

406

СОГЛАСОВАНО
Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ

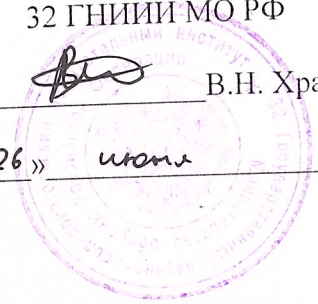


В.Н. Храменков

« 26 »

июня

2002 г.



Комплексе измерительный радиолокационный
"Звено - ЗВ"
Методика поверки

г. Мытищи, 2002 г.

Введение

Данная методика устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверки комплекса измерительного радиолокационного "Звено - ЗВ" (далее – комплекс), принадлежащего 5 ЦНИИИ МО РФ.

Межповерочный интервал - два года.

1. Операции поверки

При проведении поверки выполняются операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1. Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методических указаний по поверке	Проведения операции при	
		первичной поверке и после ремонта	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	да	да
Опробование	6.2	да	да
Определение (контроль) метрологических характеристик	6.3	да	да
Определение действительного значения и погрешности меры ЭПР.	6.3.1	да	да
Определение действительных значений рабочих частот передающих устройств ИС и их относительных нестабильностей.	6.3.2	да	да
Определение нестабильности энергетического потенциала ИС.	6.3.3	да	да
Определение динамического диапазона приемных устройств ИС.	6.3.4	да	да
Определение погрешности измерения мощности эхо-сигналов на входе ИС, обусловленной аппроксимацией градуировочной кривой приемного тракта.	6.3.5	да	да
Определение погрешностей наведения антенны ИС по азимуту и углу места на исследуемый ЛА.	6.3.6	да	да
Определение погрешности измерений ЭПР объектов.	6.3.7	да	да
Определение погрешности динамических измерений диаграмм направленности бортовых антенн.	6.3.8.	да	да
Определение результирующей погрешности измерения азимута и угла места вектора "ЛА – РИК" комплекса в подвижной сферической системе координат.	6.3.9	да	да
Оценка уровня кроссполяризованной составляющей поля излучения комплекса.	6.3.10	да	да

1.1. До начала поверочных работ в соответствии с таблицей 1 следует произвести поверку радиоизмерительных приборов, входящих в состав измерительных каналов комплекса (аттенуаторов, генераторов сигналов, измерительных приемников, анализаторов спектра), встроенных контрольных частотомеров и измерителей мощности, а также электроизмерительных приборов и осциллографов.

Поверку указанных приборов проводят в соответствии с имеющейся нормативно-технической документацией по их поверке.

2. Средства поверки

2.1. При проведении поверки комплекса должны быть применены средства измерений, указанные в табл.2.

Таблица 2. Средства измерений, используемые при поверке.

Наименование	Тип	Диапазон частот	Пределы измерения	Погрешность
Подвижный экранированный комплекс	ПЭК-1	0,1-17 ГГц	чувствительн. $5 \cdot 10^{-9}$ Вт/м ²	$1 \cdot 10^{-4}$
Осциллограф универсальный	С1-99	0-100 МГц	0,002-5 В/дел.	$\pm 5\%$
Измерительные генераторы	Г4-79	1,78-2,56 ГГц	10^{-15} - 10^{-4} Вт	0,5-1,63 дБ
	Г4-80	2,56-4,0 ГГц	10^{-15} - 10^{-4} Вт	0,9-1,7 дБ
	Г4-81	4,0-5,6 ГГц	10^{-15} - 10^{-3} Вт	0,5-1,74 дБ
	Г4-83	7,5-10,5 ГГц	10^{-15} - 10^{-3} Вт	0,25-2,7 дБ
Генератор импульсов	Г5-72	5 нс-500 мс (длительность)	0,025-10 В	$\pm 10\% + 3$ нс
		100 нс-1с (период)	—	10%
Измерительные аттенуаторы	Д4-4	0,5-3 ГГц	30-100 дБ	$\pm 0,4$ дБ
	Д3-28	2,14-3,2 ГГц	0-80 дБ	$0,01+0,004 \times A$
	Д3-30	3,94-5,64 ГГц	0-60 дБ	дБ
	Д3-32	6,85-9,93 ГГц	0-70 дБ	$0,01+0,004 \times A$
Набор концевых плоскопараллельных мер длины	№ 9	—	50; 100-1000 мм	Кл.1
			—	10%
Профилограф-профилометр	Модель 201	—	—	10%
Угольники поверочные	УЛП-0-250 УШ-1-400 УШ-1-630 УШ-1-1000	—	90°; 250 мм	Кл.0
			90°; 400 мм	Кл.1
			90°; 630 мм	Кл.1
			90°; 1000 мм	Кл.1
Набор щупов	№ 4	—	0,1-1 мм	0,1 мм

2.2. Вместо указанных в таблице 2 средств измерений разрешается применять другие средства измерения, если они не уступают им по своим метрологическим характеристикам.

Табл.3. Основные технические характеристики.

Наименование характеристики	Значения характеристик			
	3,1	3,2	10,1	16,8
Рабочие длины волн, см	23	12	23	8
Потребляемая мощность, не более, кВт	1000			
Средняя наработка на отказ, ч, (надежность) не менее	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$0,32 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Относительная нестабильность частоты	0,8	1,2	1	0,8
Относительная нестабильность энергетического потенциала приемных устройств измерительных станций ИС (за 1 час), дБ	0,03			
Цена младшего разряда окончательных устройств регистрации, дБ	66	64	66	70
Динамический диапазон приемных устройств, дБ	9,135	9,747	—	—
Действительные значения ЭПР рабочей меры №1 м ² рабочей меры №2 м ² рабочей меры №3 м ²	709,4	687,1	98,9	—
	4909	4660	546,4	213,8
Пределы допускаемой погрешности мер ЭПР, дБ рабочей меры №1 рабочей меры №2 рабочей меры №3	0,2	0,2	—	—
	0,5	0,5	0,2	—
	0,4	0,4	0,2	0,2
Размер рабочей зоны на расстоянии 15 км, в пределах которой вариации амплитуды падающего поля не более 1 дБ и фазы не более $\pi/8$, м ²	15x15	15x15	27x27	35x35
Минимальная измеряемая ЭПР (для дальности 10 км) при отношении сигнал/шум более 20 дБ, не более, м ²	0,01	0,5	0,001	0,3
Пределы допускаемой погрешности измерения мощности эхосигналов, обусловленной аппроксимацией градуировочной характеристики приемного тракта, дБ в диапазоне от 0 до 20 дБ в диапазоне от 20 до 40 дБ в диапазоне более 40 дБ				
	0,44			
	0,119			
Относительный уровень поляризационной развязки, дБ	-20			
	0,228			
Пределы допускаемой погрешности углового наведения антенн измерительных РЛС на объект, угл. мин	21	14	21	22
Результатирующая погрешность определения угловой ориентации объекта, град. по азимуту по углу места	1,5			
	1,1			
Границы интервала, в котором находится погрешность измерений ЭПР с доверительной вероятностью 0,95 дБ при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, дБ	3,0	3,2	3,2	3,0
Границы интервала, в котором с доверительной вероятностью 0,95 находится погрешность измерений уровней ДНА, дБ	2			

Рабочие условия эксплуатации аппаратной части:

температура окружающего воздуха

$20 \pm 10^\circ\text{C}$;

относительная влажность воздуха не более

80%;

атмосферное давление

750 ± 30 мм рт. ст.

3. Требования к квалификации поверителей и безопасности

3.1. К проведению поверки комплекса допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы

с СВЧ установками, ознакомленный с техническим описанием, руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющий право на поверку.

4. Требования безопасности.

4.1. К работе на комплексе допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261, ГОСТ 12.2.091, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

4.2. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры, входящей в состав комплекса.

4.3. При проведении измерений необходимо руководствоваться "Временными санитарными правилами при работе с генераторами сантиметровых волн" № 273-58, "Правилами эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий" и "Инструкцией по защите личного состава от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими средствами" № 4/88.

5. Условия поверки.

5.1. Комплекс обеспечивает работоспособность и измерение ЭПР объектов с заданными точностными характеристиками при следующих климатических условиях

Поверку комплекса проводят в следующих условиях:

температура окружающего воздуха	20 ± 5 °С;
относительная влажность воздуха не более	80 %;
атмосферное давление	750 ± 30 мм рт. ст.;
напряжение и частота переменного тока сети	220 ± 22 В, 50 ± 5 Гц.

5.2. При проведении поверки должны быть выбраны периоды рабочего времени с удовлетворительной помеховой обстановкой в районе площадки "Б" института.

5.3. Перед проведением поверки, должна быть подготовлена аппаратура комплекса и все средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации, комплекс выдерживают во включенном состоянии не менее 30 минут.

5.4. При проведении поверки проверяют соответствие измеренных характеристик значениям, приведенным в табл.3, если не оговорены другие требования.

6. Подготовка к поверке

6.1. Внешний осмотр.

6.1.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие аппаратуры комплекса следующим требованиям:

блоки и элементы всех ИС и систем комплекса должны быть соединены в соответствии со схемами, приведенными в руководстве по эксплуатации комплекса и технических описаниях его составных частей, и должны иметь маркировку, соответствующую этим схемам;

номера ИС, серийных средств измерений, регистрации и контроля должны соответствовать записям в формулярах ИС;

серийные средства измерений, входящие в состав комплекса должны иметь клеймо поверки;

органы управления и коммутации всей аппаратуры комплекса должны иметь четкую фиксацию и плавное вращение ручек;

антенны измерительных станций, кабины "Вираз" должны быть чистыми и не иметь механических повреждений;

кабельная трасса и кабели межблочных соединений всей аппаратуры ИС не должны иметь повреждений.

6.1.2. При внешнем осмотре системы эталонирования должно быть установлено:

отсутствие вмятин, царапин на поверхности рабочих мер ЭПР;

отсутствие задиров металлизированного слоя малоотражающих подставок;

наличие вспомогательного оборудования, обеспечивающего установку и ориентацию мер ЭПР на ИС;

готовность измерительной трассы и оборудования, обеспечивающего экранировку автомобиля "КАМАЗ".

6.1.3. Узлы и элементы аппаратуры комплекса, имеющие дефекты, обнаруженные при внешнем осмотре, из комплекса изымаются и направляются в ремонт.

6.2. Опробование

При проведении опробования комплекса должна быть проверена работоспособность:

- передающих устройств ИС;
- приемных устройств ИС;
- системы синхронизации комплекса;
- системы углового наведения антенн ИС;
- пункта управления "Дон";
- комплекса средств автоматизации (КСА) "Дунай";
- средств измерений кабины "Виразж".

Опробование выполняется в соответствии с руководством по эксплуатации комплекса и его составных частей.

В случае обнаружения неисправного измерительного канала поверка комплекса прекращается и возобновляется только после проведения соответствующего ремонта.

6.3. Определение метрологических характеристик

6.3.1. Определение действительного значения меры ЭПР и оценка её погрешности.

Для определения действительного значения ЭПР и погрешности меры ЭПР трехгранного углового отражателя используют метод косвенных измерений. Для реализации метода регистрируют:

- минимальное значение из трех длин ребер углового отражателя a ;
- шероховатость поверхностей граней углового отражателя R ;
- отклонения величин двугранных углов от прямого (с учетом знака) $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$;
- длину волны излученного сигнала λ .

В качестве действительного значения ЭПР углового отражателя рассматривают значение его ЭПР, соответствующее максимуму рассеяния при трехкратном отражении падающего поля на гранях углового отражателя.

При наличии выбоин, трещин, глубоких царапин, следов ржавчины на поверхностях граней отражатель изымают из эксплуатации и заменяют новым.

Действительное значение ЭПР трехгранного углового отражателя с треугольными гранями определяют по формуле:

$$\sigma = \frac{4}{3} \pi \frac{a^4}{\lambda^2} U\left(\frac{a}{\lambda}\right) V(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda}), [M^2];$$

где a - размер ребра углового отражателя, в качестве размера ребра a принимают наименьшее из трех значений внутренних ребер углового отражателя.;

$U\left(\frac{a}{\lambda}\right)$ - коэффициент, учитывающий резонансные свойства углового отражателя, определяют по табл. 4;

$V(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})$ - коэффициент, учитывающий снижение ЭПР углового отражателя из-за неперпендикулярности граней $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, определяют по табл. 5. (при отсутствии соответствующих аргументов значение $V(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})$ определяют методами интерполяции).

При условии $V(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda}) < 0.5$, угловой отражатель изымают из эксплуатации.

Таблица 4. Значение коэффициента $U(V)$ для различных волновых размеров $V = a/\lambda$ углового отражателя.

v	U	v	U	v	U	v	U	v	U	v	U
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.7	3.42	1.92	0.407	3,14	1,286	4,36	1,014	5,58	0,863	6,8	1,126
0.72	3.394	1.94	0.362	3,16	1,359	4,38	0,962	5,6	0,895	6,82	1,115
0.74	3.318	1.96	0.331	3,18	1,425	4,4	0,911	5,62	0,929	6,84	1,103
0.76	3.192	1,98	0,313	3,2	1,482	4,42	0,861	5,64	0,965	6,86	1,088
0.78	3.021	2	0.311	3,22	1,529	4,44	0,814	5,66	1,001	6,88	1,071
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.8	2.806	2,02	0,323	3,24	1,564	4,46	0,772	5,68	1,024	6,9	1,053
0.82	2.553	2,04	0,349	3,26	1,588	4,48	0,734	5,7	1,047	6,92	1,033
0.84	2.267	2,06	0,389	3,28	1,599	4,5	0,701	5,72	1,068	6,94	1,013
0.86	1.954	2,08	0,442	3,3	1,598	4,52	0,675	5,74	1,089	6,96	0,992
0.88	1.621	2,1	0,507	3,32	1,583	4,54	0,656	5,76	1,107	6,98	0,971
0.9	1.275	2,12	0,582	3,34	1,557	4,56	0,644	5,78	1,123	7	0,95
0.92	0.975	2,14	0,666	3,36	1,518	4,58	0,64	5,8	1,137	7,02	0,93
0.94	0.86	2,16	0,757	3,38	1,469	4,6	0,643	5,82	1,147	7,04	0,911
0.96	0.749	2,18	0,853	3,4	1,41	4,62	0,654	5,84	1,155	7,06	0,895
0.98	0.643	2,2	0,953	3,42	1,342	4,64	0,672	5,86	1,159	7,08	0,88
1	0.544	2,22	1,056	3,44	1,266	4,66	0,698	5,88	1,16	7,1	0,868
1.02	0.456	2,24	1,162	3,46	1,185	4,68	0,729	5,9	1,157	7,12	0,859
1.04	0.378	2,26	1,263	3,48	1,101	4,7	0,767	5,92	1,151	7,14	0,853
1.06	0.314	2,28	1,359	3,5	1,014	4,72	0,809	5,94	1,142	7,16	0,85
1.08	0.264	2,3	1,448	3,52	0,945	4,74	0,855	5,96	1,13	7,18	0,851
1,1	0.23	2,32	1,527	3,54	0,881	4,76	0,904	5,98	1,115	7,2	0,854
1.12	0.213	2,34	1,594	3,56	0,819	4,78	0,956	6	1,098	7,22	0,86
1.14	0.212	2,36	1,65	3,58	0,761	4,8	1,005	6,02	1,079	7,24	0,87
1.16	0.227	2,38	1,691	3,6	0,708	4,82	1,035	6,04	1,058	7,26	0,882
1.18	0.259	2,4	1,718	3,62	0,662	4,84	1,065	6,06	1,035	7,28	0,897
1.2	0.307	2,42	1,73	3,64	0,622	4,86	1,093	6,08	1,012	7,3	0,913
1.22	0.369	2,44	1,726	3,66	0,591	4,88	1,12	6,1	0,988	7,32	0,932
1.24	0.445	2,46	1,706	3,68	0,568	4,9	1,143	6,12	0,962	7,34	0,952
1.26	0.533	2,48	1,672	3,7	0,554	4,92	1,164	6,14	0,937	7,36	0,973
1.28	0,63	2,5	1,624	3,72	0,55	4,94	1,181	6,16	0,913	7,38	0,995
1.3	0.735	2,52	1,562	3,74	0,555	4,96	1,195	6,18	0,891	7,4	1,014
1.32	0,846	2,54	1,488	3,76	0,57	4,98	1,204	6,2	0,871	7,42	1,031
1.34	0.96	2,56	1,405	3,78	0,594	5	1,209	6,22	0,854	7,44	1,047
1.36	1,106	2,58	1,312	3,8	0,627	5,02	1,21	6,24	0,841	7,46	1,063
1.38	1,265	2,6	1,213	3,82	0,667	5,04	1,206	6,26	0,83	7,48	1,077
1.4	1.419	2,62	1,109	3,84	0,714	5,06	1,198	6,28	0,823	7,5	1,09
1.42	1.564	2,64	1,003	3,86	0,768	5,08	1,185	6,3	0,82	7,52	1,1
1.44	1,697	2,66	0,924	3,88	0,826	5,1	1,169	6,32	0,821	7,54	1,109
1.46	1,815	2,68	0,847	3,9	0,888	5,12	1,149	6,34	0,825	7,56	1,115
1.48	1,915	2,7	0,774	3,92	0,953	5,14	1,126	6,36	0,834	7,58	1,119
1.5	1,997	2,72	0,705	3,94	1,014	5,16	1,1	6,38	0,845	7,6	1,12
1.52	2,057	2,74	0,642	3,96	1,065	5,18	1,072	6,4	0,86	7,62	1,119
1.54	2,095	2,76	0,587	3,98	1,114	5,2	1,043	6,42	0,878	7,64	1,115
1.56	2,11	2,78	0,541	4	1,161	5,22	1,012	6,44	0,899	7,66	1,109
1.58	2,101	2,8	0,505	4,02	1,204	5,24	0,978	6,46	0,922	7,68	1,1
1,6	2,069	2,82	0,479	4,04	1,244	5,26	0,942	6,48	0,946	7,7	1,09
1,62	2,014	2,84	0,464	4,06	1,277	5,28	0,908	6,5	0,971	7,72	1,077
1,64	1,938	2,86	0,46	4,08	1,305	5,3	0,875	6,52	0,998	7,74	1,063

1.66	1,842	2,88	0,468	4,1	1,327	5,32	0,845	6,54	1,018	7,76	1,047
1.68	1,728	2,9	0,487	4,12	1,342	5,34	0,818	6,56	1,038	7,78	1,031
1.7	1,598	2,92	0,517	4,14	1,349	5,36	0,795	6,58	1,058	7,8	1,014
1.72	1,456	2,94	0,557	4,16	1,349	5,38	0,776	6,6	1,075	7,82	0,996
1.74	1,304	2,96	0,607	4,18	1,342	5,4	0,763	6,62	1,092	7,84	0,977
1.76	1,146	2,98	0,665	4,2	1,327	5,42	0,754	6,64	1,106	7,86	0,959
1.78	0,991	3	0,73	4,22	1,305	5,44	0,75	6,66	1,118	7,88	0,941
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.8	0,891	3,02	0,801	4,24	1,277	5,46	0,752	6,68	1,128	7,9	0,925
1.82	0,793	3,04	0,876	4,26	1,244	5,48	0,759	6,7	1,135	7,92	0,91
1.84	0,699	3,06	0,953	4,28	1,204	5,5	0,771	6,72	1,139	7,94	0,898
1.86	0,612	3,08	1,035	4,3	1,161	5,52	0,788	6,74	1,14	7,96	0,887
1.88	0,534	3,1	1,122	4,32	1,114	5,54	0,809	6,76	1,138	7,98	0,879
1.9	0,465	3,12	1,206	4,34	1,065	5,56	0,834	6,78	1,133	8	0,873

Таблица.5. Значение коэффициента $V(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})$ для различных отклонений двугранных углов и волновых размеров уголкового отражателя.

Неперпендикулярность			Снижение ЭПР при различных волновых размерах						
α_1	α_2	α_3	$v=5$	$v=7$	$v=9$	$v=11$	$v=13$	$v=15$	$v=17$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-0,4	-0,4	-0,3	0,938	0,881	0,811	0,73	0,642	0,552	0,463
-0,4	-0,4	-0,2	0,946	0,897	0,835	0,763	0,684	0,602	0,518
-0,4	-0,4	-0,1	0,953	0,909	0,854	0,789	0,717	0,641	0,563
-0,4	-0,4	0	0,957	0,917	0,866	0,806	0,739	0,668	0,594
-0,4	-0,4	0,1	0,959	0,92	0,871	0,814	0,749	0,68	0,609
-0,4	-0,4	0,2	0,958	0,919	0,87	0,812	0,748	0,678	0,607
-0,4	-0,4	0,3	0,955	0,914	0,862	0,801	0,734	0,662	0,588
-0,4	-0,4	0,4	0,95	0,905	0,848	0,781	0,708	0,632	0,554
-0,4	-0,3	-0,3	0,948	0,901	0,841	0,771	0,694	0,613	0,531
-0,4	-0,3	-0,2	0,956	0,916	0,865	0,805	0,737	0,665	0,59
-0,4	-0,3	-0,1	0,962	0,928	0,883	0,83	0,77	0,705	0,637
-0,4	-0,3	0	0,966	0,935	0,894	0,846	0,791	0,731	0,668
-0,4	-0,3	0,1	0,968	0,938	0,899	0,853	0,8	0,742	0,681
-0,4	-0,3	0,2	0,967	0,936	0,896	0,849	0,796	0,737	0,676
-0,4	-0,3	0,3	0,964	0,93	0,887	0,836	0,779	0,716	0,651
-0,4	-0,3	0,4	0,958	0,92	0,871	0,814	0,75	0,681	0,61
-0,4	-0,2	-0,2	0,964	0,931	0,889	0,838	0,781	0,718	0,652
-0,4	-0,2	-0,1	0,97	0,942	0,906	0,863	0,813	0,758	0,7
-0,4	-0,2	0	0,973	0,949	0,916	0,878	0,833	0,783	0,73
-0,4	-0,2	0,1	0,975	0,951	0,92	0,883	0,84	0,792	0,741
-0,4	-0,2	0,2	0,973	0,949	0,916	0,877	0,833	0,784	0,731
-0,4	-0,2	0,3	0,97	0,942	0,906	0,862	0,813	0,759	0,701
-0,4	-0,2	0,4	0,964	0,931	0,888	0,838	0,781	0,719	0,654
-0,4	-0,1	-0,1	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,747
-0,4	-0,1	0	0,978	0,958	0,932	0,9	0,863	0,821	0,776
-0,4	-0,1	0,1	0,979	0,96	0,934	0,903	0,867	0,827	0,783
-0,4	-0,1	0,2	0,978	0,957	0,929	0,896	0,858	0,815	0,769

-0,4	-0,1	0,3	0,974	0,949	0,917	0,879	0,835	0,786	0,734
-0,4	-0,1	0,4	0,968	0,938	0,899	0,852	0,8	0,742	0,682
-0,4	0	0	0,981	0,963	0,94	0,912	0,879	0,842	0,801
-0,4	0	0,1	0,982	0,964	0,941	0,914	0,881	0,845	0,805
-0,4	0	0,2	0,98	0,96	0,935	0,905	0,869	0,83	0,786
-0,4	0	0,3	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,748
-0,4	0	0,4	0,969	0,94	0,902	0,857	0,806	0,751	0,691
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-0,4	0,1	0,1	0,982	0,964	0,941	0,913	0,881	0,845	0,805
-0,4	0,1	0,2	0,979	0,96	0,934	0,903	0,867	0,827	0,783
-0,4	0,1	0,3	0,975	0,951	0,92	0,883	0,84	0,792	0,741
-0,4	0,1	0,4	0,968	0,938	0,899	0,853	0,8	0,743	0,682
-0,4	0,2	0,2	0,977	0,954	0,926	0,891	0,851	0,806	0,758
-0,4	0,2	0,3	0,972	0,945	0,911	0,869	0,822	0,77	0,715
-0,4	0,2	0,4	0,964	0,931	0,889	0,838	0,781	0,72	0,655
-0,4	0,3	0,3	0,966	0,935	0,894	0,846	0,792	0,733	0,67
-0,4	0,3	0,4	0,959	0,92	0,872	0,815	0,751	0,682	0,612
-0,4	0,4	0,4	0,951	0,906	0,849	0,782	0,71	0,633	0,555
-0,3	-0,3	-0,3	0,958	0,92	0,871	0,812	0,747	0,677	0,604
-0,3	-0,3	-0,2	0,966	0,935	0,894	0,846	0,791	0,731	0,668
-0,3	-0,3	-0,1	0,972	0,946	0,912	0,871	0,824	0,772	0,717
-0,3	-0,3	0	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,748
-0,3	-0,3	0,1	0,977	0,954	0,926	0,891	0,851	0,807	0,758
-0,3	-0,3	0,2	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,748
-0,3	-0,3	0,3	0,972	0,946	0,912	0,871	0,824	0,773	0,718
-0,3	-0,3	0,4	0,966	0,935	0,894	0,846	0,791	0,732	0,67
-0,3	-0,2	-0,2	0,974	0,949	0,918	0,879	0,835	0,786	0,734
-0,3	-0,2	-0,1	0,979	0,96	0,934	0,903	0,867	0,827	0,783
-0,3	-0,2	0	0,982	0,966	0,944	0,917	0,886	0,851	0,813
-0,3	-0,2	0,1	0,983	0,967	0,946	0,921	0,891	0,857	0,821
-0,3	-0,2	0,2	0,982	0,964	0,941	0,914	0,881	0,845	0,806
-0,3	-0,2	0,3	0,978	0,957	0,929	0,896	0,858	0,815	0,769
-0,3	-0,2	0,4	0,971	0,945	0,91	0,869	0,822	0,77	0,714
-0,3	-0,1	-0,1	0,984	0,97	0,95	0,926	0,898	0,867	0,832
-0,3	-0,1	0	0,987	0,975	0,959	0,939	0,915	0,889	0,859
-0,3	-0,1	0,1	0,987	0,975	0,96	0,94	0,918	0,892	0,863
-0,3	-0,1	0,2	0,985	0,972	0,954	0,931	0,905	0,876	0,844
-0,3	-0,1	0,3	0,981	0,963	0,94	0,912	0,879	0,842	0,802
-0,3	-0,1	0,4	0,975	0,951	0,92	0,883	0,84	0,792	0,741
-0,3	0	0	0,989	0,979	0,966	0,949	0,93	0,908	0,883
-0,3	0	0,1	0,989	0,979	0,966	0,949	0,93	0,908	0,883
-0,3	0	0,2	0,987	0,975	0,959	0,939	0,915	0,889	0,859
-0,3	0	0,3	0,982	0,966	0,944	0,917	0,886	0,851	0,813
-0,3	0	0,4	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,748
-0,3	0,1	0,1	0,989	0,978	0,965	0,948	0,928	0,905	0,879
-0,3	0,1	0,2	0,986	0,973	0,956	0,935	0,91	0,882	0,851
-0,3	0,1	0,3	0,981	0,963	0,94	0,912	0,879	0,843	0,802
-0,3	0,1	0,4	0,974	0,949	0,918	0,879	0,836	0,787	0,735
-0,3	0,2	0,2	0,983	0,967	0,946	0,921	0,891	0,858	0,821
-0,3	0,2	0,3	0,978	0,957	0,93	0,897	0,859	0,816	0,77
-0,3	0,2	0,4	0,97	0,942	0,906	0,863	0,814	0,76	0,702

-0,3	0,3	0,3	0,972	0,946	0,912	0,871	0,825	0,774	0,719
-0,3	0,3	0,4	0,964	0,931	0,888	0,837	0,78	0,718	0,653
-0,3	0,4	0,4	0,956	0,915	0,863	0,802	0,735	0,663	0,59
-0,2	-0,2	-0,2	0,981	0,964	0,94	0,912	0,879	0,842	0,802
-0,2	-0,2	-0,1	0,986	0,973	0,956	0,935	0,91	0,882	0,851
-0,2	-0,2	0	0,989	0,979	0,965	0,948	0,928	0,905	0,879
-0,2	-0,2	0,1	0,989	0,979	0,966	0,949	0,93	0,908	0,883
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-0,2	-0,2	0,2	0,987	0,975	0,96	0,94	0,918	0,892	0,863
-0,2	-0,2	0,3	0,983	0,967	0,946	0,921	0,891	0,857	0,821
-0,2	-0,2	0,4	0,976	0,954	0,926	0,891	0,851	0,806	0,758
-0,2	-0,1	-0,1	0,991	0,982	0,971	0,957	0,94	0,921	0,9
-0,2	-0,1	0	0,993	0,987	0,978	0,968	0,955	0,941	0,925
-0,2	-0,1	0,1	0,993	0,987	0,978	0,968	0,955	0,941	0,925
-0,2	-0,1	0,2	0,991	0,982	0,971	0,957	0,94	0,921	0,9
-0,2	-0,1	0,3	0,986	0,973	0,956	0,935	0,91	0,882	0,851
-0,2	-0,1	0,4	0,979	0,96	0,934	0,903	0,867	0,827	0,783
-0,2	0	0	0,995	0,991	0,985	0,977	0,968	0,958	0,946
-0,2	0	0,1	0,995	0,99	0,983	0,975	0,966	0,955	0,942
-0,2	0	0,2	0,992	0,985	0,975	0,962	0,948	0,931	0,912
-0,2	0	0,3	0,987	0,975	0,959	0,939	0,915	0,889	0,859
-0,2	0	0,4	0,98	0,96	0,935	0,905	0,87	0,83	0,787
-0,2	0,1	0,1	0,994	0,988	0,981	0,972	0,961	0,948	0,934

Относительную погрешность меры ЭПР в виде трехгранного уголкового отражателя рассчитывают на основании следующего выражения:

$$\theta_{\text{во}} = 1,1 \sqrt{\theta_{\text{сн}}^2 + \theta_{\text{в}}^2 + \theta_{\text{ш}}^2 + \theta_{\text{г}}^2};$$

где $\theta_{\text{сн}}$ - относительная погрешность, обусловленная средствами измерений линейных величин;

$\theta_{\text{г}}$ - относительная погрешность, обусловленная нестабильностью частоты;

$\theta_{\text{в}}$ - относительная погрешность, обусловленная методической погрешностью определения коэффициента снижения ЭПР $B(\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \frac{a}{\lambda})$;

$\theta_{\text{ш}}$ - относительная погрешность, обусловленная шероховатостью поверхности.

Относительную погрешность $\theta_{\text{сн}}$ определяют согласно следующим выражениям:

$$\theta_{\text{сн}} = 10 \frac{\Delta}{a} \quad \text{при } a < 5\lambda;$$

$$\theta_{\text{сн}} = 4 \frac{\Delta}{a} \quad \text{при } a > 5\lambda;$$

где Δ - абсолютная погрешность используемых средств измерений длины.

Относительную погрешность $\theta_{\text{ш}}$ определяют по формуле:

$$\theta_{\text{ш}} = \frac{R}{\lambda}$$

Относительную погрешность $\theta_{\text{в}}$ определяют по формуле:

$$\theta_{\text{в}} = 0,3(1 - B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})).$$

-0,3	0,3	0,3	0,972	0,946	0,912	0,871	0,825	0,774	0,719
-0,3	0,3	0,4	0,964	0,931	0,888	0,837	0,78	0,718	0,653
-0,3	0,4	0,4	0,956	0,915	0,863	0,802	0,735	0,663	0,59
-0,2	-0,2	-0,2	0,981	0,964	0,94	0,912	0,879	0,842	0,802
-0,2	-0,2	-0,1	0,986	0,973	0,956	0,935	0,91	0,882	0,851
-0,2	-0,2	0	0,989	0,979	0,965	0,948	0,928	0,905	0,879
-0,2	-0,2	0,1	0,989	0,979	0,966	0,949	0,93	0,908	0,883
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-0,2	-0,2	0,2	0,987	0,975	0,96	0,94	0,918	0,892	0,863
-0,2	-0,2	0,3	0,983	0,967	0,946	0,921	0,891	0,857	0,821
-0,2	-0,2	0,4	0,976	0,954	0,926	0,891	0,851	0,806	0,758
-0,2	-0,1	-0,1	0,991	0,982	0,971	0,957	0,94	0,921	0,9
-0,2	-0,1	0	0,993	0,987	0,978	0,968	0,955	0,941	0,925
-0,2	-0,1	0,1	0,993	0,987	0,978	0,968	0,955	0,941	0,925
-0,2	-0,1	0,2	0,991	0,982	0,971	0,957	0,94	0,921	0,9
-0,2	-0,1	0,3	0,986	0,973	0,956	0,935	0,91	0,882	0,851
-0,2	-0,1	0,4	0,979	0,96	0,934	0,903	0,867	0,827	0,783
-0,2	0	0	0,995	0,991	0,985	0,977	0,968	0,958	0,946
-0,2	0	0,1	0,995	0,99	0,983	0,975	0,966	0,955	0,942
-0,2	0	0,2	0,992	0,985	0,975	0,962	0,948	0,931	0,912
-0,2	0	0,3	0,987	0,975	0,959	0,939	0,915	0,889	0,859
-0,2	0	0,4	0,98	0,96	0,935	0,905	0,87	0,83	0,787
-0,2	0,1	0,1	0,994	0,988	0,981	0,972	0,961	0,948	0,934

Относительную погрешность меры ЭПР в виде трехгранного уголкового отражателя рассчитывают на основании следующего выражения:

$$\theta_{\text{yo}} = 1,1 \sqrt{\theta_{\text{сн}}^2 + \theta_{\text{в}}^2 + \theta_{\text{ш}}^2 + \theta_{\text{г}}^2};$$

где $\theta_{\text{сн}}$ - относительная погрешность, обусловленная средствами измерений линейных величин;

$\theta_{\text{г}}$ - относительная погрешность, обусловленная нестабильностью частоты;

$\theta_{\text{в}}$ - относительная погрешность, обусловленная методической погрешностью определения коэффициента снижения ЭПР $B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})$;

$\theta_{\text{ш}}$ - относительная погрешность, обусловленная шероховатостью поверхности.

Относительную погрешность $\theta_{\text{сн}}$ определяют согласно следующим выражениям:

$$\theta_{\text{сн}} = 10 \frac{\Delta}{a} \quad \text{при } a < 5\lambda;$$

$$\theta_{\text{сн}} = 4 \frac{\Delta}{a} \quad \text{при } a > 5\lambda;$$

где Δ - абсолютная погрешность используемых средств измерений длины.

Относительную погрешность $\theta_{\text{ш}}$ определяют по формуле:

$$\theta_{\text{ш}} = \frac{R}{\lambda}$$

Относительную погрешность $\theta_{\text{в}}$ определяют по формуле:

$$\theta_{\text{в}} = 0,3(1 - B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})).$$

Относительную погрешность θ_f определяют по формуле:

$$\theta_f = 2 \cdot \delta f;$$

где δf – относительная нестабильность рабочей частоты

$10 \cdot \log \left(1 + \frac{\theta_{yo}}{100} \right)$ – полученные значения относительной погрешности пересчитывают в дБ;

Погрешность мер ЭПР не должна превышать значений, приведенных в табл.3.

6.3.2. Определение действительных значений рабочих частот передающих устройств ИС и их относительных нестабильностей во времени.

Действительное значение рабочей частоты и ее нестабильность определяют по результатам многократных измерений частоты излучаемого сигнала с помощью аппаратуры подвижного экранированного комплекса ПЭК-1.

Подготавливают комплекс и ПЭК-1 к работе.

Настраивают приемное устройство ПЭК-1 на частоту излучения ИС и проводят ее измерение с помощью штатного частотомера.

Измерения частоты проводят для каждой ИС с интервалом времени 6 минут в течении 2 часов.

По результатам измерений рассчитывают среднее значение рабочей частоты $\overline{f_{\text{раб}}}$ ИС по формуле:

$$\overline{f_{\text{раб}}} = \sum_1^N f_i / N, [\text{МГц}];$$

где f_i – измеренные значения частоты излучаемого сигнала ИС, МГц;

N - количество измерений.

Относительную нестабильность рабочей частоты ИС (СКО) определяют по формуле:

$$\delta f = \frac{1}{\overline{f_{\text{раб}}}} \sqrt{\sum_1^N (f_i - \overline{f_{\text{раб}}})^2 / (N - 1)};$$

где $\overline{f_{\text{раб}}}$ - среднее значение рабочей частоты ИС.

Относительная нестабильность частоты не должна превышать значений, приведенных в табл.3.

6.3.3. Определение нестабильности энергетического потенциала ИС.

Нестабильность энергетического потенциала определяют по результатам многократных измерений амплитуды эхо-сигнала от стабильного отражателя на выходе приемных устройств ИС.

Подготавливают комплекс к работе.

В рабочей зоне комплекса устанавливают уголкового отражатель. ЭПР уголкового отражателя должна превышать эквивалентную ЭПР отражений от фона в элементе разрешения не менее чем на 20 дБ.

Наводят ИС по максимуму отраженного сигнала на уголкового отражатель. С помощью аттенуатора устанавливают уровень сигнала на выходе приемного устройства ИС, соответствующий середине шкалы регистрирующего устройства.

Проводят измерение амплитуды отраженного сигнала с одновременной регистрацией на ПЭВМ типа IBM PC комплекса средств автоматизации. Регистрацию одной реализации сигнала производят в течении 1 минуты.

Измерения амплитуды отраженного сигнала проводят для каждой ИРЛС с интервалом времени 6 минут в течении 1 часа без изменения положения органов управления станции.

Определяют среднее значение амплитуды отраженного сигнала по формуле:

$$\bar{A} = \sum_1^N A_i / N, \text{ дБ, [дБ]};$$

где A_i – амплитуда принимаемого сигнала в i -том измерении;
 N – количество измерений.

Относительную нестабильность энергетического потенциала определяют по формуле:

$$\Delta_{\text{ЭП}} = \frac{1}{\bar{A}} \sqrt{\sum_1^N (A_i - \bar{A})^2 / (N-1)}, \text{ [дБ]}.$$

При нестабильности энергетического потенциала более 1 дБ комплекс признают негодным для выполнения измерений и направляют в ремонт.

6.3.4. Определение динамического диапазона приемных устройств ИС.

Определение динамического диапазона приемных устройств ИС осуществляют путем введения в приемный тракт калиброванного сигнала от измерительного генератора и последовательной установки его минимального и максимального уровней.

Подготавливают комплекс к работе. На вход приемного устройства ИС подают сигнал от измерительного генератора соответствующего диапазона частот. С помощью аттенуатора измерительного генератора вводят ослабление A_{MAX} , при котором сигнал превышает уровень шумов приемника на 3 дБ. С помощью аттенуатора вводят и фиксируют минимальное ослабление A_{MIN} , при котором отсутствует ограничение принимаемого сигнала. Динамический диапазон для каждой ИС определяют по результатам измерений в соответствии со следующим соотношением:

$$D = | A_{\text{MAX}} - A_{\text{MIN}} |, \text{ [дБ]}.$$

По результатам измерений составляют протокол.

Динамический диапазон не должен быть меньше значений, приведенных в табл.3.

6.3.5. Определение погрешности измерения мощности эхо-сигналов на входе ИС, обусловленной аппроксимацией градуировочной кривой приемного тракта,

Метод измерений основан на сравнении значений выходного сигнала, получаемого на основании аппроксимации градуировочной характеристики измерительного тракта для данного входного сигнала, и выходного сигнала, измеренного экспериментально при аналогичном входном сигнале.

Подготавливают комплекс к работе. Проводят градуировку измерительного тракта ИРЛС с шагом 2 дБ, при этом фиксируют значения выходного сигнала в узлах аппроксимации $U_{\text{ВХ},i}$, $i = 1 \dots N$. Строят градуировочную характеристику. На основании градуировочной характеристики определяют значения выходного сигнала $U_{\text{ВЫХ},j}^A$ в точках $U_{\text{ВХ},j}$, связанных с узлами аппроксимации как

$$U_{\text{ВХ},j} = \frac{1}{2} \cdot [U_{\text{ВХ},i} + U_{\text{ВХ},i+1}], \text{ [дБ]}.$$

Измеряют значения выходного сигнала $U_{\text{ВЫХ},j}^И$ при аналогичном входном сигнале $U_{\text{ВХ},j}$. На основании градуировочной характеристики определяют значения входного сигнала $U_{\text{ВХ},j}^*$ соответствующего значению выходного сигнала $U_{\text{ВЫХ},j}^И$. Среднее значение и СКО погрешности измерения мощности эхо-сигнала, обусловленной аппроксимацией градуировочной характеристики, рассчитывают по формулам:

$$\Delta_{\text{АП}} = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^{N-1} \left(\frac{U_{\text{ВХ},j}^* - U_{\text{ВХ},j}}{U_{\text{ВХ},j}} \right);$$

$$\sigma_{\Delta\Pi} = \sqrt{\frac{1}{N-2} \sum_{j=1}^{N-1} \left(\frac{U_{\text{ВХ.}j}^* - U_{\text{ВХ.}j}}{U_{\text{ВХ.}j}^*} - \Delta_{\Delta\Pi} \right)^2};$$

где N-количество узлов аппроксимации.

Измерения проводят для каждой ИС. По результатам измерений составляют протокол. Полученные погрешности не должны превышать значений, приведенных в табл.3.

6.3.6. Определение ошибок наведения антенн ИС по азимуту и углу места на исследуемый ЛА.

Погрешности наведения антенн ИС на цель по угловым координатам, обусловленные инструментальными погрешностями угломерных каналов и системы “Угол – ЗВМ” определяют методом сравнения координат цели, измеряемых ведущей РЛС комплекса, с координатами этой цели для ИС.

Подготавливают к работе ведущую и ИС, систему наведения антенн “Угол – ЗВМ” и АМУ “Сосна – М” в соответствии с инструкциями по эксплуатации. Устанавливают АМУ “Сосна – М” и радиолокационный экран в заранее определенных местах. Нижнюю часть АМУ и мачту закрывают РПМ.

Наводят антенны ведущей и ИС по максимуму эхо-сигналов автономно (при отключенной системе “Угол – ЗВМ”) и фиксируют значения угла места(ϵ) и азимута(β) ИС комплекса.

Включают систему “Угол – ЗВМ” и выполняют вращение антенн в пределах $0 - 360^{\circ}$ по азимуту и $0 - 85^{\circ}$ по углу места с помощью ведущей ИС комплекса в режиме “внешнее наведение”.

Наводят по целеуказанию ведущей ИС в этом же режиме антенны ИС на УО по углу места и азимуту. Фиксируют значения угловых координат всех ИС.

Отключают систему “Угол – ЗВМ”.

Цикл измерений повторяют не менее 10 раз.

По результатам измерений оценивают СКО инструментальных ошибок наведения антенн ИС на цель по формуле:

$$\sigma_{\epsilon(\beta)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}};$$

где $x_i - i$ – тый результат измерений угла места (азимута) УО ИС;

\bar{x} – среднее значение угловых координат УО для ведущей ИС, рассчитанное с учетом разноса антенн;

N – общее число независимых измерений.

СКО погрешности наведения антенн ИС на цель по углу места и азимуту рассчитывают по формуле:

$$\sigma_{\epsilon(\beta)\Sigma} = \sqrt{\sigma_{\epsilon(\beta)}^2 + \sigma_{\epsilon(\beta)\text{ВРЛС}}^2 + \sigma_{\epsilon(\beta)\Delta h, \Delta R}^2};$$

где $\sigma_{\epsilon(\beta)\text{ВРЛС}}$ – СКО инструментальных погрешностей измерения угла места (азимута) цели ведущей ИС комплекса (согласно технического формуляра ИС);

$\sigma_{\epsilon(\beta)\Delta h, \Delta R}$ – СКО погрешности наведения антенн на цель, обусловленные их разносом по высоте h и дальности R с антенной ведущей ИС комплекса, определяемые для минимального удаления исследуемого ЛА от комплекса.

Погрешности наведения антенн на цель по углу места и азимуту не должны быть более значений, приведенных в табл.3.

6.3.7. Определение погрешности измерений ЭПР.

Погрешность измерений ЭПР объекта определяют на основе результатов предварительной оценки частных погрешностей.

Расчёт границ интервала, в котором находится погрешность измерений ЭПР с доверительной вероятностью 0.95 при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, проводят в соответствии с выражением:

$$\Delta = k \cdot \sqrt{\frac{\theta^2}{3} + \delta^2}$$

$$\Delta[\text{дБ}] = 10 \cdot \lg(1 + k \cdot \sqrt{\frac{\theta^2}{3} + \delta^2})$$

где k - коэффициент, зависящий от соотношения систематической и случайной составляющей, $k = \frac{t_s \cdot \delta + \theta}{\delta + 0.5 \cdot \theta}$;

θ - граница систематической составляющей суммарной погрешности измерений ЭПР,

δ - СКО случайной составляющей погрешности измерений ЭПР.

Систематическая составляющая погрешности измерений ЭПР определяется в соответствии с выражением:

$$\theta = \sqrt{\theta_{S_{\text{об}}}^2 + \theta_{D_{\text{об}}}^2 + \theta_{D_{\text{эт}}}^2 + \theta_{S_{\text{дз}}}^2 + \theta_{P_{\text{ат}}}^2 + \theta_{\Phi}^2};$$

где $\theta_{S_{\text{об}}}$ - погрешность меры ЭПР;

$\theta_{D_{\text{об}}}, \theta_{D_{\text{эт}}}$ - систематические погрешности измерения дальности до исследуемого объекта и меры ЭПР;

$\theta_{S_{\text{дз}}}$ - погрешность измерений, обусловленная нестрогим выполнением критерия "дальней зоны", предельное значение; определяется расчетным методом;

$\theta_{P_{\text{ат}}}$ - систематическая погрешность определения затухания, вводимого в приемный тракт ИС (погрешность аттенуаторов).

СКО случайной составляющей погрешности измерений ЭПР объекта определяют в соответствии с выражением:

$$\delta = \sqrt{\sigma_{P_{\text{ла}}}^2 + \sigma_{P_{\text{эт}}}^2 + 16 \cdot \sigma_{D_{\text{ла}}}^2 + 16 \cdot \sigma_{D_{\text{эт}}}^2 + \sigma_{S_{\text{дз}}}^2 + \sigma_{S_{\text{эт.е.}\beta}}^2 + \sigma_{P_{\text{ат}}}^2},$$

где $\sigma_{P_{\text{ла}}}, \sigma_{P_{\text{эт}}}$ - СКО погрешности измерений мощности отраженных сигналов меры ЭПР и объекта измерений;

$\sigma_{D_{\text{ла}}}, \sigma_{D_{\text{эт}}}$ - СКО погрешности измерения дальности до исследуемого ЛА и эталона от РЛС;

$\sigma_{S_{\text{дз}}}$ - СКО погрешности измерений ЭПР объекта, обусловленного нестрогим выполнением критерия "дальней зоны";

$\sigma_{S_{\text{эт.е.}\beta}}$ - СКО погрешности определения действительного значения ЭПР меры ЭПР, обусловленной неточностью его ориентации на ИС по азимуту β и углу места ϵ ;

$\sigma_{P_{\text{ат}}}$ - СКО результирующей погрешности определения затухания, вводимого в приемный тракт ИС.

Величины $\sigma_{P_{\text{ла}}}, \sigma_{P_{\text{эт}}}$ определяют в соответствии с формулой:

$$\sigma_{P_{\Sigma}} = \sqrt{\sigma_{\text{эл}}^2 + \sigma_{P_{\epsilon, \beta}}^2 + \sigma_{P_{\epsilon, \Phi}}^2 + \sigma_{\text{ан}}^2 + \sigma_{\text{чв}}^2 + \sigma_{P_{\text{дз}}}^2};$$

где $\sigma_{\text{эл}}$ - СКО погрешности измерения мощности, обусловленной нестабильностью энергопотенциала ИС;

$\sigma_{P_{\epsilon, \beta}}$ - СКО погрешности измерения мощности, обусловленной неточным наведением антенны РЛС по азимуту β к углу места ϵ на исследуемый объект или меру ЭПР;

$\sigma_{Pc\phi}$ – СКО погрешности измерения мощности, обусловленной наличием фона (тепловой шум приемного тракта, отражения от земной поверхности, для меры - безэховостью измерительной трассы) на входе ИС;

$\sigma_{ан}$ – СКО погрешности измерения мощности, обусловленной аппроксимацией градуировочной кривой при оценке мощности рассеянных сигналов;

$\sigma_{чув}$ – СКО погрешности измерения мощности, обусловленной изменением энергопотенциала и чувствительности ИС на интервале между начальной и конечной градуировками приемного тракта, принимается равной относительной нестабильности;

$\sigma_{p\delta f}$ – СКО погрешности измерения мощности, обусловленной нестабильностью частоты зондирующих сигналов ИС.

Полученные значения погрешности не должны превышать величин, приведенных в табл.3.

6.3.8. Определение погрешности измерений диаграмм направленности антенн бортовых РЭС ЛА.

СКО результирующей погрешности динамических измерений пространственных ДНА бортовых РЭС в условиях реального полета ЛА определяют на основе результатов предварительной оценки СКО частных погрешностей в соответствии с формулой:

$$\sigma_{G\Sigma} = \sqrt{\sigma_{P_A}^2 + \sigma_{P_0}^2 + 4 \cdot \sigma_{D_A}^2 + 4 \cdot \sigma_{D_0}^2 + \sigma_{Pc/\phi}^2};$$

где: σ_{P_A} – СКО результирующей погрешности измерений мощности принимаемых РЛС сигналов, определяют исходя из угловых погрешностей наведения, аппроксимации диаграммы направленности приемных антенн и погрешностей регистрирующей аппаратуры;

σ_{P_0} – СКО результирующей погрешности измерений максимального среднего значения мощности принимаемых ИС сигналов, излучаемых по главному лепестку диаграммы исследуемой антенны;

$\sigma_{D_A}, \sigma_{D_0}$ – СКО погрешности измерения дальностей D_A и D_0 до исследуемой антенны;

$\sigma_{Pc\phi}$ – СКО погрешности измерения мощности принимаемых сигналов, обусловленной наличием фона на входе измерительной ИС.

В качестве доверительных границ погрешности измерений уровней диаграмм направленности антенн принимают величину:

$$\Delta_{G\Sigma} = 2\sigma_{G\Sigma}.$$

Полученное значение погрешности не должно превышать величины, приведенной в табл.3.

6.3.9. Определение результирующей погрешности измерения азимута и угла места вектора "ЛА – комплекс" в подвижной сферической системе координат.

СКО результирующей погрешности измерения азимута и угла места вектора "ЛА – комплекс" в подвижной сферической системе координат определяют на основе результатов предварительной оценки СКО частных погрешностей в соответствии с формулами:

$$\sigma_{\beta_c} = \sqrt{\sigma_{\beta_{ВРЛС}}^2 + \sigma_{\psi}^2 + Z_{\nu}^2 \cdot \sigma_{\nu}^2 + Z_{\gamma}^2 \cdot \sigma_{\gamma}^2 + \sigma_{\beta, \Delta h, \Delta R}^2};$$

$$\sigma_{\epsilon_c} = \sqrt{\sigma_{\epsilon_{ВРЛС}}^2 + \cos^2 \beta_c \sigma_{\nu}^2 + \sin^2 \beta_c \sigma_{\gamma}^2 + \nu^2 \sigma_{\cos \beta_c}^2 + \gamma^2 \sigma_{\sin \beta_c}^2 + \sigma_{\epsilon, \Delta h, \Delta R}^2};$$

где $\sigma_{\beta_{ВРЛС}}, \sigma_{\epsilon_{ВРЛС}}$ – СКО инструментальных ошибок измерения азимута β и угла места ϵ ЛА ведущей РЛС комплекса (согласно технического формуляра ведущей РЛС);

$\sigma_{\beta, \Delta h, \Delta R}, \sigma_{\epsilon, \Delta h, \Delta R}$ – СКО ошибок наведения антенн ИРЛС на ЛА, обусловленных их разном по высоте h и дальности R с антенной ведущей РЛС комплекса и определяемых для минимального удаления исследуемого ЛА от комплекса;

$\sigma_\gamma, \sigma_\nu, \sigma_\psi$ – СКО результирующих погрешностей определения крена, курса и тангажа ЛА, обусловленных инструментальными ошибками их измерения на борту аппарата, ошибками регистрации и считывания при обработке результатов измерений;

Z_ν, Z_γ – частные производные функции $y = \arctg(\operatorname{tg}\nu \cdot \sin\gamma)$ по γ и ν соответственно ($Z_\nu = \sin\gamma / (\cos^2\nu + \sin^2\nu \cdot \sin^2\gamma)$ и $Z_\gamma = \cos\gamma \cdot \operatorname{tg}\nu / (1 + \operatorname{tg}^2\nu \cdot \sin^2\gamma)$);

$\sigma_{\cos\beta_c}, \sigma_{\sin\beta_c}$ – СКО частных погрешностей определения косинуса и синуса азимута β_c , обусловленных результирующей погрешностью этого угла (для малых значений этой погрешности и её равномерном распределении на интервале в пределах $[-\Delta, +\Delta]$ дисперсия случайных величин $\sigma_{\cos\beta_c}$ и $\sigma_{\sin\beta_c}$ определяется следующими выражениями:

$$\sigma^2(\cos\beta_c) = 1 - \left(\frac{\sin\Delta}{\Delta}\right)^2;$$

$$\sigma^2(\sin\beta_c) = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{\sin\Delta}{\Delta}\right).$$

СКО погрешности измерения азимута и угла места вектора "ЛА – комплекс" в подвижной системе координат должна быть не более 2^0 .

6.3.10. Оценка относительного уровня поляризационной развязки комплекса.

Целью измерений является оценка уровня кроссполяризационной составляющей падающего поля комплекса. Оценку проводят путем вращения индикаторной антенны вокруг оси "антенна - ИС", регистрации эллипса поляризации и сравнения основной и кроссполяризованной компоненты.

Относительный уровень кроссполяризованной компоненты не должен превышать -20 дБ.

7. Оформление результатов поверки.

7.1. Положительным результатом поверки считают соответствие полученных метрологических и технических характеристик комплекса характеристикам, приведенным в описании типа на комплексе.

7.2. При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием полученных метрологических и технических характеристик, которое выдается хранителю комплекса.

7.3. При отрицательных результатах поверки комплекс настраивают и направляют на повторную поверку.

Начальник лаборатории ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ



А.Смирнов

младший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

В. Прокопишин

