**СОГЛАСОВАНО**
**Руководитель ГЦИ СИ -**
**Заместитель директора ФГУП «ВНИИОФИ»**
**_____Н.П.Муравская**
**«02» 07 _____2008 г.**

| | |
|---|---|
| Комплекс измерительный «Камелия» | Внесен в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № 38477-08 |

Изготовлен по технической документации ФГУП «РНИИ КП», зав. № 01.

## НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Комплекс измерительный «Камелия» зав. №01, в дальнейшем по тексту – комплекс, предназначенный для радиометрической калибровки монохроматического осветителя, диффузного осветителя и многозональных сканирующих устройств (МСУ) в диапазоне длин волн от 0,4 до 2,5 мкм.

## ОПИСАНИЕ

Измерительный комплекс " Камелия "предназначен для метрологической калибровки и поверки протяженных источников, использующихся для градуировки спектрорадиометров дистанционного зондирования, например, таких, как МСУ, в единицах спектральной плотности энергетической яркости, а также для метрологической калибровки самих спектрорадиометров с помощью входящих в состав комплекса поверенных протяженных источников.

Основными узлами комплекса являются:

– монохроматический осветитель, предназначенный для определения относительной спектральной чувствительности различных каналов калибруемых спектрорадиометров;

– диффузный протяженный (диффузный шаровой) осветитель сплошного спектра, предназначенный для определения абсолютной интегральной чувствительности каналов спектрорадиометра;

– эталонный излучатель (рабочий эталон 1-го разряда) для передачи единицы спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) диффузному шаровому осветителю.

– эталонные приемники излучения (рабочие эталоны 1-го разряда) для определения спектрального состава монохроматического осветителя;

– белый осветитель для определения нелинейности электронных трактов калибруемых спектрорадиометров;

– компаратор, осуществляющий сравнение излучения от диффузного и монохроматического осветителей с известным излучением эталонного излучателя;

– пульт измерения и управления, включающий в себя системы питания, контроля и измерения.

Поверка протяженных источников по спектральной плотности энергетической яркости в диапазоне длин волн от 0,4 до 2,5 мкм производится методом сличения исследуемых осветителей с эталонным излучателем с помощью компаратора. Эталонным излучателем является светоизмерительная лампа типа ТРУ1100-2350, поверенная по Государственному первичному эталону спектральной плотности энергетической яркости в соответствии с поверочной схемой ГОСТ 8.195-89.

Спектральный состав монохроматического осветителя определяется методом прямых измерений с помощью эталонных приемников излучения, поверенных по относительной спектральной чувствительности по Государственному первичному эталону в соответствии с поверочной схемой ГОСТ 8.195-89.

Монохроматический осветитель, состоящий из светоизмерительной лампы накаливания, монохроматора типа МДР-23 и сферического зеркала с фокусным расстоянием 1402,5 мм, в фокальной плоскости которого находится выходная щель монохроматора, создает параллельный пучок монохроматического излучения диаметром 230 мм. При определении метрологических характеристик монохроматического осветителя перед выходной щелью монохроматора устанавливается фотоприемник. В качестве фотоприемника в комплексе используется фотодиод типа SZU1337-1010BR в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм и охлаждаемый приемник излучения на основе PbS в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм. По значению выходного сигнала, известным значениям относительной спектральной чувствительности фотоприемника и спектрального коэффициента отражения зеркал рассчитывают относительное спектральное распределение излучения монохроматического осветителя. При калибровке многозонального сканирующего устройства (МСУ) отраженный сферическим зеркалом параллельный пучок направляется на него плоским поворотным зеркалам.

Диффузный осветитель включает в себя фотометрический шар, освещаемый с помощью двенадцати кварцевых галогенных ламп типа HLX 64623 100Вт-12В, и плоское поворотное зеркало. Лампы осветителя, благодаря диффузному отражению их излучения от внутренней поверхности фотометрического шара, создают равномерный поток излучения непрерывного спектра со световым диаметром 230 мм, который при помощи плоского зеркала направляется при определении метрологических характеристик осветителя на компаратор, при калибровке спектрорадиометров – на спектрорадиометр.

Компаратор включает в себя перестраиваемую оптическую систему из сферического и плоских поворотных зеркал, монохроматор типа МДР-23, на выходе которого устанавливается приемник излучения, мультиметр AGILENT 34401A и используется для сравнения диффузного осветителя со светоизмерительной лампой. По отношению выходных сигналов компаратора, создаваемых излучением от лампы и диффузного осветителя, и известной СПЭЯ лампы рассчитывают СПЭЯ диффузного осветителя.

Система управления, регистрации, электропитания и контроля электрических параметров осветителей включает в себя блоки питания, регистрирующие приборы и коммутирующее устройство, размещенные в пульте управления.

Питание осветителей и опорного источника света осуществляется от блоков питания GENH40-19 “Lambda”. Регистрация выходного сигнала фотодиода и контроль электрических параметров осветителей производится мультиметром AGILENT 34401A.

Управление включением и коммутацией сигнала от блоков питания к осветителю комплекса производится с пульта дистанционно. При нажатии кнопки на пульте управления осуществляется включение источника питания и подключение его к соответствующему осветителю.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

| | |
|---|---|
| Диапазон длин волн, мкм | 0,4 – 2,5 |
| Абсолютное значение спектральной плотности энергетической яркости диффузного осветителя на длине волны 0,98 мкм, Вт/ср·м$^3$, не менее | $3{,}8\times10^8$ |
| Пределы допускаемых доверительных границ суммарной относительной погрешности результата измерений абсолютного значения спектральной плотности энергетической яркости диффузного осветителя на длине волны 0,98 мкм, % | ± 9,0 |
| Пределы допускаемых доверительных границ суммарной относительной погрешности результата измерений относительного распределения спектральной плотности энергетической яркости диффузного осветителя, % | ±6,5 |
| Пределы допускаемых доверительных границ суммарной относительной погрешности измерений относительного спектрального распределения излучения монохроматического осветителя, % | ± 5,0 |
| Относительное спектральное распределение излучения монохроматического осветителя<br>в диапазоне длин волн от 0,4 до 0,8 мкм<br>в диапазоне длин волн от 0,8 до 1,4 мкм<br>в диапазоне длин волн от 1,4 до 2,5 мкм | <br>указано в таблице 1<br>указано в таблице 2<br>указано в таблице 3 |
| Относительное распределение спектральной плотности энергетической яркости диффузного осветителя | указано в таблице 4 |
| Рабочие условия использования:<br>- температура окружающего воздуха, °С<br>- относительная влажность, %<br>- атмосферное давление, кПа<br>- напряжение питающей сети, В<br>- частота переменного тока питающей сети, Гц | <br>20±5<br>65±15<br>96–104<br>220±22<br>50±0,5 |

Т а б л и ц а 1 – Относительное спектральное распределение излучения монохроматического осветителя в диапазоне длин волн от 0,4 до 0,8 мкм

| **λ, мкм** | $S^{отн}_{M_i}$ | **λ, мкм** | $S^{отн}_{M_i}$ | **λ, мкм** | $S^{отн}_{M_i}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **0,40** | 0,06 | **0,54** | 0,51 | **0,68** | 1,00 |
| **0,42** | 0,09 | **0,56** | 0,63 | **0,70** | 1,00 |
| **0,44** | 0,14 | **0,58** | 0,74 | **0,72** | 0,97 |
| **0,46** | 0,19 | **0,60** | 0,82 | **0,74** | 0,92 |
| **0,48** | 0,28 | **0,62** | 0,78 | **0,76** | 0,84 |
| **0,50** | 0,36 | **0,64** | 0,90 | **0,78** | 0,76 |
| **0,52** | 0,41 | **0,66** | 0,98 | **0,80** | 0,68 |

Т а б л и ц а 2 – Относительное спектральное распределение излучения монохроматического осветителя в диапазоне длин волн от 0,8 до 1,4 мкм

| **λ, мкм** | $S_{M_i}^{отн}$ | **λ, мкм** | $S_{M_i}^{отн}$ | **λ, мкм** | $S_{M_i}^{отн}$ | **λ, мкм** | $S_{M_i}^{отн}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0,80** | 0,07 | **0,96** | 0,39 | **1,12** | 0,91 | **1,28** | 1,00 |
| **0,82** | 0,08 | **0,98** | 0,45 | **1,14** | 0,93 | **1,30** | 0,97 |
| **0,84** | 0,10 | **1,00** | 0,49 | **1,16** | 0,97 | **1,32** | 0,93 |
| **0,86** | 0,11 | **1,02** | 0,62 | **1,18** | 1,00 | **1,34** | 0,91 |
| **0,88** | 0,15 | **1,04** | 0,72 | **1,20** | 0,99 | **1,36** | 0,74 |
| **0,90** | 0,20 | **1,06** | 0,78 | **1,22** | 0,98 | **1,38** | 0,72 |
| **0,92** | 0,26 | **1,08** | 0,84 | **1,24** | 0,98 | **1,40** | 0,80 |
| **0,94** | 0,32 | **1,10** | 0,91 | **1,26** | 1,00 | | |

Т а б л и ц а 3 – Относительное спектральное распределение излучения монохроматического осветителя в диапазоне длин волн от 1,4 до 2,5 мкм

| **λ, мкм** | $S_{M_i}^{отн}$ | **λ, мкм** | $S_{M_i}^{отн}$ | **λ, мкм** | $S_{M_i}^{отн}$ | **λ, мкм** | $S_{M_i}^{отн}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1,40** | 0,32 | **1,68** | 0,61 | **1,96** | 0,90 | **2,24** | 0,82 |
| **1,42** | 0,34 | **1,70** | 0,65 | **1,98** | 0,90 | **2,26** | 0,78 |
| **1,44** | 0,35 | **1,72** | 0,70 | **2,00** | 0,99 | **2,28** | 0,76 |
| **1,46** | 0,36 | **1,74** | 0,71 | **2,02** | 0,92 | **2,30** | 0,75 |
| **1,48** | 0,34 | **1,76** | 0,73 | **2,04** | 0,90 | **2,32** | 0,74 |
| **1,50** | 0,35 | **1,78** | 0,72 | **2,06** | 0,91 | **2,34** | 0,72 |
| **1,52** | 0,34 | **1,80** | 0,72 | **2,08** | 0,92 | **2,36** | 0,70 |
| **1,54** | 0,39 | **1,82** | 0,72 | **2,10** | 0,92 | **2,38** | 0,69 |
| **1,56** | 0,43 | **1,84** | 0,69 | **2,12** | 0,92 | **2,40** | 0,69 |
| **1,58** | 0,46 | **1,86** | 0,75 | **2,14** | 0,92 | **2,42** | 0,76 |
| **1,60** | 0,48 | **1,88** | 0,81 | **2,16** | 0,93 | **2,44** | 1,00 |
| **1,62** | 0,50 | **1,90** | 0,75 | **2,18** | 0,93 | **2,46** | 0,95 |
| **1,64** | 0,53 | **1,92** | 0,84 | **2,20** | 0,87 | **2,48** | 0,95 |
| **1,66** | 0,56 | **1,94** | 0,90 | **2,22** | 0,85 | **2,50** | 0,97 |

Т а б л и ц а 4 – Относительное распределение спектральной плотности энергетической яркости диффузного осветителя в диапазоне длин волн от 0,4 до 2,5 мкм

| **λ, мкм** | $L_{Дi}^{отн}$ | **λ, мкм** | $L_{Дi}^{отн}$ | **λ, мкм** | $L_{Дi}^{отн}$ | **λ, мкм** | $L_{Дi}^{отн}$ | **λ, мкм** | $L_{Дi}^{отн}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0,40** | 0,07 | **0,84** | 0,78 | **1,28** | 0,78 | **1,72** | 0,10 | **2,16** | 0,01 |
| **0,42** | 0,11 | **0,86** | 0,77 | **1,30** | 0,75 | **1,74** | 0,09 | **2,18** | 0,01 |
| **0,44** | 0,15 | **0,88** | 0,81 | **1,32** | 0,71 | **1,76** | 0,08 | **2,20** | 0,01 |
| **0,46** | 0,19 | **0,90** | 0,81 | **1,34** | 0,68 | **1,78** | 0,07 | **2,22** | 0,01 |
| **0,48** | 0,25 | **0,92** | 0,85 | **1,36** | 0,56 | **1,80** | 0,06 | **2,24** | 0,01 |
| **0,50** | 0,31 | **0,94** | 0,85 | **1,38** | 0,51 | **1,82** | 0,05 | **2,26** | 0,01 |
| **0,52** | 0,37 | **0,96** | 0,89 | **1,40** | 0,51 | **1,84** | 0,04 | **2,28** | 0,01 |
| **0,54** | 0,42 | **0,98** | 0,88 | **1,42** | 0,47 | **1,86** | 0,04 | **2,30** | 0,01 |
| **0,56** | 0,49 | **1,00** | 0,90 | **1,44** | 0,44 | **1,88** | 0,03 | **2,32** | 0,01 |
| **0,58** | 0,54 | **1,02** | 0,99 | **1,46** | 0,41 | **1,90** | 0,02 | **2,34** | 0,01 |
| **0,60** | 0,60 | **1,04** | 0,98 | **1,48** | 0,39 | **1,92** | 0,02 | **2,36** | 0,01 |
| **0,62** | 0,64 | **1,06** | 0,99 | **1,50** | 0,37 | **1,94** | 0,02 | **2,38** | 0,01 |
| **0,64** | 0,69 | **1,08** | 1,00 | **1,52** | 0,38 | **1,96** | 0,02 | **2,40** | 0,01 |
| **0,66** | 0,71 | **1,10** | 0,99 | **1,54** | 0,37 | **1,98** | 0,02 | **2,42** | 0,01 |
| **0,68** | 0,76 | **1,12** | 0,95 | **1,56** | 0,34 | **2,00** | 0,02 | **2,44** | 0,01 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0,70** | 0,77 | **1,14** | 0,95 | **1,58** | 0,31 | **2,02** | 0,02 | **2,46** | 0,01 |
| **0,72** | 0,80 | **1,16** | 0,92 | **1,60** | 0,27 | **2,04** | 0,01 | **2,48** | 0,01 |
| **0,74** | 0,80 | **1,18** | 0,89 | **1,62** | 0,23 | **2,06** | 0,01 | **2,50** | 0,01 |
| **0,76** | 0,82 | **1,20** | 0,86 | **1,64** | 0,20 | **2,08** | 0,01 | | |
| **0,78** | 0,80 | **1,22** | 0,85 | **1,66** | 0,17 | **2,10** | 0,01 | | |
| **0,80** | 0,81 | **1,24** | 0,83 | **1,68** | 0,14 | **2,12** | 0,01 | | |
| **0,82** | 0,77 | **1,26** | 0,80 | **1,70** | 0,11 | **2,14** | 0,01 | | |

## ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации типографским способом.

## КОМПЛЕКТНОСТЬ

| Наименование | Обозначение | Количество, шт |
|---|---|---|
| Опорный источник света | ИЮ5.142.903 | 1 |
| Осветитель интегральный | ИЮ5.185.060 | 1 |
| Источник коллимированного света | ИЮ5.185.075 | 1 |
| Блок зеркал | ИЮ5.950.163 | 1 |
| Зеркало плоское | ИЮ5.950.171 | 2 |
| Зеркало сферическое | ИЮ5.952.078 | 1 |
| Зеркало сферическое | ИЮ5.952.079 | 1 |
| Зеркало | ИЮ5.954.084 | 1 |
| Столик приборный | ИЮ6.124.154 | 7 |
| Плита | ИЮ6.126.290 | 1 |
| Жгут | ИЮ4.970.242 | 6 |
| Образцовая катушка сопротивления Р310 | ТУ25-04-3368-78 | 1 |
| Монохроматор МДР-23 зав. № 800032 | ТУ3-3.1528-77 | 1 |
| Монохроматор МДР-23 зав. № 800030 | | 1 |
| Образцовая катушка сопротивления Р310 зав. № 007065 | ТУ25-04-3368-78 | 1 |
| Мультиметр AGILENT 34401A зав. № MY41052707 | регистрационный №16500-97 в Госреестре средств измерений РФ | 1 |
| Мультиметр AGILENT 34401A зав. № MY41038745 | | 1 |
| Блок питания GENH40-19 “Lambda” зав.№ LOC-546Z043-0010 | | 1 |
| Блок питания GENH40-19 “Lambda” зав.№ LOC-634Z045-0001 | | 1 |
| Блок питания GENH40-19 “Lambda” зав.№ LOC-541Z041-0010 | | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| ГМИЮ.676755.101 РЭ | Руководство по эксплуатации | 1 |
| Приложение к Руководству по эксплуатации | Методика поверки | 1 |

## ПОВЕРКА

Поверка комплекса осуществляется в соответствии с «Комплекс измерительный «Камелия». Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ ФГУП ВНИИОФИ в 2008 г. (Приложение к Руководству по эксплуатации).

Для поверки используют рабочий эталон I-го разряда (образцовое средство измерений I-го разряда по ГОСТ 8.195-89) единицы спектральной плотности энергетической яркости в диапазоне длин волн от 0,4 до 2,5 мкм, рабочие эталоны I-го разряда (образцовые средства измерений I-го разряда по ГОСТ 8.195-89) единицы относительной спектральной чувствительности в диапазонах длин волн от 0,4 до 1,0 мкм и от 1,0 до 2,5 мкм.

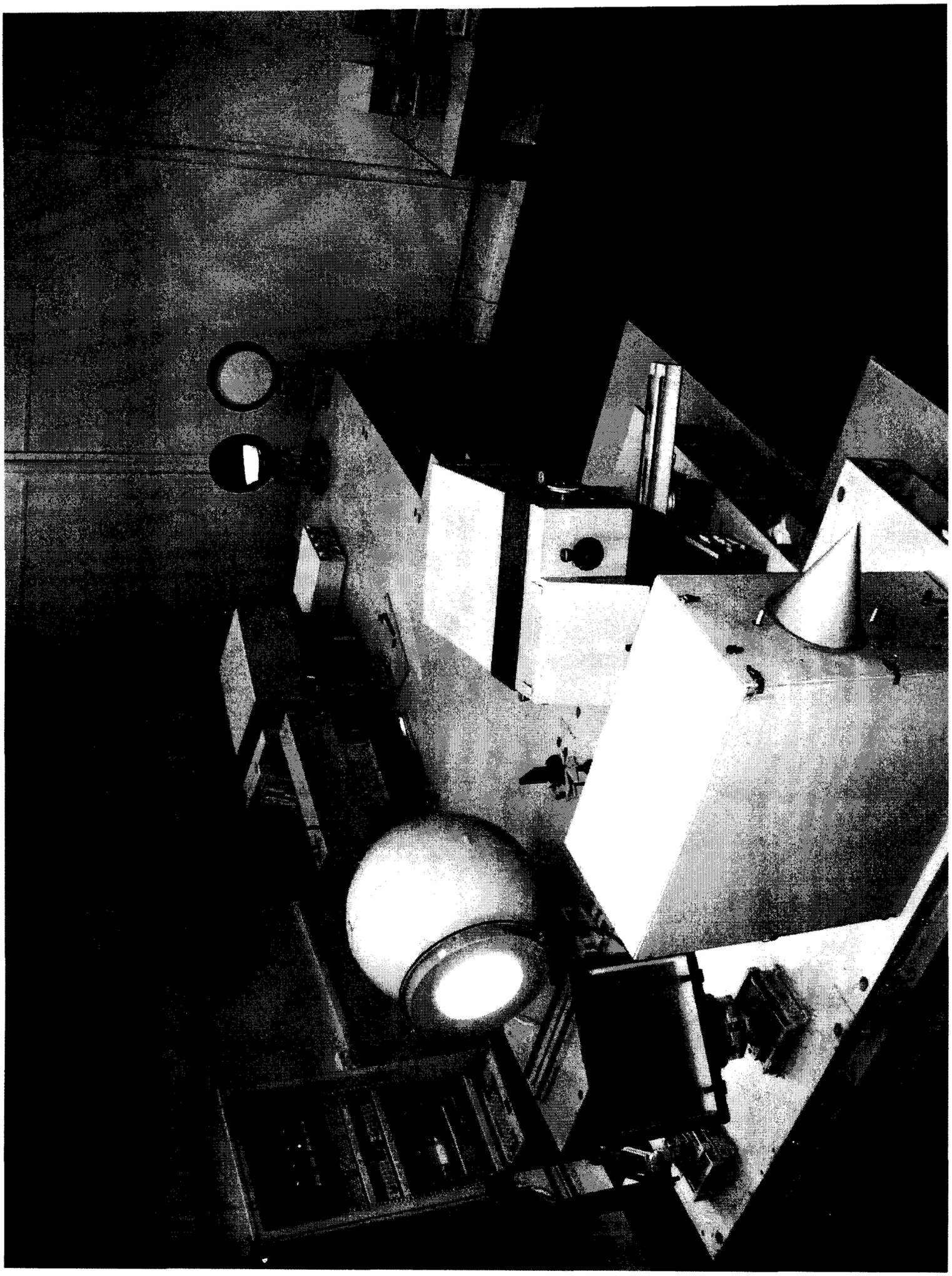
Межповерочный интервал – 1 год.

## НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 8.195-89. «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,25÷25,00 мкм; силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,2÷25,0 мкм».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип «Комплекс измерительный «Камелия»» зав. № 01 утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании, метрологически обеспечен в эксплуатации согласно Государственной поверочной схеме ГОСТ 8.195-89.

**Изготовитель:** ФГУП «РНИИ КП»
111250, г. Москва, ул. Авиамоторная, д.53
Тел. (495) 509-12-02
Факс (495) 509-12-00

Заместитель генерального
конструктора ФГУП «РНИИ КП» М.В.Новиков