

714

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГИИСИ «Воентест»
32 ГИИСИ МО РФ

В.Н. Храменков

« 15 »

2004 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Модернизированная квантово-оптической система
14Ц218 ("Сажень-С")

Методика поверки

Мытищи, 2004 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на модернизированную квантово-оптическую систему (КОС) 14Ц218 ("Сажень-С"), предназначенную для прецизионных измерений навигационных параметров космических аппаратов (КА), и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице:

№ п/п	Наименование операции	Номера пунктов методики поверки
1.	Внешний осмотр	6.1
2.	Опробование	6.2
3.	Определение погрешности привязки местной шкалы времени к шкале времени Госэталона	6.3
4.	Определение погрешности измерений наклонной дальности	6.4
5.	Определение погрешности измерений угловых координат	6.5
6.	Определение погрешности фотометрических измерений	6.6
7.	Оформление результатов поверки	7

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться следующие средства поверки:

3.1.1 КА "Эталон", "Лагеос".

3.1.2 Астрономический звездный каталог.

3.1.3 Фотометрический звездный каталог.

3.1.4 Стандарт частоты и времени Ч1-76А.

3.2 Основные метрологические характеристики средств поверки:

3.2.1 Угловые координаты КА ("Эталон", "Лагеос"), орбита которого выбрана в качестве эталонной, должны быть известны с погрешностью не более 0.7".

3.2.2 Угловые координаты опорных звезд из астрономического звездного каталога должны быть известны с погрешностью не более 0.7".

3.2.3 Значения внеатмосферного блеска опорных звезд из фотометрического звездного каталога должны быть известны с погрешностью не более 0.07 m.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 Поверка должна проводиться при полном отсутствии облачности и коэффициенте прозрачности атмосферы $\rho > 0.7$ в зенитной области. При этом величина кратковременного изменения прозрачности атмосферы не должна превышать $|\Delta\rho| < 0.1$ за 5 минут.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Перед проведением поверки модернизированной КОС 14Ц218 ("Сажень-С") должны быть поверены все средства измерений, входящие в ее состав.

5.2 Аппаратура КОС 14Ц218 ("Сажень-С") должна быть подготовлена к работе согласно "Руководства по эксплуатации".

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр.

6.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие модернизированной аппаратуры КОС 14Ц218 ("Сажень-С") следующим требованиям:

- модернизированная КОС 14Ц218 ("Сажень-С") должна быть укомплектована составными частями и документацией в соответствии с "Формуляром";
- аппаратура не должна иметь механических повреждений, затрудняющих работу с ней;
- условия эксплуатации аппаратуры должны соответствовать требованиям ТУ.

6.2 Опробование.

6.2.1 Опробование модернизированной аппаратуры КОС 14Ц218 ("Сажень-С") производится в соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИБПА.461351.001 РЭ.

6.3 Определение погрешности привязки результатов измерений модернизированной КОС 14Ц218 ("Сажень-С") к шкале времени Госэталона.

6.3.1 В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИБПА.461351.001 РЭ произвести привязку местной шкалы времени модернизированной КОС 14Ц218 ("Сажень-С") к шкале времени Госэталона с помощью системы СЭВО.

6.3.2. По истечении трех часов (время непрерывной автономной работы до следующего сеанса привязки) произвести измерение расхождения местной шкалы времени и шкалы времени перевозимых квантовых часов (эталона-переносчика), предварительно сведенных со шкалой времени Госэталона с погрешностью не более единиц наносекунд. Измеренное расхождение не должно превышать 0,3 мкс.

6.4 Определение погрешности измерений наклонной дальности.

6.4.1 Определение систематической составляющей инструментальной погрешности измерений дальности.

6.4.1.1 В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИБПА.461351.001 РЭ подготовить модернизированную КОС "Сажень-С" к работе в режиме калибровки по реперу-перископу.

6.4.1.2 В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИБПА.461351.001 РЭ провести измерения длины калибровочной трассы. Определить оптическую длину калибровочной трассы L_0 и предел погрешности определения указанной длины θ_0 .

6.4.1.3 Провести сеанс калибровки модернизированной КОС 14Ц218 ("Сажень-С") по реперу. Определить величину аппаратурной поправки $\Delta_{\text{апп}}$ и среднеквадратическое отклонение измерений по формулам:

$$\Delta_{\text{апп}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta_{ip}$$

$$\sigma_{\text{апп}} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \Delta_{ip}^2}$$

где Δ_{ip} – величины отклонений результатов измерений КОС от оптической длины калибровочной трассы L_0 ;

N – число измерений калибровочной трассы.

6.4.1.4 Определить величину систематической погрешности измерений КОС:

$$\delta_d = k \sqrt{\frac{\theta_0^2}{3} + \sigma_{\text{апп}}^2},$$

где k – коэффициент, зависящий от требуемой доверительной вероятности.

Должно выполняться условие $\delta_d \leq 2$ см.

6.5.2 Определение случайной составляющей инструментальной погрешности измерений дальности.

6.5.2.1 В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИБПА.461351.001 РЭ подготовить модернизированную КОС 14Ц218 ("Сажень-С") к работе в режиме измерения дальности.

6.5.2.2 Используя полученные в процессе подготовки к проведению сеансов измерений зоны видимости и расписание пролетов КА произвести выбор КА, траектории которых соответствуют заданным условиям.

6.5.2.3 В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИБПА.461351.001 РЭ провести сеансы измерения дальности.

6.5.2.4 По результатам сеансов с помощью специального программного обеспечения модернизированной КОС 14Ц218 ("Сажень-С") сформировать информационную посылку в баллистический центр, содержащую последовательность измерений с привязкой их к системе единого времени.

6.5.2.5 После получения из баллистического центра величин отклонений "нормальных" точек на интервале осреднения 10 с от эталонных значений дальности до выбранного КА, определить случайную составляющую погрешности измерений по формуле:

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \Delta_i^2},$$

где Δ_i – величины отклонений "нормальных" точек от эталонных значений.

Должно выполняться условие: $\sigma_d \leq 2$ см.

6.5 Определение погрешности измерений угловых координат.

6.5.1 В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИБПА.461351.001 РЭ подготовить модернизированную КОС 14Ц218 ("Сажень-С") к работе в режиме измерения угловых координат.

6.5.2 Используя полученные в процессе подготовки к проведению сеансов измерений зоны видимости и расписание пролетов КА произвести выбор КА, траектории которых соответствуют заданным условиям.

6.5.3 Вывести телескоп в режим обнаружения и слежения за данным КА. После обнаружения КА телескоп смещается в упреждающую точку и останавливается.

6.5.4 В момент прохождения КА через центральную область рабочего поля с помощью специального устройства регистрации цифровых изображений провести запись последовательных ТВ-кадров в память ЭВМ с одновременной записью показаний датчиков телескопа, сигналов рассогласований и соответствующих моментов времени.

6.5.5 С помощью специального программного обеспечения модернизированной КОС 14Ц218 ("Сажень-С") произвести автоматическое отождествление и совмещение звезд ТВ-кадра со звездами астрономического каталога с одновременным масштабированием двумерного поля ТВ-растра в координатах альфа-дельта (прямое восхождение-склонение на текущую эпоху).

6.5.6 С помощью специального программного обеспечения модернизированной КОС 14Ц218 ("Сажень-С") рассчитать координаты КА для одних и тех же моментов времени как астрометрическим методом, так и методом прямого отсчета.

6.5.7 В зависимости от соотношения погрешностей, с которыми известны угловые координаты эталонных КА и звезд астрономического каталога, использовать для расчета погрешностей измерений угловых координат следующие соотношения.

6.5.7.1 При использовании в качестве эталона орбиты КА.

Систематическая составляющая инструментальной погрешности определяется по следующим формулам.

$$\delta_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (A_{ik} - A_{iэ})$$

$$\delta_d = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (D_{ik} - D_{iэ}),$$

где A_{ik}, D_{ik} – измеренные угловые координаты КА;

$A_{iэ}, D_{iэ}$ – эталонные угловые координаты КА;

N – количество измерений.

Величины δ_a, δ_d не должны превышать 2".

Среднеквадратическое отклонение случайной составляющей инструментальной погрешности определяется по следующим формулам.

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (A_{ik} - A_{iэ} - \delta_a)^2 + \sigma_{fa}^2},$$

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (D_{ik} - D_{iэ} - \delta_d)^2 + \sigma_{fd}^2},$$

где σ_{fa}, σ_{fd} – СКО измерения положения центра тяжести КА в изображении поля ТВ растра.

Величины σ_a, σ_d не должны превышать 2".

6.5.7.2 При использовании в качестве эталона астрономического каталога.

Систематическая составляющая погрешности определяется по формулам:

$$\delta_a = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (A_{iz} - A_{i0})$$

$$\delta_d = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (D_{iz} - D_{i0}),$$

где A_{iz}, D_{iz} – измеренные угловые координаты каталожных опорных звезд;

A_{i0}, D_{i0} – угловые координаты опорных звезд по астрономическому каталогу;

M – количество опорных звезд.

Величины δ_a, δ_d не должны превышать 2".

Среднеквадратическое отклонение случайной составляющей погрешности определяется по следующим формулам.

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (A_{iz} - A_{i0} - \delta_a)^2 + \sigma_{fa}^2},$$

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (D_{iz} - D_{i0} - \delta_d)^2 + \sigma_{fd}^2},$$

где σ_{fa}, σ_{fd} – СКО измерения положения центра тяжести опорных звезд в изображении поля ТВ растра.

Величины σ_a, σ_d не должны превышать 2".

6.6 Определение погрешности фотометрических измерений.

6.6.1 В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИБПА.461351.001 РЭ подготовить модернизированную КОС 14Ц218 ("Сажень-С") к работе в режиме фотометрических измерений.

6.6.2 Поочередно вывести в рабочую область узкого поля (УП) не менее 6 каталожных звезд с площадки при УМ > 60° в диапазоне блеска не меньшем (14 ÷ 8) m и записать измерения в файл в течение не менее 20 с для каждой. Каталожную звезду (11 ÷ 9) m измерить дважды: первой и последней, с интервалом не менее 5 минут для оценки величины кратковременного изменения прозрачности атмосферы.

6.6.3 Провести измерения на площадках при угле места (УМ) равном 40°, 20° примерно при том же значении азимута. На каждой площадке измеряются не менее 3 звезд в диапазоне не меньшем (11 ÷ 9) m.

6.6.4 С помощью специального программного обеспечения КОС определить СКО калибровки σ_k .

6.6.5 Для измерения звезд сравнения, имитирующих блеск КА, выбрать не менее 3-х звездных площадок на УМ= 20°, 40°, 80°. На каждой из площадок выбираются не менее 3-х каталожных звезд не слабее 12 m. Они также должны иметь спектр близкий к солнечному.

Поочередно произвести измерения блеска звезд сравнения в течение не менее 30 с.

6.6.6 По результатам измерений каталожных звезд при различных УМ с помощью специального программного обеспечения КОС определить среднее расчетное значение внеатмосферного блеска M_j m для каждой j-й звезды сравнения.

6.6.7 Используя данные фотометрического каталога определить СКО измерений внеатмосферного блеска звезд сравнения:

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (M_j - M_{j0})^2 + \sigma_k^2},$$

где M_{j0} - каталожное значение блеска звезды сравнения;

σ_k - СКО калибровки;

n - количество звезд сравнения.

Величина σ_M не должна превосходить 0,2 m.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки ведутся протоколы измерений произвольной формы.

7.2 Положительные результаты поверки оформляются выдачей свидетельства о поверке установленной формы.

7.3 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности.

Начальник отдела ГЦИ СИ "Воентест"
32 ГНИИИ МО РФ

Научный сотрудник ГЦИ СИ "Воентест"
32 ГНИИИ МО РФ

А.Н. Щипунов

А.С. Гончаров