СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов

М.п.

«16» 10 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Антенны измерительные с понижающим конвертером П6-900

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП П6-900-2024

р.п. Менделеево
2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ 4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ 4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ 4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ 10
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР 10
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 11
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 12
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ 18
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ 19

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на антенны измерительные с понижающим конвертером П6-900 (далее – антенны П6-900), имеющие модификации П6-900/1, П6-900/2 и П6-900/3, изготавливаемые акционерным обществом «СКАРД-Электроникс» (АО «СКАРД-Электроникс»), г. Курск, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежат антенны П6-900 до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежат антенны П6-900, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых антенн П6-900 к Государственному первичному эталону единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178 ГГц ГЭТ 160-2006 в соответствии с ГОСТ Р 8.574-2000 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц».

1.4 Поверка антенн П6-900 может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.5 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на антенны П6-900 и на используемое при поверке оборудование. Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.6 Поверка антенн П6-900 в соответствии с государственной поверочной схемой (приложение А ГОСТ Р 8.574-2000) проводится методом сличения с помощью компаратора (эталонной антенны).

В результате поверки антенн П6-900 должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования, подтверждаемые при поверке

Наименование требования (характеристики)	Значение
Диапазон рабочих частот: – Входная частота, ГГц П6-900/1 П6-900/2 П6-900/3	 от 40 до 60 от 60 до 75 от 75 до 90
– Выходная частота, ГГц П6-900/1 П6-900/2 П6-900/3	 от 4 до 24 от 3 до 18 от 3 до 18
Коэффициент усиления, дБ, не менее	40
Относительная погрешность переноса частоты	10^{-5}
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления, дБ	±2,5

1.7 Интервал между поверками – 2 года.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки антенн П6-900 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки антенн П6-900

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Определение диапазона рабочих частот	Да	Да	9.1
Измерение коэффициента усиления	Да	Да	9.2
Определение относительной погрешности переноса частоты	Да	Да	9.3
Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления	Да	Нет	9.4.1
	Нет	Да	9.4.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается, и поверяемые антенны серии П6-900 признаются непригодными к применению.

2.3 Не допускается проведение поверки антенн П6-900 на меньшем числе частот, указанных в настоящей МП, допускается поверка каждой модификации антенн П6-900 отдельно.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия поверки антенн П6-900

Влияющая величина	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	от 0 до +50
Относительная влажность воздуха при температуре 25°С, %, не более	80
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 800

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющим третью квалификационную группу электробезопасности.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом КНРП.464665.013 РЭ «Антенны измерительные с понижающим конвертером П6-900. Руководство по эксплуатации» (далее – КНРП.464665.013 РЭ).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки антенн П6-900 должны быть применены средства измерений (СИ), указанные в таблице 4.

Таблица 4 – СИ для поверки антенн П6-900

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2 Контроль условий поверки	СИ температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С. СИ относительной влажности воздуха в диапазоне ± 2 %. СИ атмосферного давления от 630 до 795 мм рт. ст. (от 84 до 106 кПа) с абсолютной погрешностью ± 0,5 кПа.	Измерители влажности и температуры ИТВМ-7, рег. № 15500-12* Барометр рабочий сетевой БРС-1М, рег. № 16006-97*
8.3 Опробование	Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ 8.574-2000) в диапазоне частот от 54 до 118 ГГц включительно, абсолютная погрешность измерения коэффициента усиления ± 0,5 дБ. СИ частоты от 3 до 24 ГГц с пределами допускаемой погрешности измерений частоты ± $(1 \cdot 10^{-6} \cdot f + 0{,}001)$ Гц, где f – измеренное значение частоты, Гц. СИ максимального уровня входного сигнала 30 дБ/мВт с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня до ± 1,32 дБ.	Государственный эталон единицы коэффициента усиления (эффективной площади) направленных антенн с размером апертуры до 40 см. УВТ 96-А-2000, рег. № 3.1.ZZT.0015.2012* Анализатор спектра FSV30 рег. № 65533-16*
9.1 Определение диапазона рабочих частот	Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ 8.574-2000) в диапазоне частот от 54 до 118 ГГц включительно, абсолютная погрешность измерения коэффициента усиления ± 0,5 дБ. Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ 8.574-2000) в диапазоне частот от 40 до 118 ГГц включительно, абсолютная погрешность измерения коэффициента усиления ± 0,5 дБ.	Государственный эталон единицы коэффициента усиления (эффективной площади) направленных антенн с размером апертуры до 40 см. УВТ 96-А-2000, рег. № 3.1.ZZT.0015.2012* Государственный рабочий эталон единицы плотности потока энергии в диапазоне значений от 0,01 до 10 Вт/м^2

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	СИ частоты от 0,1 МГц до 20 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала ± $2 \cdot 10^{-6}$. СИ уровня выходной мощности от - 60 до + 10 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходной мощности ± 1,5 дБ.	в диапазоне частот от 40 до 118 ГГц, рег.№ 3.1.ZZT.0412.2023* Анализатор цепей векторный С4220 рег. № 65960-16*
	СИ частоты от 18 до 54 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала ± $2 \cdot 10^{-6}$ ГГц.	Модули расширения частотного диапазона TFE1854, рег. № 87316-22*
	СИ частоты от 50 до 110 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала ± $8 \cdot 10^{-6}$ ГГц.	Модули расширения частотного диапазона анализаторов электрических цепей векторных ZVA-Z75, ZVA-275, ZVA-Z110 рег. № 75204-19*
9.2 Измерение коэффициента усиления	Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ 8.574-2000) в диапазоне частот от 54 до 118 ГГц включительно, абсолютная погрешность измерения коэффициента усиления ± 0,5 дБ.	Государственный эталон единицы коэффициента усиления (эффективной площади) направленных антенн с размером апертуры до 40 см. УВТ 96-А-2000, рег. № 3.1.ZZT.0015.2012*
	Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ 8.574-2000) в диапазоне частот от 40 до 118 ГГц включительно, абсолютная погрешность измерения коэффициента усиления ± 0,5 дБ.	Государственный рабочий эталон единицы плотности потока энергии в диапазоне значений от 0,01 до 10 Вт/м^2 в диапазоне частот от 40 до 118 ГГц, рег. №3.1.ZZT.0412.2023*

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	СИ частоты от 3 до 24 ГГц с пределами допускаемой погрешности измерений частоты $\pm(1\cdot10^{-6}\cdot f + 0{,}001)$ Гц, где f – измеренное значение частоты, Гц. СИ максимального уровня входного сигнала 30 дБ/мВт с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня до ± 1,32 дБ.	Анализатор спектра FSV30 рег. № 65533-16*
	СИ частоты от 0,1 МГц до 20 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm 2\cdot10^{-6}$. СИ уровня выходной мощности от - 60 до + 10 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходной мощности ± 1,5 дБ.	Анализатор цепей векторный С4220 рег. № 65960-16*
	СИ частоты от 18 до 54 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm 2\cdot10^{-6}$ ГГц.	Модули расширения частотного диапазона TFE1854, рег. № 87316-22*
	СИ частоты от 50 до 110 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm 8\cdot10^{-6}$ ГГц.	Модули расширения частотного диапазона анализаторов электрических цепей векторных ZVA-Z75, ZVA-275, ZVA-Z110 рег. № 75204-19*
	СИ расстояния от 1 до 150 м с абсолютной погрешностью ± 1 мм.	Дальномер лазерный Leica DISTO X4, рег. № 74357-19*
	СИ частоты от 33,5 до 53,57 ГГц, предел основной погрешности установки частоты в интервале влияющих величин ± 1,5%. СИ выходной мощности немодулированных колебаний $4\cdot10^{-3}$ Вт при КСВН не более 1,3, допускаемое изменение уровня выходной мощности не превышает ± 0,5 дБ.	Генераторы сигналов высокочастотные Г4-141, рег. № 6861-78*
	СИ частоты от 53,57 до 78,33 ГГц, предел основной погрешности установки частоты в интервале влияющих величин ± 1,5%. СИ выходной мощности немодулированных колебаний $4\cdot10^{-3}$ Вт при КСВН не более 1,3, допускаемое изменение уровня выходной мощности не превышает ± 0,5 дБ.	Генераторы сигналов высокочастотные Г4-142, рег. № 6890-78*
	СИ частоты от 78,33 до 118,1 ГГц, предел основной погрешности установки частоты $2\cdot10^{-5}$ ГГц. СИ выходной мощности немодулированных колебаний от $1\cdot10^{-3}$ до $10\cdot10^{-3}$ Вт при КСВН не более 2.	Генератор сигналов РГ4-14, рег. № 6890-78*

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.3 Определение относительной погрешности переноса частоты	Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ 8.574-2000) в диапазоне частот от 54 до 118 ГГц включительно, абсолютная погрешность измерения коэффициента усиления ± 0,5 дБ.	Государственный эталон единицы коэффициента усиления (эффективной площади) направленных антенн с размером апертуры до 40 см. УВТ 96-А-2000, рег. № 3.1.ZZT.0015.2012*
	Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ 8.574-2000) в диапазоне частот от 40 до 118 ГГц включительно, абсолютная погрешность измерения коэффициента усиления ± 0,5 дБ.	Государственный рабочий эталон единицы плотности потока энергии в диапазоне значений от 0,01 до 10 Вт/м^2 в диапазоне частот от 40 до 118 ГГц, рег. № 3.1.ZZT.0412.2023*
	СИ частоты от 0,1 МГц до 20 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала ± $2 \cdot 10^{-6}$. СИ уровня выходной мощности от - 60 до + 10 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходной мощности ± 1,5 дБ.	Анализатор цепей векторный С4220 рег. № 65960-16*
	СИ частоты от 18 до 54 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала ± $2 \cdot 10^{-6}$ ГГц.	Модули расширения частотного диапазона TFE1854, рег. № 87316-22*
	СИ частоты от 50 до 110 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала ± $8 \cdot 10^{-6}$ ГГц.	Модули расширения частотного диапазона анализаторов электрических цепей векторных ZVA-Z75, ZVA-275, ZVA-Z110 рег. № 75204-19*
	СИ мощности в диапазоне частот от 40 до 90 ГГц с погрешностью измерений ± 6 %.	Ваттметр поглощаемой мощности М3-75/4 рег. № 10226-85*

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления	Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ 8.574-2000) в диапазоне частот от 54 до 118 ГГц включительно, абсолютная погрешность измерения коэффициента усиления ± 0,5 дБ.	Государственный эталон единицы коэффициента усиления (эффективной площади) направленных антенн с размером апертуры до 40 см. УВТ 96-А-2000, рег. № 3.1.ZZT.0015.2012* (далее – УВТ 96-А-2000).
	Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ 8.574-2000) в диапазоне частот от 40 до 118 ГГц включительно, абсолютная погрешность измерения коэффициента усиления ± 0,5 дБ.	Государственный рабочий эталон единицы плотности потока энергии в диапазоне значений от 0,01 до 10 Вт/м^2 в диапазоне частот от 40 до 118 ГГц, рег. № 3.1.ZZT.0412.2023* (далее – РЭППЭ)
	СИ частоты от 0,1 МГц до 20 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала ± $2 \cdot 10^{-6}$. СИ уровня выходной мощности от - 60 до + 10 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходной мощности ± 1,5 дБ.	Анализатор цепей векторный С4220 рег. № 65960-16*
	СИ частоты от 18 до 54 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала ± $2 \cdot 10^{-6}$ ГГц.	Модули расширения частотного диапазона TFE1854, рег. № 87316-22*
	СИ частоты от 50 до 110 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала ± $8 \cdot 10^{-6}$ ГГц.	Модули расширения частотного диапазона анализаторов электрических цепей векторных ZVA-Z75, ZVA-275, ZVA-Z110 рег. № 75204-19*
	СИ мощности в диапазоне частот от 40 до 90 ГГц с погрешностью измерений ± 6 %.	Ваттметр поглощаемой мощности

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
		М3-75/4 рег. № 10226-85*
Примечания: * – рег. №___ – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 4.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на антенны П6-900 и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с технической документацией.

6.3 Сборку измерительной схемы и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр антенн П6-900 проводить визуально.

При этом проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку;

– целостность разъема SMA «розетка»;

– отсутствие видимых механических повреждений антенн П6-900, влияющих на их работу;

– чистоту и отсутствие видимых повреждений входного высокочастотного соединителя;

– состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

7.2 Проверку комплектности антенны П6-900/1 проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в документе КНПР.464665.013 ФО «Антенны измерительные с понижающим конвертером П6-900/1 КНПР.464665.013. Заводской номер 000000000. Формуляр» (далее – КНПР.464665.013 ФО).

7.3 Проверку комплектности антенны П6-900/2 проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в документе КНПР.464665.013-01 ФО «Антенны измерительные с понижающим конвертером П6-900/2 КНПР.464665.013-01. Заводской номер 000000000. Формуляр» (далее – КНПР.464665.013-01 ФО).

7.4 Проверку комплектности антенны П6-900/3 проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в документе КНПР.464665.013-02 ФО «Антенны измерительные с понижающим конвертером П6-900/3 КНПР.464665.013-02. Заводской номер 000000000. Формуляр» (далее – КНПР.464665.013-02 ФО).

7.5 Проверку маркирования и пломбирования (наклейки) антенн П6-900 проводить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в документе «Антенны

измерительные с понижающим конвертером П6-900 КНПР.464665.013. Руководство по эксплуатации» (далее – КНПР.464665.013 РЭ).

7.6 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

– комплектность антенны П6-900/1 соответствует разделу 5 КНПР.464665.013 ФО;

– комплектность антенны П6-900/2 соответствует разделу 5 КНПР.464665.013-01 ФО;

– комплектность антенны П6-900/3 соответствует разделу 5 КНПР.464665.013-02 ФО;

– маркировка и пломбировка (наклейка) антенн П6-900 соответствует разделу 13 КНПР.464665.013 РЭ;

– фирменная наклейка поверяемых антенн П6-900 цела;

– разъем SMA «розетка» цел;

– входной высокочастотный соединитель антенн П6-900 целый и чистый;

– отсутствуют видимые механические повреждения антенн П6-900;

– отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий антенн П6-900, маркировки четкие.

В противном случае результаты внешнего осмотра антенн П6-900 считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, установленные в разделе 5 КНПР.464665.013 РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Контроль условий поверки

8.2.1 Провести измерения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.2 Результаты контроля условий поверки считать положительными, если значения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка, соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

В противном случае результаты контроля условий поверки считать отрицательными. Поверку продолжить после установления условий поверки в помещении, в котором будет выполняться поверка, приведенным в таблице 3.

8.3 Опробование

8.3.1 Установить поверяемую антенну П6-900/1, П6-900/2 и (или) П6-900/3 (далее – поверяемая антенна) на опорно-поворотное устройство (далее – ОПУ) из состава УВТ 96-А-2000.

8.3.2 Поочередно присоединить поверяемые антенны в разъем SMA «розетка» к анализатору спектра FSV30, с заданным диапазоном частот для П6-900/1 от 4 до 24 ГГц, для П6-900/2 от 3 до 18 ГГЦ и для П6-900/3 от 3 до 18 ГГц и полосой частот (далее - ПЧ) 1 кГц. Подать на них питание 12 В и убедиться, что отображаемый уровень шумов увеличился.

8.3.3 Результаты опробования антенн П6-900 считать положительными, если:

– выполнено присоединение антенн П6-900 в разъем SMA «розетка»;

– выполнено присоединение антенн П6-900 к FSV30.

В противном случае результаты опробования антенн П6-900 считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение диапазона рабочих частот

9.1.1 Определение диапазона рабочих частот антенн П6-900 проводить одновременно с измерениями коэффициента усиления (далее – КУ) и определением пределов допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления.

9.1.2 Результаты поверки считать положительными, если:

– для антенны П6-900/1 в диапазоне частот от 40 до 60 ГГц включительно значения КУ составляют не менее 40 дБ и значения допускаемой относительной погрешности измерений КУ находятся в пределах ± 2,5 дБ;

– для антенны П6-900/2 в диапазоне частот от 60 до 75 ГГц включительно значения КУ составляют не менее 40 дБ и значения допускаемой относительной погрешности измерений КУ находятся в пределах ± 2,5 дБ;

– для антенны П6-900/3 в диапазоне частот от 75 до 90 ГГц включительно значения КУ составляют не менее 40 дБ и значения допускаемой относительной погрешности измерений КУ находятся в пределах ± 2,5 дБ.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9.2 Измерение коэффициента усиления

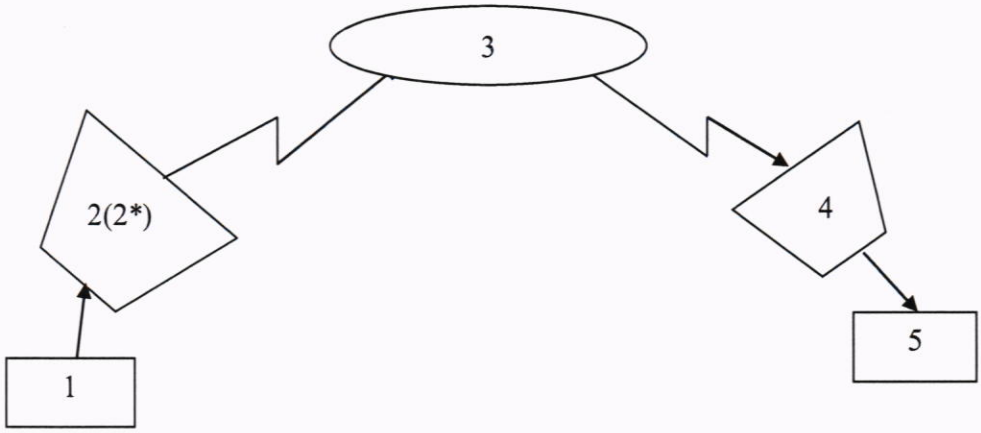
9.2.1 Перед проведением измерений КУ произвести проверку компрессии поверяемых антенн.

Проверку компрессии проводить на контрольных частотах f_i, указанных в таблице 5:

Таблица 5 – Генераторы сигналов, частоты и диапазоны полосы частот.

Поверяемая антенна	Генератор сигналов	Частота f_i, ГГц	ПЧ, кГц
П6-900/1	Г4-141	43	1
П6-900/1	Г4-142	55	1
П6-900/2	Г4-142	65	1
П6-900/3	РГ4-14	80	1

9.2.2 Для проверки компрессии собрать установку согласно рисунку 1. Подготовить используемое оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией на него.



1 – генератор сигналов;
2 и 2*– облучающая антенна из состава УВТ 96-А-2000 или РЭППЭ соответственно;
3 – зеркало коллиматора из состава УВТ 96-А-2000;
4 – поверяемая антенна серии П6-900;
5 – анализатор сигналов FSV30.

Рисунок 1 – Схема измерений для определения компрессии антенн П6-900

9.2.3 Выставить на генераторе сигналов значения частоты для каждой антенны из серии П6-900 в соответствии с п.9.2.1.

9.2.4 Записать значение мощности P_n^{AC} с АС при установленном на генераторе достаточно малом уровне мощности, при котором испытуемая антенна гарантированно будет находиться в линейном режиме.

9.2.5 Повышать выходную мощность генератора $P_n^{Г}$ на 1 дБ до крайнего значения, при котором выполняется условие (1), составить графики амплитудной характеристики и зафиксировать точку компрессии.

$$\begin{Bmatrix} P_{n+1}^{Г} - P_n^{Г} = 1 \\ P_{n+1}^{AC} - P_n^{AC} > 0.8 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

9.2.6 Измерения коэффициента усиления проводить только при условии, если значения мощности минимум на 10 дБ меньше, чем точка компрессии.

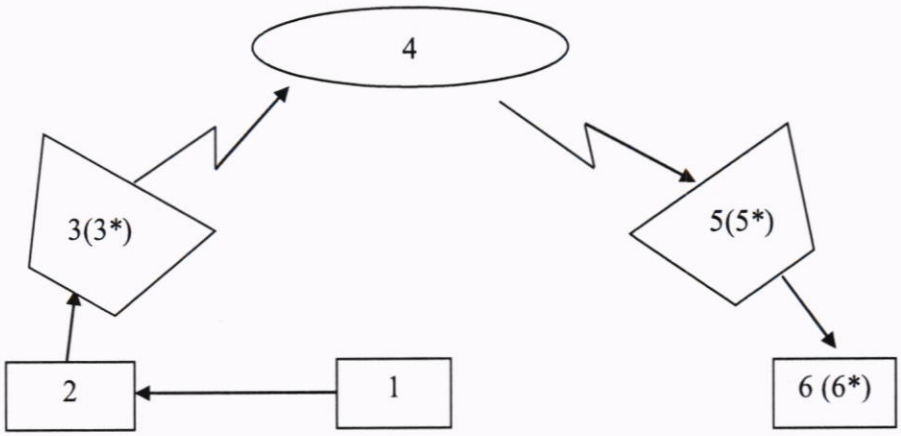
9.2.7 Для определения коэффициентов усиления поверяемых антенн использовать УВТ 96-А-2000 или РЭППЭ, в зависимости от требуемого диапазона частот.

9.2.8 Измерения КУ проводить в диапазонах частот f_i и согласно таблице 6:

Таблица 6 – Поверяемые и эталонные антенны, МРЧД, диапазоны частот и ПЧ.

Поверяемая антенна	МРЧД	Диапазон частот, ГГц	ПЧ, кГц	Эталонная антенна
П6-900/1	TFE1854	40-50	1	Эталон 5.2×2.6
П6-900/1	ZVA-275	50-60	1	РПО-65/1
П6-900/2	ZVA-Z75	60-75	1	РПО-65/1
П6-900/3	ZVA-Z110	75-90	1	РПО-94/2

9.2.9 Для проведения измерений собрать схему в соответствии с рисунком 2. Подготовить используемое оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией на него.



1 – ВАЦ С4220;
2 – модуль расширения частотного диапазона TEF1854 или ZVA-Z75, или ZVA-Z110;
3 и 3*– облучающая антенна из состава УВТ 96-А-2000 и РЭППЭ соответственно;
4 – зеркало коллиматора из состава УВТ 96-А-2000;
5 и 5* – эталонная антенна из комплекса УВТ 96-А-2000 (РЭППЭ) и поверяемая антенна серии П6-900 соответственно;
6 и 6* – анализатор спектра FSV30 и ваттметр поглощаемой мощности М3-75/4 соответственно.

Рисунок 2 – Схема измерений для определения значений коэффициента усиления антенн П6-900

9.2.10 Установить эталонную антенну.

9.2.11 Измерить мощность, подводимую к облучающей антенне из состава УВТ 96-А-2000 или РЭППЭ, с помощью ваттметра поглощаемой мощности М3-75/4.

9.2.12 Настроить эталонную антенну на максимум сигнала (с помощью ОПУ выставить антенну в направлении главного лепестка амплитудной диаграммы направленности).

9.2.13 Измерить мощность на выходе эталонной антенны с помощью ваттметра поглощаемой мощности М3-75/4 на частотах, кратных 1 ГГц, включая граничные точки.

9.2.14 Заменить эталонную антенну на поверяемую антенну серии П6-900 и настроить на максимум сигнала.

9.2.14.1 Убедиться, что усилитель поверяемой антенны не находится в режиме насыщения (п. 9.2.6), путём измерений и анализа амплитудной характеристики. Если же поверяемая антенна находится в режиме насыщения, уменьшить мощность, подводимую к облучающей антенне из состава УВТ 96-А-2000 или РЭППЭ до выхода на линейный режим.

9.2.14.2 Измерить мощность ваттметром поглощаемой мощности М3-75/4, подаваемую на антенну облучателя.

9.2.15 Измерить мощность на выходе поверяемой антенны с помощью анализатора спектра FSV30.

9.2.16 Вычислить значения коэффициентов усиления $G_A^{f_i}$, в [дБ], поверяемых антенн П6-900 для всех частот f_i по формуле (2):

$$G_A = G_Э + 10\lg\left(\frac{P_A}{P_Э}\right) + 10\lg\left(\frac{P_{AO}}{P_{ЭО}}\right) + A\,, \qquad (2)$$

где:

P_A – мощность на выходе поверяемой антенны, мкВт;

$P_э$ – мощность на выходе эталонной антенны, мкВт;

$G_э$ – коэффициент усиления эталонной антенны, дБ;

$P_{ЭО}$ – мощность на входе облучающей антенны из состава УВТ 96-А-2000 или РЭППЭ (эталон), мкВт;

P_{AO} – мощность на входе облучающей антенны из состава УВТ 96-А-2000 или РЭППЭ (поверяемая), мкВт;

А – ослабление в кабеле, дБ.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.17 Результаты поверки считать положительными, если значения $G_A^{f_i}$ составляют:

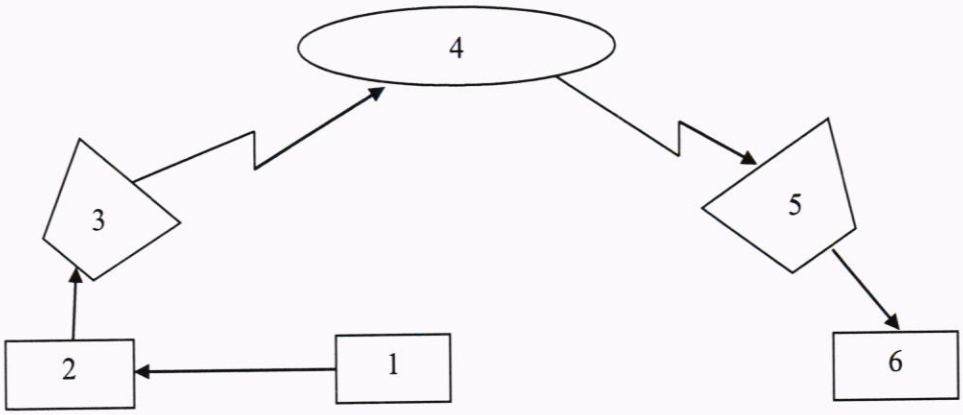
– для антенны П6-900/1 в диапазоне частот от 40 до 60 ГГц включительно не менее 40 дБ;

– для антенны П6-900/2 в диапазоне частот от 60 до 75 ГГц включительно не менее 40 дБ;

– для антенны П6-900/3 в диапазоне частот от 75 до 90 ГГц включительно не менее 40 дБ.

9.3 Определение относительной погрешности переноса частоты

9.3.1 Для определения относительной погрешности переноса частоты собрать установку согласно рисунку 3. Подготовить используемое оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией на него.



1 – ВАЦ С4220;
2 – расширитель частотного диапазона;
3 – облучающая антенна из состава УВТ 96-А-2000 (РЭППЭ);
4 – зеркало коллиматора из состава УВТ 96-А-2000;
5 – поверяемая антенна серии П6-900;
6 – АС.

Рисунок 3 – Схема измерений для определения относительной погрешности переноса частоты антенн П6-900

9.3.2 Измерения проводить на контрольных частотах f_i с шагом 1 ГГц, не более, в диапазонах частот, указанных в таблице 7:

Таблица 7 – Поверяемые антенны, диапазоны частот ВАЦ, АС и смещение частоты ВАЦ

Поверяемая антенна	Диапазон частот ВАЦ, ГГц	Диапазон частот АС, ГГц
П6-900/1	40-60	4-24
П6-900/2	60-75	3-18
П6-900/3	75-90	3-18

9.3.3 Настроить диапазон частот ВАЦ сигнала и диапазон частот АС в соответствии с таблицей 7.

9.3.4 Установить значение частоты ВАЦ f_{BX} и регулируя излучаемую мощность добиться значений мощности на выходе АС от минус 30 до минус 10 дБ относительно точки компрессии.

9.3.5 На АС установить:

– центральную частоту в зависимости от текущего диапазона;

– количество точек 10001;

– RBW 1 кГц;

– SPAN 100 МГц.

9.3.6 Измерить значения частоты поверяемой антенны $f_{ВЫХ}$ с помощью АС.

9.3.7 Рассчитать значения относительной погрешности смещения частоты Δf по формуле (3):

$$\Delta f = \frac{\left| f_{Г} - \left| f_{BX} - f_{ВЫХ} \right| \right|}{f_{BX}}, \qquad (3)$$

где:

$f_{Г}$ – частота гетеродина, указанная в паспорте изделия, ГГц;

f_{BX} – входная частота поверяемой антенны, ГГц;

$f_{ВЫХ}$ – выходная частота поверяемой антенны, ГГц.

9.3.8 Повторить п.п. 9.3.3 - 9.3.7, повышая значение частоты ВАЦ на 1 ГГц до максимального значения частоты для конкретной поверяемой антенны в соответствии с таблицей 7.

9.3.9 Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность переноса частоты $\Delta f \leq 10^{-5}$.

9.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления

9.4.1 Определить пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления при первичной поверке для поверяемых антенн из комплекта антенн П6-900.

9.4.1.1 Рассчитать для поверяемой антенны из комплекта антенн П6-900 значения допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления $\Delta_{G_A}^{f_i}$, в [дБ], по формуле (4):

$$\Delta_{G_A}^{f_i} = 10\lg\left(1+1{,}1\sqrt{\delta_1^2+2\delta_2^2+\delta_3^2+\delta_4^2}\right), \text{ где:} \quad (4)$$

$\delta_1\left[раз\right] = 10^{\frac{\delta_1[дБ]}{10}} - 1$ - пределы погрешности УВТ 96-А-2000 и РЭППЭ, рассчитываемые по таблице 8:

Таблица 8 – Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КУ на УВТ 96-А-2000 и РЭППЭ

Диапазон частот, ГГц	40,0 – 53,57	53,57 – 78,33	78,33 – 90,00
Значения КУ, дБ	Погрешность измерения КУ, дБ, не более		
40,0 и более	±0,5	±0,5	±0,5

δ_2 - пределы погрешности измерений мощности (далее – ИМ) ваттметра поглощаемой мощности М3-75/4 составляют:

– +6% на пределах 100 мкВт, 1 и 10 мВт;

– ±[15 + 0,25(Pk/Px-1)]% на пределе 10 мкВт;

– ±[24 + 0,4(Pk/Px-1)]% на пределе 1 мкВт.

$\delta_3\left[раз\right] = 10^{\frac{\delta_3[дБ]}{10}} - 1$ - пределы погрешности измерений мощности АС составляют:

– от 3,6 до 4,0 ГГц ±0,39 дБ;

– от 7,0 до 13,6 ГГц ±1,00 дБ;

– от 13,6 до 30 ГГц ±1,32 дБ.

δ_4 - временная нестабильность поверяемой антенны.

9.4.1.2 Определение временной нестабильности выходной мощности.

9.4.1.2.1 Для определения временной нестабильности поверяемых антенн П6-900 использовать УВТ 96-А-2000 и РЭППЭ.

9.4.1.2.2 Измерения проводить на частотах:

– антенны П6-900/1 в диапазоне частот от 40 до 60 ГГц включительно с шагом 5 ГГц (не более);

– антенны П6-900/2 в диапазоне частот от 60 до 75 ГГц включительно с шагом 5 ГГц (не более);

– антенны П6-900/3 в диапазоне частот от 75 до 90 ГГц включительно с шагом 5 ГГц (не более).

9.4.1.2.3 Для проведения измерений собрать схему в соответствии с рисунком 1. Подготовить используемое оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией на него и настроить параметры в соответствии с таблицей 5.

9.4.1.2.4 Выставить на генераторе, подключенном к облучателю, частоту в диапазоне приёма поверяемой антенны серии П6-900 в соответствии с п. 9.4.1.2.2.

9.4.1.2.5 Подключить поверяемую антенну серии П6-900 к АС.

9.4.1.2.6 Регулируя излучаемую мощность добиться значений мощности на входе АС от минус 30 до минус 10 дБ относительно точки компрессии.

9.4.1.2.7 Проводить измерения приёмной мощности $P^{AC}(t)$ АС в течении не менее 20 минут с интервалом времени не более 30 сек.

9.4.1.2.8 Рассчитать значение нестабильности δ_4 для всех поверяемых антенн по формулам (5, 6), отнимая минимальное значение уровня сигнала от максимального значения уровня сигнала:

$$\delta_4 = \max\left(P^{AC}(t)\right) - \min\left(P^{AC}(t)\right), [\text{дБ}] \quad (5)$$

$$\delta_4\left[раз\right] = 10^{\frac{\delta_3[дБ]}{10}} - 1. \quad (6)$$

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.4.1.3 Результаты первичной поверки считать положительными, если значения $\Delta_{G_A}^{f_i}$:

– антенны П6-900/1 в диапазоне частот от 40 до 60 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ;

– антенны П6-900/2 в диапазоне частот от 60 до 75 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ;

– антенны П6-900/3 в диапазоне частот от 75 до 90 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ.

9.4.2 Определить пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления при периодической поверке антенн П6-900.

9.4.2.1 Рассчитать для поверяемых антенн из комплекта антенн П6-900 значения относительной погрешности коэффициента усиления $\Delta_{G_A}^{f_i}$, в [дБ], по формуле (7):

$$\Delta_{G_A}^{f_i} = G_A^{f_i} - G_{ФA}^{f_i}, \quad (7)$$

где $G_{ФA}^{f_i}$ – значения коэффициента усиления на частоте f_i поверяемой антенны П6-900/1 (П6-900/2 или П6-900/3) приведенные в Приложении Б формуляра на поверяемую антенну П6-900/1 (или П6-900/2, или П6-900/3).

$G_A^{f_i}$ – значения коэффициента усиления поверяемой антенны П6-900/1 (П6-900/2 или П6-900/3) на частоте f_i, полученные в п. 9.2.16.

9.4.2.2 Результаты периодической поверки считать положительными, если значения $\Delta_{G_A}^{f_i}$:

– для антенны П6-900/1 в диапазоне частот от 40 до 60 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ;

– для антенны П6-900/2 в диапазоне частот от 60 до 75 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ;

– для антенны П6-900/3 в диапазоне частот от 75 до 90 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона рабочих частот

10.1.1 Определение диапазона рабочих частот антенн П6-900 проводить одновременно с измерениями коэффициента усиления и определением пределов допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления.

10.1.2 Результаты поверки считать положительными, если:

– для антенны П6-900/1 в диапазоне частот от 40 до 60 ГГц включительно значения КУ составляют не менее 40 дБ и значения допускаемой относительной погрешности измерений КУ находятся в пределах ±2,5 дБ;

– для антенны П6-900/2 в диапазоне частот от 60 до 75 ГГц включительно значения КУ составляют не менее 40 дБ и значения допускаемой относительной погрешности измерений КУ находятся в пределах ±2,5 дБ;

– для антенны П6-900/3 в диапазоне частот от 75 до 90 ГГц включительно значения КУ составляют не менее 40 дБ и значения допускаемой относительной погрешности измерений КУ находятся в пределах ±2,5 дБ.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

10.2 Измерение коэффициента усиления

10.2.1 Вычисление значения коэффициентов усиления $G_A^{f_i}$ поверяемых антенн П6-900 для всех частот f_i проводить по формуле (2).

10.2.2 Результаты поверки считать положительными, если значения $G_A^{f_i}$ составляют:

– антенны П6-900/1 в диапазоне частот от 40 до 60 ГГц включительно не менее 40 дБ;

– антенны П6-900/2 в диапазоне частот от 60 до 75 ГГц включительно не менее 40 дБ;

– антенны П6-900/3 в диапазоне частот от 75 до 90 ГГц включительно не менее 40 дБ.

10.3 Определение относительной погрешности переноса частоты

10.3.1 Рассчитать значения погрешности смещения частоты по формуле (3).

10.3.2 Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность переноса частоты $\Delta f \leq 10^{-5}$.

10.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления

10.4.1 Рассчитать для поверяемой антенны из комплекта антенн П6-900 значения допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления $\Delta_{G_A}^{f_i}$ по формуле (4).

Результаты первичной поверки считать положительными, если значения $\Delta_{G_A}^{f_i}$:

– антенны П6-900/1 в диапазоне частот от 40 до 60 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ;

– антенны П6-900/2 в диапазоне частот от 60 до 75 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ;

– антенны П6-900/3 в диапазоне частот от 75 до 90 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ.

10.4.2 Рассчитать для поверяемых антенн из комплекта антенн П6-900 значения относительной погрешности коэффициента усиления $\Delta_{G_A}^{f_i}$, в [дБ], по формуле (7).

Результаты периодической поверки считать положительными, если значения $\Delta_{G_A}^{f_i}$:

– антенны П6-900/1 в диапазоне частот от 40 до 60 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ;

– антенны П6-900/2 в диапазоне частот от 60 до 75 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ;

– антенны П6-900/3 в диапазоне частот от 75 до 90 ГГц включительно находятся в пределах ±2,5 дБ.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца антенны П6-900, или лица, предъявившего ее на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдаётся свидетельство о поверке, и (или) в руководство по эксплуатации вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки наносится в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

11.3 Антенна П6-900, имеющая отрицательные результаты поверки в обращение не допускается, и на нее выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ» О.В. Каминский

Начальник лаборатории 134 НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ» М.А. Озеров