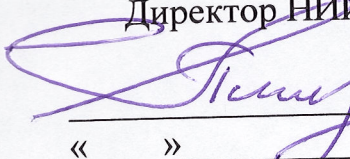


201.

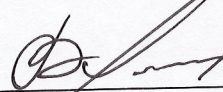
СОГЛАСОВАНО

Директор НИИ ГП

 Л.Ф. Плиев
«___» _____ 1999 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник 32 ГНИИ МО РФ

 В.Н. Храменков
«___» _____ 1999 г.

МЕТОДИКА
поверки квантово-оптической системы
14Ц25 ("Сажень-Т")

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на квантово-оптическую систему (КОС) 14Ц25 ("Сажень-Т"), 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	7.1
2.	Опробование	7.2
3.	Измерение параметров лазерного излучения	7.3
4.	Определение погрешности привязки местной шкалы времени к шкале времени Госэталоны	7.4
5.	Определение погрешности измерений наклонной дальности	7.5
6.	Определение погрешности измерений угловых координат	7.6
7.	Определение погрешности фотометрических измерений	7.7
8.	Оформление результатов поверки	8

3. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КОС "САЖЕНЬ-Т" НА ПОВЕРКУ

3.1 КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") представляется на поверку предприятием-изготовителем и организацией, эксплуатирующей систему.

3.2. Расходы на проведение поверки оплачивает организация, представившая КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") на поверку.

4. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1. При проведении поверки должны применяться следующие средства поверки:

4.1.1. КА "Эталон", "Лагеос", "Старлетт".

4.1.2. Астрономический звездный каталог.

4.1.3. Фотометрический звездный каталог.

4.1.4. Комплект метрологического обеспечения КОС "Сажень-Т".

4.1.5. Перевозимые квантовые часы (эталон-переносчик).

4.2. Основные метрологические характеристики средств поверки:

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

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

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

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1. 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.

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1. Перед проведением поверки КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") должны быть поверены все средства измерений, входящие в ее состав.

6.2. Аппаратура КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") должна быть подготовлена к работе согласно "Руководства по эксплуатации".

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. Внешний осмотр.

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие аппаратуры КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") следующим требованиям:

КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") 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.

7.2. Опробование.

7.2.1 Опробование аппаратуры КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") производится в соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИВЯФ 464413.004 РЭ.

7.3. Измерение параметров лазерного излучения.

В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИВЯФ 464413.004 РЭ с помощью средств измерений, входящих в комплект метрологического обеспечения (КМО), провести измерения параметров лазерного излучения на выходе лазерного передатчика и на выходе телескопа АЗС-26. Полученные результаты должны соответствовать требованиям, изложенным в эксплуатационной документации.

7.4. Определение погрешности привязки результатов измерений КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") к шкале времени Госэталона.

7.4.1. В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИВЯФ 464413.004 РЭ произвести привязку местной шкалы времени КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") к шкале времени Госэталона с помощью системы спутниковой привязки А724М.

7.4.2. 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 1 мкс.

7.5. Определение погрешности измерений наклонной дальности.

7.5.1. Определение систематической составляющей инструментальной погрешности измерений дальности.

7.5.1.1. В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИВЯФ 464413.004 РЭ подготовить КОС "Сажень-Т" к работе в режиме калибровки по реперу-перископу.

7.5.1.2. В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИВЯФ 464413.004 РЭ провести измерения длины калибровочной трассы. Определить оптическую длину калибровочной трассы L_0 и предел погрешности определения указанной длины θ_0 .

7.5.1.3. Провести сеанс калибровки КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") 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.

7.5.1.4. 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.

7.5.2. Определение случайной составляющей инструментальной погрешности измерений дальности.

7.5.2.1. В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИВЯФ 464413.004 РЭ подготовить КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") к работе в режиме измерения дальности.

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

7.5.2.3. В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИВЯФ 46413.004 РЭ провести сеансы измерения дальности.

7.5.2.4. По результатам сеансов с помощью специального программного обеспечения КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") сформировать информационную посылку в баллистический центр, содержащую последовательность измерений с привязкой их к системе единого времени.

7.5.2.5. После получения из баллистического центра величин отклонений "нормальных" точек на интервале осреднения 10с 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.

7.6. Определение погрешности измерений угловых координат.

7.6.1. В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИВЯФ 464413.004 РЭ подготовить КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") к работе в режиме измерения угловых координат.

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

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

7.6.4. 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.

7.6.5. С помощью специального программного обеспечения КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") 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).

7.6.6. С помощью специального программного обеспечения КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") рассчитать координаты КА для одних и тех же моментов времени как астрометрическим методом, так и методом прямого отсчета.

7.6.7. 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.

7.6.7.1. При использовании в качестве эталона орбиты КА.

Систематическая составляющая инструментальной погрешности определяется по следующим формулам.

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

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

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

A_{i0} , D_{i0} – эталонные угловые координаты КА;

N – количество измерений.

Величины δ_a , δ_d не должны превышать 2 угл.с.

Среднеквадратическое отклонение случайной составляющей инструментальной погрешности определяется по следующим формулам.

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

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

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

Величины σ_a , σ_d не должны превышать 2 угл.с.

7.6.7.2. 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 угл.с.

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 раstra.

Величины σ_a, σ_d не должны превышать 2 угл.с.

7.7. Определение погрешности фотометрических измерений.

7.7.1. В соответствии с "Руководством по эксплуатации" ИВЯФ 464413.004 РЭ подготовить КОС 14Ц25 ("Сажень-Т") к работе в режиме фотометрических измерений.

7.7.2. Поочередно вывести в рабочую область узкого поля (УП) не менее 6 каталожных звезд с площадки при УМ $> 60^\circ$ 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.

7.7.3. Провести измерения на площадках при угле места (УМ) равном $40^\circ, 20^\circ$ примерно при том же значении азимута. На каждой площадке измеряются не менее 3 звезд в диапазоне не меньшем 11...9[m].

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

7.7.5. Для измерения звезд сравнения, имитирующих блеск КА, выбрать не менее 3-х звездных площадок на УМ = $20^\circ, 40^\circ, 80^\circ$. Они должны отличаться по азимуту от площадок в п.6.5.2, 6.5.3 не более чем на 10° . 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 сек.

7.7.6. 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.

7.7.7. 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].

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

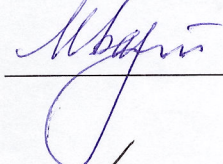
8.1. При проведении поверки ведутся протоколы измерений произвольной формы.

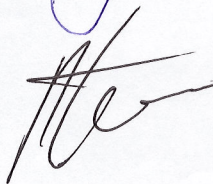
8.2. Положительные результаты поверки оформляются выдачей свидетельства о поверке установленной формы.

8.3. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности.

От НИИ ПП

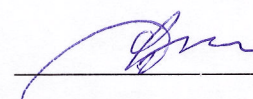
Начальник отдела


М.В.Барышников

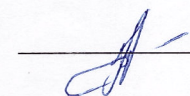

В.Б.Будзаков

От 32 ГНИИ МО РФ

Начальник отдела


В.П.Дмитриев

Начальник лаборатории


А.Н.Щипунов