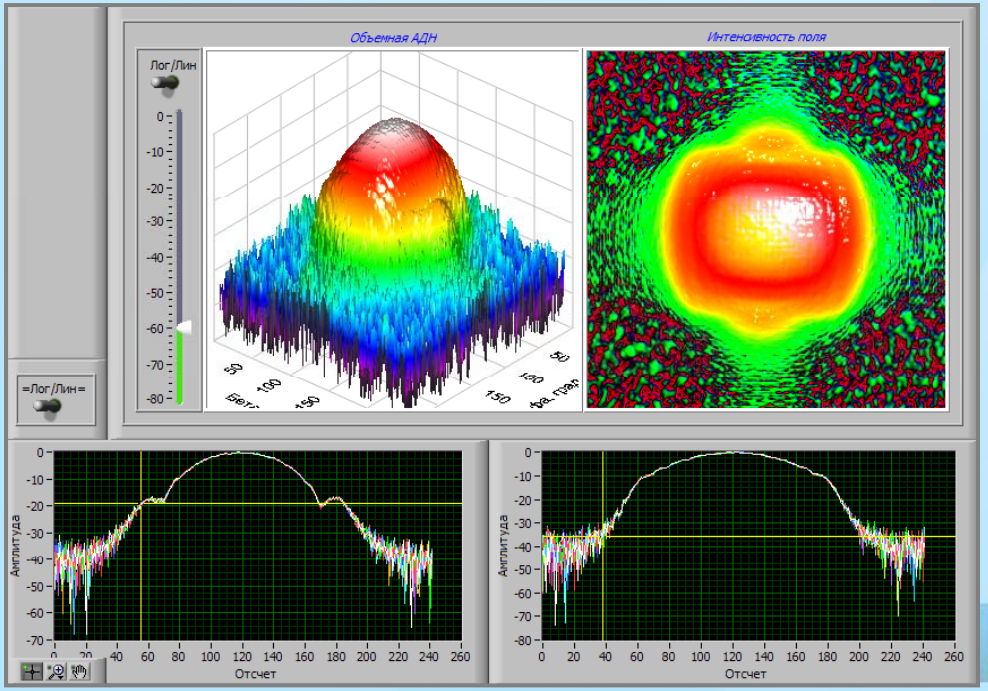




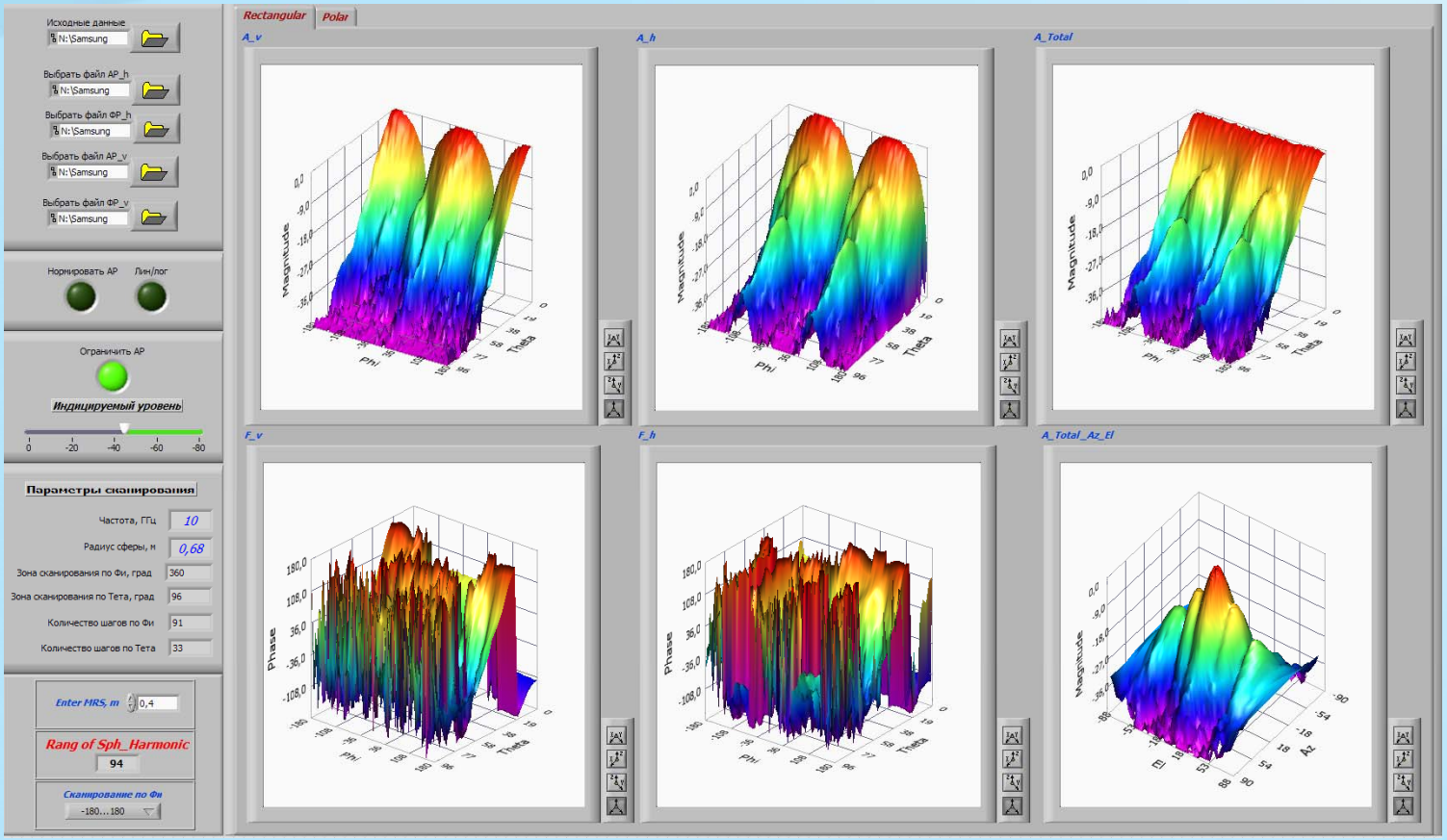
Основные направления деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ» по обеспечению единства и точности измерений характеристик антенн



Разработка методик измерений, обработки результатов измерений нормируемых пространственных и энергетических характеристик антенн, а также методик оценки точностных показателей антенных измерительных комплексов



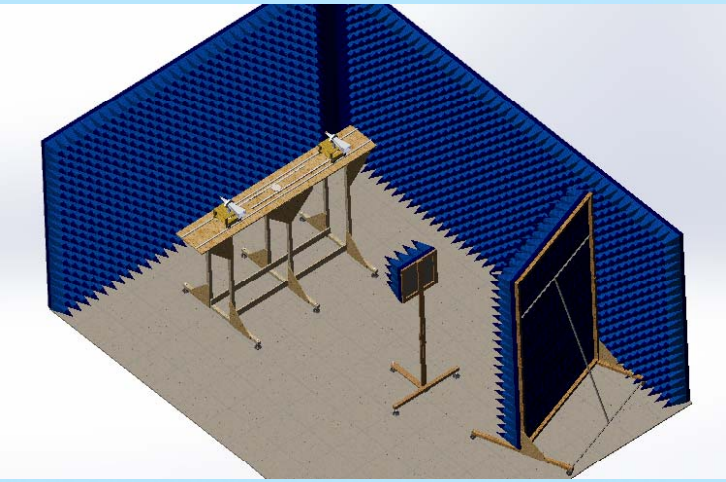
Основные направления деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ» по обеспечению единства и точности измерений характеристик антенн



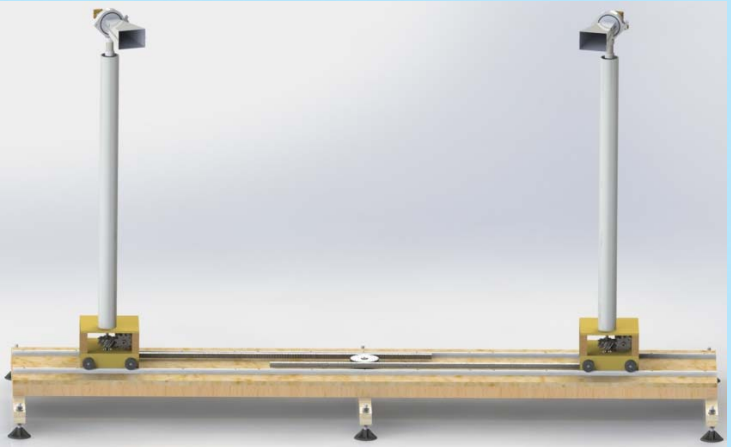
Разработка программного обеспечения для антенных измерительных комплексов, в том числе, ближней зоны с планарным, цилиндрическим, сферическим принципом сканирования

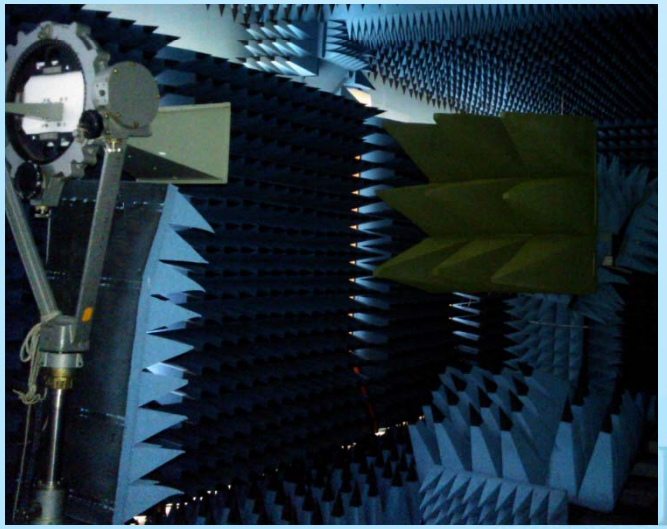
ВНИИФТРИ

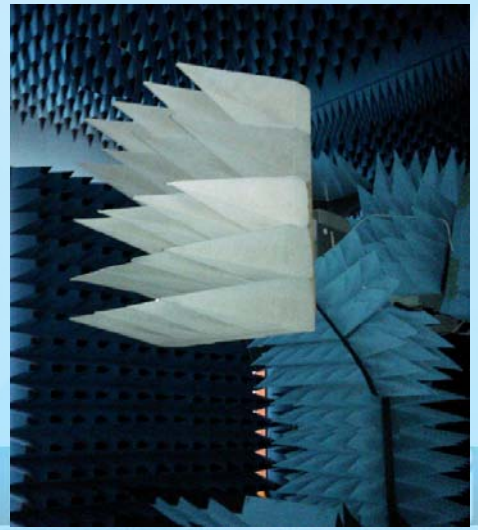
Основные направления деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ» по обеспечению единства и точности измерений характеристик рассеяния материалов, покрытий и объектов



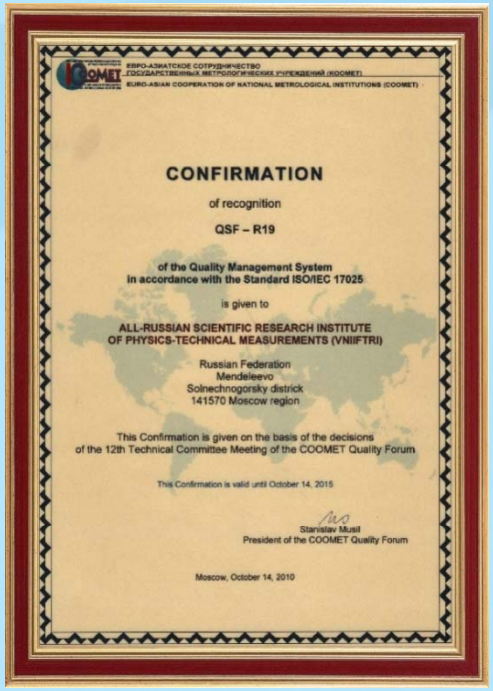
Разработка и аттестация методик измерений характеристик рассеяния материалов, покрытий, объектов. Обоснование требований к средствам и методам измерений. Разработка измерительных комплексов для оценки рассеивающих свойств материалов







Основные аттестаты и лицензии



ЕВРО-АЗИАТСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ГОСУДАРСТВЕННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ (КООМЕТ)
EURO-ASIAN COOPERATION OF NATIONAL METROLOGICAL INSTITUTIONS (COOMET)

CONFIRMATION

of recognition

QSF – R19

of the Quality Management System
in accordance with the Standard ISO/IEC 17025

is given to

ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE
OF PHYSICS-TECHNICAL MEASUREMENTS (VNIIFTRI)

Russian Federation
Mendeleevo
Solnechnogorsky district
141570 Moscow region

This Confirmation is given on the basis of the decisions
of the 12th Technical Committee Meeting of the COOMET Quality Forum

This Confirmation is valid until October 14, 2015

Stanislav Musil
President of the COOMET Quality Forum

Moscow, October 14, 2010

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ЛИЦЕНЗИЯ

№ 006266-ИР **от 5 апреля 2010 года**

На осуществление деятельности
по изготовлению и ремонту средств измерений
в соответствии с приложением к лицензии

Настоящая лицензия предоставлена
Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений"
полное наименование
ФГУП "ВНИИФТРИ"
сокращенное наименование
фирменное наименование

Основной государственный регистрационный номер записи о государственной регистрации юридического лица **1035008854341**

Идентификационный номер налогоплательщика **5044000102**

Место нахождения **Россия, 141570, Московская область, Солнечногорский район, городское поселение Менделеево, Главный лабораторный корпус.**

Места осуществления лицензируемого вида деятельности
Россия, 141570, Московская область, Солнечногорский район, городское поселение Менделеево, Россия, 664056, г. Иркутск, ул.Бородина, 57 - Восточно-Сибирский филиал ФГУП"ВНИИФТРИ", Россия, 680000, г. Хабаровск, ул.Карла Маркса, д.65- Дальневосточный филиал ФГУП"ВНИИФТРИ"

Настоящая лицензия предоставлена на срок до 5 апреля 2015 года на основании приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 апреля 2010 года № 697

Заместитель Руководителя
Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии **В.Н. Крутиков**

М.П.

Серия СИ № 008160

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Действителен до
" 31 " декабря 2015 г.

Настоящий аттестат удостоверяет, что
Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений", включающий в свой состав Восточно-Сибирский, Дальневосточный и Камчатский филиалы (ФГУП "ВНИИФТРИ")
наименование юридического лица (индивидуального предпринимателя), адрес
141570, Московская обл., Солнечногорский р-н., п/о Менделеево
в соответствии с приказом от 12 декабря 2008 г. № 3839 аккредитовано в области обеспечения единства измерений и официально признана его компетентность выполнять работы по **поверке средств измерений**, перечисленных в прилагаемой Области аккредитации.
Система менеджмента качества работ в области обеспечения единства измерений соответствует ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 (Международному стандарту ИСО/МЭК 17025:2005).
Регистрационный номер **075**

Заместитель Руководителя
Федерального агентства **В. Н. Крутиков**

М.П.

Продлен до

Заместитель Руководителя
Федерального агентства

М.П.

Серия АК № 000296

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Действителен до
" 14 " сентября 2015 г.

Настоящий аттестат удостоверяет, что
Федеральное государственное унитарное предприятие
наименование юридического лица (индивидуального предпринимателя), адрес
«Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений»
(ФГУП «ВНИИФТРИ»)
141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, гор. пос. Менделеево
аккредитовано в области обеспечения единства измерений и официально признана его компетентность выполнения работ по аттестации методик (методов) измерений и метрологической экспертизе документов, перечисленных в прилагаемой Области аккредитации, являющейся неотъемлемой частью настоящего аттестата.
Регистрационный номер в Реестре аккредитованных юридических лиц и индивидуальных предпринимателей 01.00294-2010 от 15.09.2010г.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства **В. Н. Крутиков**

М.П. **" 15 " сентября 2010 г.**

Серия АК № 000077

РОСАККРЕДИТАЦИЯ **Федеральная служба по аккредитации**

0000672

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

№ 30002-13
(номер аттестата аккредитации)

Настоящий аттестат удостоверяет, что Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский
(наименование в ОГРН (СГРНИП) юридического лица (индивидуального предпринимателя))
научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений" ОГРН 1035008854341

141570, Московская обл., Солнечногорский р-он, пос. Менделеево
(адрес)

аккредитован(о) в области обеспечения единства измерений и официально признана его компетентность выполнять работы и (или) оказывать услуги по проведению испытаний средств измерений
(вид работы и(или) услуги)
в целях утверждения типа

Область аккредитации определена в приложении к настоящему аттестату и является его неотъемлемой частью.

СРОК ДЕЙСТВИЯ АТТЕСТАТА АККРЕДИТАЦИИ с 07 октября 2013 г. по 07 октября 2018 г.

М.П. Руководитель (заместитель Руководителя) органа по аккредитации (подпись) М.А. Яутова (Ф.И.О.)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

№ 004245

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ (ЦЕНТРА)

№ **РОСС RU.0001.21МЛ42**
номер аттестата аккредитации

НАСТОЯЩИЙ АТТЕСТАТ ВЫДАН **Федеральному государственному унитарному предприятию "Всероссийский**
наименование в ОГРН (СГРНИП) заявителя
научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений" **ОГРН 1035008854341**
141570, Московская область, Солнечногорский район, городское поселение Менделеево, Главный лабораторный корпус.
адрес заявителя
И УДОСТОВЕРЯЕТ, ЧТО **испытательная лаборатория безопасности технических средств "ВНИИФТРИ-ТЕСТ"**
наименование испытательной лаборатории (центра)
141570, Московская область, Солнечногорский район, городское поселение Менделеево, Главный лабораторный корпус.
адрес испытательной лаборатории (центра)
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ **ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 (ИСО/МЭК 17025:2005)**
АККРЕДИТОВАНА(Б) НА **техническую компетентность и независимость**
техническую компетентность / техническую компетентность и независимость
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ИСПЫТАНИЯМ В СООТВЕТСТВИИ С ОБЛАСТЬЮ АККРЕДИТАЦИИ.
ОБЛАСТЬ АККРЕДИТАЦИИ ОПРЕДЕЛЕНА В ПРИЛОЖЕНИИ К НАСТОЯЩЕМУ АТТЕСТАТУ И ЯВЛЯЕТСЯ ЕГО НЕОТЪЕМЛЕМОЙ ЧАСТЬЮ.

СРОК ДЕЙСТВИЯ АТТЕСТАТА АККРЕДИТАЦИИ с 30 апреля 2010 г. по 30 апреля 2015 г.

М.П. Руководитель (заместитель Руководителя) органа по аккредитации (подпись) **Е.Р. Петросян** (инициалы, фамилия)

РОСАККРЕДИТАЦИЯ **ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО АККРЕДИТАЦИИ** № 0000877

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ ОРГАНА ПО СЕРТИФИКАЦИИ

№ РОСС RU.0001.11МЛ06
номер аттестата аккредитации

НАСТОЯЩИЙ АТТЕСТАТ ВЫДАН Федеральному государственному унитарному предприятию
наименование в ОГРН (СГРНИП) заявителя
«Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений», ИНН: 5044000102
141570, Российская Федерация, Московская область, Солнечногорский район, городское поселение Менделеево
адрес заявителя
И УДОСТОВЕРЯЕТ, ЧТО Орган по сертификации
наименование
средств измерений, медицинской техники и электрооборудования «ВНИИФТРИ-ТЕСТ»
141570, Российская Федерация, Московская область, Солнечногорский район, городское поселение Менделеево
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ Р ИСО/МЭК 17065-2012
АККРЕДИТОВАНА(Б) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ СООТВЕТСТВИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ОБЛАСТЬЮ АККРЕДИТАЦИИ.
ОБЛАСТЬ АККРЕДИТАЦИИ ОПРЕДЕЛЕНА В ПРИЛОЖЕНИИ К НАСТОЯЩЕМУ АТТЕСТАТУ И ЯВЛЯЕТСЯ НЕОТЪЕМЛЕМОЙ ЧАСТЬЮ АТТЕСТАТА.

СРОК ДЕЙСТВИЯ АТТЕСТАТА АККРЕДИТАЦИИ с 16 сентября 2014 г. по 28 октября 2018 г.

М.П. Руководитель (заместитель Руководителя) Национального органа по аккредитации (подпись) М.А. Яутова (инициалы, фамилия)

Благодарю за внимание!

Шкуркин Максим Сергеевич
Начальник лаборатории
rандидат технических наук
E-mail: shkurkin@vniiftri.ru

Малай Иван Михайлович
Заместитель генерального директора
по радиотехническим и электромагнитным измерениям,
доктор технических наук, доцент
тел. 8 (495) 526-63-55
факс 8 (495) 526-63-55
E-mail: malay@vniiftri.ru

ВНИИФТРИ