МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
(Росстандарт)

ПРИКАЗ

29 декабря 2018 г. № 2815

Москва

Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм, спектральной плотности потока излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 2,5 мкм, энергетической освещенности и энергетической яркости монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм, спектральной плотности потока излучения возбуждения флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм и спектральной плотности потока излучения эмиссии флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,85 мкм

В соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений», Временным порядком разработки (пересмотра) и утверждения государственных поверочных схем, утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2017 г. № 1832, и на основании Плана разработки (пересмотра) и утверждения государственных поверочных схем на 2018 год, утвержденного приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2017 г. № 3021 (с изменениями, внесенными приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1342), п р и к а з ы в а ю:

1. Утвердить прилагаемую Государственную поверочную схему для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, силы излучения и энергетической освещенности

gost.e-ecolog.ru

в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм, спектральной плотности потока излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 2,5 мкм, энергетической освещенности и энергетической яркости монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм, спектральной плотности потока излучения возбуждения флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм и спектральной плотности потока излучения эмиссии флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,85 мкм (далее - ГПС).

2. Установить, что:

ГПС применяется для Государственного первичного эталона единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм (ГЭТ 86-2017), для вторичных и рабочих эталонов и средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, силы излучения и энергетической освещенности, спектральной плотности потока излучения, энергетической освещенности и энергетической яркости монохроматического излучения, спектральной плотности потока излучения возбуждения флуоресценции, спектральной плотности потока излучения эмиссии флуоресценции и вводится в действие с 30 апреля 2019 г.;

эталоны, аттестованные на соответствие ГОСТ 8.195-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм» (далее - ГОСТ 8.195-2013), или локальным поверочным схемам, применяются до даты окончания срока действия свидетельства об аттестации, выданного до ввода в действие ГПС;

эталоны, аттестованные на соответствие ГОСТ 8.195-2013, соответствующие по своим метрологическим характеристикам указанному разряду ГПС, подлежат периодической аттестации на соответствие ГПС не позднее срока окончания действия свидетельства об аттестации, в документы на эталоны вносятся соответствующие изменения;

эталоны, аттестованные на соответствие ГОСТ 8.195-2013, не соответствующие по своим метрологическим характеристикам указанному разряду ГПС, подлежат первичной аттестации не позднее срока окончания действия свидетельства об аттестации и утверждению в соответствии с ГПС;

эталоны, аттестованные на соответствие локальным поверочным схемам, подлежат первичной аттестации не позднее срока окончания действия свидетельства об аттестации и утверждению в соответствии с ГПС;

информация о прекращении применения эталонов по ГОСТ 8.195-2013 или локальным поверочным схемам или об изменении ГПС для эталонов, не требующих переутверждения, передается держателем эталона в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений после даты окончания срока действия свидетельства об аттестации.

3. Управлению технического регулирования и стандартизации (Д.А.Тощев) совместно с ФГУП «ВНИИОФИ» (А.С.Батурин) обеспечить прекращение применения в качестве национального стандарта Российской Федерации межгосударственного стандарта ГОСТ 8.195-2013.

4. ФГУП «ВНИИФТРИ» (С.И.Донченко) внести информацию об утверждении ГПС в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

5. Управлению метрологии (Д.В.Гоголев) обеспечить размещение информации об утверждении ГПС на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

6. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.

Заместитель Руководителя С.С. Голубев

Подлинник электронного документа, подписанного ЭП, хранится в системе электронного документооборота Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 00E1036EE32711E880E9E0071BFC5DD276
Кому выдан: Голубев Сергей Сергеевич
Действителен: с 08.11.2018 до 08.11.2019

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «29» декабря 2018 г. № 2815

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ, СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,2 ДО 25,0 МКМ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 2,5 МКМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,45 ДО 1,6 МКМ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 0,8 МКМ И СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ЭМИССИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 0,85 МКМ

1. Область применения

Настоящая государственная поверочная схема распространяется на средства измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ), спектральной плотности силы излучения (СПСИ), спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО), силы излучения (СИ) и энергетической освещенности (ЭО) непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм, средства измерений спектральной плотности потока излучения (СППИ), в том числе полного (СПППИ), в диапазоне длин волн от 0,25 до 2,5 мкм, средства измерений ЭО и энергетической яркости (ЭЯ) монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм, средства измерений спектральной плотности потока излучения (СППИ) возбуждения флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм и СППИ эмиссии флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,85 мкм и устанавливает порядок передачи единиц СПЭЯ – ватта на стерадиан-кубический метр Вт/(ср·м^3), СПСИ – ватта на стерадиан-метр Вт/(ср·м), СПЭО – ватта на кубический метр (Вт/м^3), СИ – ватта на стерадиан (Вт/ср), ЭО – ватта на квадратный метр (Вт/м^2), СППИ – ватта на метр (Вт/м), ЭО монохроматического излучения – ватта на квадратный метр (Вт/м^2), ЭЯ монохроматического излучения – ватта на стерадиан-квадратный метр Вт/(ср·м^2), СППИ возбуждения флуоресценции – ватта на метр (Вт/м), СППИ эмиссии флуоресценции СППИ – ватта на метр (Вт/м) от государственного первичного эталона единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин с помощью вторичных и рабочих эталонов средствам измерений с указанием погрешностей и основных методов поверки.

Поверочную схему возглавляет государственный первичный эталон единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм.

Поверочная схема состоит из трех частей и представлена в приложении А:

Часть 1. Средства измерения СПЭЯ, СПСИ, СПЭО и СПЭО и ЭО малых уровней.

Часть 2. Средства измерения СИ и ЭО.

Часть 3. Средства измерения СППИ, ЭО и ЭЯ монохроматического излучения, СППИ возбуждения и эмиссии флуоресценции.

2. Средства измерения СПЭЯ, СПСИ, СПЭО и СПЭО и ЭО малых уровней

2.1. Государственный первичный эталон

2.1.1. Государственный первичный эталон единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм (далее – первичный эталон) в части средств измерения СПЭЯ, СПСИ, СПЭО и СПЭО и ЭО малых уровней состоит из комплекса следующих средств измерений и специального оборудования:

2.1.1.1. Эталонная установка на основе высокотемпературной модели

черного тела (МЧТ) с регулируемой температурой от 1500 до 3200 К и спектрального компаратора для воспроизведения и передачи единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО в диапазоне длин волн от 0,2 до 2,5 мкм, включающая:

абсолютный криогенный радиометр;

МЧТ ВВ3500М с регулируемой температурой в диапазоне от 1500 до 3200 К для воспроизведения и передачи единиц СПЭЯ, СПСИ и СПЭО;

комплект эталонных источников излучения для хранения и передачи единиц СПЭЯ, СПСИ и СПЭО;

систему определения термодинамической температуры МЧТ ВВ3500М, включающую: высокотемпературные МЧТ на фазовых переходах металлоуглеродных соединений Co-C, Re-C и WC-C, радиационный термометр, трэп-детектор, фильтровый радиометр, систему измерения спектральной чувствительности к освещенности фильтрового радиометра;

спектральный компаратор на основе двойного дифракционного монохроматора, набора приемников излучения, фокусирующей оптики и интегрирующей сферы для передачи единиц СПЭЯ, СПСИ и СПЭО;

устройство позиционирования спектрального компаратора.

2.1.1.2. Эталонная установка на основе МЧТ ВВ-Cu с температурой фазового перехода плавления/затвердевания меди и спектрального компаратора для воспроизведения и передачи единиц СПЭЯ, СПСИ и СПЭО в диапазоне длин волн от 2,5 до 25,0 мкм, включающая:

модель черного тела ВВ-Cu с температурой фазового перехода плавления/затвердевания меди для воспроизведения и передачи единиц СПЭЯ, СПСИ и СПЭО;

спектральный компаратор на основе дифракционного монохроматора, набора приемников излучения и фокусирующей оптики для передачи единиц СПЭЯ, СПСИ и СПЭО.

2.1.2. Диапазоны значений СПЭЯ, СПСИ, СПЭО, в которых воспроизводятся единицы, приведены в таблице 1.

2.1.3. Первичный эталон обеспечивает воспроизведение единиц СПЭЯ, СПСИ и СПЭО с погрешностями и неопределенностями, приведенными в таблицах 2 – 7 в относительных единицах. Приняты следующие обозначения:

S_0 – среднее квадратическое отклонение (СКО) случайной погрешности результата измерений при воспроизведении;

θ_0 – доверительные границы неисключенной систематической погрешности (НСП) результата измерений при доверительной вероятности $p = 0{,}99$ ($k = 1{,}4$);

u_A и u_B – стандартные неопределенности результата измерений, оцененные по типу А и по типу В, соответственно;

u_c – суммарная стандартная неопределенность;

U_p- расширенная неопределенность для уровня доверия $p = 0{,}99$ ($k = 3$).

Таблица 1 - Диапазоны воспроизведения единиц СПЭЯ, СПСИ и СПЭО первичным эталоном ГЭТ 86-2017

Единица	Диапазон воспроизведения единицы	
	Спектральный диапазон от 0,2 до 2,5 мкм	Спектральный диапазон от 2,5 до 25,0 мкм
СПЭЯ	от $1{,}0\cdot10^{5}$ до $1{,}4\cdot10^{12}$ Вт/(ср·м^3)	от $2{,}4\cdot10^{7}$ до $1{,}7\cdot10^{10}$ Вт/(ср·м^3)
СПСИ	от $1{,}0\cdot10^{2}$ до $2{,}4\cdot10^{8}$ Вт/(ср·м)	от $4{,}1\cdot10^{3}$ до $3{,}1\cdot10^{6}$ Вт/(ср·м)
СПЭО	от $1{,}0\cdot10^{2}$ до $1{,}0\cdot10^{9}$ Вт/м^3	от $4{,}1\cdot10^{3}$ до $3{,}1\cdot10^{6}$ Вт/м^3

Таблица 2 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единицы СПЭЯ в диапазоне длин волн от 0,2 до 2,5 мкм.

Длина волны, мкм	Погрешности		Неопределенности			
	S_0, %	θ_0, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
0,2	0,14	0,91	0,14	0,37	0,40	1,20
0,22	0,12	0,85	0,12	0,35	0,37	1,11
0,25	0,11	0,71	0,11	0,29	0,31	0,93
0,35	0,08	0,50	0,08	0,20	0,22	0,66
0,5	0,05	0,33	0,05	0,13	0,14	0,42
0,9	0,03	0,23	0,03	0,10	0,10	0,30
1,0	0,03	0,21	0,03	0,09	0,09	0,27
2,5	0,01	0,14	0,01	0,06	0,06	0,18

Таблица 3 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единицы СПСИ в диапазоне длин волн от 0,2 до 2,5 мкм.

Длина волны, мкм	Погрешности		Неопределенности			
	S_0, %	θ_0, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
0,2	0,14	0,92	0,14	0,38	0,40	1,20
0,22	0,12	0,86	0,12	0,35	0,37	1,11
0,25	0,11	0,72	0,11	0,30	0,32	0,95
0,35	0,08	0,51	0,08	0,21	0,22	0,66
0,5	0,05	0,35	0,05	0,14	0,15	0,45
0,9	0,03	0,26	0,03	0,11	0,11	0,33
1,0	0,03	0,25	0,03	0,10	0,11	0,33
2,5	0,01	0,19	0,01	0,08	0,08	0,24

Таблица 4 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единицы и СПЭО в диапазоне длин волн от 0,2 до 2,5 мкм.

Длина волны, мкм	Погрешности		Неопределенности			
	S_0, %	θ_0, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
0,2	0,14	0,92	0,14	0,38	0,40	1,20
0,22	0,12	0,86	0,12	0,35	0,37	1,11
0,25	0,11	0,72	0,11	0,30	0,32	0,95
0,35	0,08	0,51	0,08	0,22	0,23	0,69
0,5	0,05	0,36	0,05	0,15	0,15	0,45
0,9	0,03	0,27	0,03	0,12	0,12	0,36
1,0	0,03	0,26	0,03	0,11	0,11	0,33
2,5	0,01	0,20	0,01	0,08	0,08	0,24

Таблица 5 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единицы СПЭЯ в диапазоне длин волн от 2,5 до 25,0 мкм.

Длина волны, мкм	Погрешности		Неопределенности			
	S_0, %	θ_0, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
2,5	0,02	0,12	0,02	0,05	0,05	0,15
5,0	0,02	0,10	0,02	0,04	0,05	0,15
10,0	0,01	0,07	0,01	0,03	0,04	0,12
15,0	0,01	0,07	0,01	0,03	0,04	0,12
25,0	0,01	0,07	0,01	0,03	0,04	0,12

Таблица 6 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единицы СПСИ в диапазоне длин волн от 2,5 до 25,0 мкм.

Длина волны, мкм	Погрешности		Неопределенности			
	S_0, %	θ_0, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
2,5	0,02	0,27	0,02	0,11	0,11	0,33
5,0	0,02	0,27	0,02	0,11	0,11	0,33
10,0	0,01	0,27	0,01	0,11	0,11	0,33
15,0	0,01	0,27	0,01	0,11	0,11	0,33
25,0	0,01	0,27	0,01	0,11	0,11	0,33

Таблица 7 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единицы СПЭО в диапазоне длин волн от 2,5 до 25,0 мкм.

Длина волны, мкм	Погрешности		Неопределенности			
	S_0, %	θ_0, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
2,5	0,02	0,27	0,02	0,11	0,12	0,36
5,0	0,02	0,27	0,02	0,11	0,11	0,33
10,0	0,01	0,27	0,01	0,11	0,11	0,33
15,0	0,01	0,27	0,01	0,11	0,11	0,33
25,0	0,01	0,27	0,01	0,11	0,11	0,33

Для обеспечения воспроизведения единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО с указанной точностью должны быть соблюдены правила содержания и применения государственного первичного эталона, утвержденные в установленном порядке.

2.1.4. Государственный первичный эталон применяют для передачи единиц вторичным эталонам методом непосредственного сличения.

2.2. Вторичные эталоны

2.2.1. В качестве вторичных эталонов единиц СПЭЯ в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{12}$ Вт/(ср·м^3), СПСИ в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт/(ср·м), СПЭО в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт/м^3 в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм или на отдельных участках диапазона используют комплексы, состоящие из излучателей (групп переменного состава ламп накаливания, газоразрядных ламп, светоизлучающих диодов, моделей черного тела, диффузных источников), компаратора и системы регистрации.

2.2.2. Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО с первичным эталоном не превышают значений, указанных в таблице 8 в относительных единицах.

Таблица 8 – Относительные средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО с первичным эталоном, пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов СПЭЯ, СПСИ, СПЭО, пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений СПЭЯ, СПСИ, СПЭО.

Длина волны излучения, мкм	$S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов, %	Δ_o рабочих эталонов 1-го разряда, %	Δ_o рабочих средств измерения, %, поверяемых по	
			вторичным эталонам	рабочим эталонам
0,2	3,0	8,0	11,0	13,0
0,22	2,5	5,0	9,5	12,0
0,25	2,0	4,0	7,0	10,0
0,35	1,2	3,8	6,5	7,0
0,5	0,6	2,0	4,0	4,5
0,9	0,55	1,7	3,0	3,5
1,0	0,5	1,8	3,0	3,5
2,5	1,0	3,0	5,0	6,0
5,0	1,5	4,0	6,0	8,0
10,0	1,8	5,0	8,0	10,0
15,0	2,2	6,0	9,0	12,0
25,0	2,5	8,0	11,0	16,0

2.2.3. В качестве вторичных эталонов единиц СПСИ и СПЭО малых уровней используют комплексы, состоящие из излучателей (групп переменного состава ламп накаливания, светоизлучающих диодов, моделей черного тела) в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/(ср·м), от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/м^3, соответственно, в диапазоне длин волн от 0,32 до 1,20 мкм, компаратора и системы регистрации.

2.2.4. Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов единиц СПСИ и СПЭО малых уровней с первичным эталоном составляют от 1 до 2 %.

2.2.5. В качестве вторичных эталонов единицы ЭО малых уровней в диапазоне измерений от $5 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-7}$ Вт/м^2 в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,10 мкм используют комплексы, состоящие из излучателей (групп переменного состава светоизмерительных ламп, светоизлучающих диодов, моделей черного тела), компаратора и системы регистрации.

2.2.6. Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов единицы ЭО малых уровней с первичным эталоном составляют от 1,5 до 3,0 %.

2.2.7. Вторичные эталоны применяют для передачи единиц рабочим эталонам 1-го разряда и высокоточным средствам измерений методом прямых измерений и сличением с помощью компаратора (спектрометра).

2.3. Рабочие эталоны

2.3.1. В качестве рабочих эталонов единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^{4}$ до $1 \cdot 10^{12}$ Вт/(ср·м^3), от $1 \cdot 10^{2}$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт/(ср·м), от $1 \cdot 10^{2}$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт/м^3, соответственно, в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм или на отдельных его участках используют излучатели (лампы накаливания, газоразрядные лампы, светоизлучающие диоды, модели черного тела, диффузные источники), приемники излучения (спектрорадиометры, полихроматоры, яркомеры, фотометры и т.п.) с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

2.3.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО не превышают значений, указанных в таблице 8.

2.3.3. В качестве рабочих эталонов единиц СПСИ и СПЭО малых уровней в диапазоне длин волн от 0,32 до 1,20 мкм используют излучатели (лампы накаливания, светоизлучающие диоды, радиолюминесцентные излучатели, модели черного тела) в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/(ср·м) и от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/м^3, соответственно, и приемники излучения с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/(ср·м) и от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/м^3 , соответственно.

2.3.4. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов единиц СПСИ и СПЭО малых уровней составляют от 4 до 7 %.

2.3.5. В качестве рабочих эталонов единицы ЭО малых уровней в

диапазонах измерений от $5 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-7}$ Вт/м^2 в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,10 мкм используют приёмники излучения и излучатели (светоизмерительные лампы, светоизлучающие диоды, модели черного тела) с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

2.3.6. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов единицы ЭО малых уровней составляют от 5 до 12 %.

2.3.7. Рабочие эталоны применяют для передачи единиц средствам измерений методом прямых измерений и сличением с помощью компаратора.

2.4. Средства измерений

2.4.1. В качестве средств измерений СПЭЯ, СПСИ, СПЭО в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^{4}$ до $1 \cdot 10^{12}$ Вт/(ср·м^3), от $1 \cdot 10^{2}$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт/(ср·м), от $1 \cdot 10^{2}$ до $5 \cdot 10^{10}$ Вт/м^3, соответственно используют излучатели (лампы накаливания, газоразрядные лампы, полостные лампы, светоизлучающие диоды, модели черного тела, диффузные источники), приемники излучения (спектрорадиометры, полихроматоры, яркомеры, фотометры и т.п)

2.4.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений СПЭЯ, СПСИ, СПЭО не превышают значений, указанных в таблице 8.

2.4.3. В качестве средств измерений СПСИ и СПЭО малых уровней в диапазоне длин волн от 0,32 до 1,20 мкм в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/(ср·м), от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/м^3, соответственно используют излучатели (лампы накаливания, светоизлучающие диоды, радиолюминесцентные излучатели, модели черного тела), в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/(ср·м), от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{3}$ Вт/м^3, соответственно, используют приемники излучения.

2.4.4. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений СПСИ и СПЭО малых уровней составляют от 6 до 10 % при передаче единиц от вторичных эталонов и от 8 до 16 % при передаче единиц от рабочих эталонов.

2.4.5. В качестве средств измерений ЭО малых уровней в диапазонах измерений от $5 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-7}$ Вт/м^2 в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,10 мкм используют приёмники излучения и излучатели (светоизмерительные лампы, светоизлучающие диоды, модели черного тела).

2.4.6. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений ЭО малых уровней составляют от 6 до 12 % при передаче единиц от вторичных эталонов и от 8 до 16 % при передаче единиц от рабочих эталонов.

3. Средства измерения СИ и ЭО

3.1. Государственный первичный эталон

3.1.1. Государственный первичный эталон единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм в части средств измерения СИ и ЭО состоит из комплекса следующих средств

измерений и специального оборудования:

3.1.1.1. Эталонная установка на основе абсолютного радиометра МАР-1 для воспроизведения и передачи единиц силы излучения (СИ) и энергетической освещенности (ЭО) в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм, включающая:

абсолютный радиометр МАР-1 с системой термостабилизации для воспроизведения и передачи размеров единиц силы излучения (СИ) и энергетической освещенности (ЭО);

комплект эталонных приемников излучения для передачи единиц СИ и ЭО;

систему слежения за Солнцем абсолютного радиометра МАР-1.

3.1.2. Диапазоны значений СИ и ЭО, в которых воспроизводятся единицы, приведены в таблице 9.

3.1.3. Первичный эталон обеспечивает воспроизведение единиц величин СИ и ЭО с погрешностями и неопределенностями, приведенными в таблице 10 в относительных единицах.

3.1.4. Государственный первичный эталон применяют для передачи единиц вторичным эталонам методами непосредственного сличения и сличения при помощи компаратора.

Таблица 9 - Диапазоны воспроизведения единиц СИ и ЭО первичным эталоном ГЭТ 86-2017

Единица	Диапазон воспроизведения единицы
СИ	от 10 до 100 Вт/ср в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм
ЭО	от 10 до 2000 Вт/м^2 в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм

Таблица 10 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единиц СИ и ЭО в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм.

Погрешности		Неопределенности			
S_0, %	θ_0, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
0,07	0,12	0,07	0,05	0,09	0,27

3.2. Вторичные эталоны

3.2.1. В качестве вторичных эталонов единицы ЭО солнечным излучением в диапазоне измерений от 400 до 1360 Вт/м^2 в диапазоне длин волн от 0,3 до 10,0 мкм используют комплексы, состоящие из неселективных

приемников излучения (полостных или с плоской приемной площадкой), системы слежения за Солнцем и системы регистрации.

3.2.2. Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов единицы ЭО солнечным излучением с первичным эталоном не превышают 0,2 %.

3.2.3. В качестве вторичных эталонов единиц СИ и ЭО в диапазонах измерений от 10 до 100 Вт/ср и от 10 до 2000 Вт/м^2, соответственно, в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм или на отдельных его участках используют комплексы, состоящие из неселективных приемников излучения (полостных или с плоской приемной площадкой), излучателей (групп светоизмерительных ламп, моделей черного тела) и систем контроля и регистрации.

3.2.4. Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов единиц СИ и ЭО с первичным эталоном составляют от 0,2 до 3,0 % на различных участках динамического диапазона.

3.2.5. В качестве вторичных эталонов единицы спектральной чувствительности приемников излучения в диапазонах измерений от 0,01 до 1,0 отн. ед., от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт, от 1 до $1 \cdot 10^{12}$ В/Вт, в диапазоне длин волн от 0,2 до 14,0 мкм или на отдельных его участках используют комплексы, состоящие из приемников излучения, спектрального компаратора и системы регистрации.

3.2.6. Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов спектральной чувствительности приемников излучения с первичным эталоном составляют от 0,3 до 1,5 %.

3.2.7. Вторичные эталоны применяют для передачи единиц рабочим эталонам 1-го разряда и средствам измерений методом прямых измерений, непосредственным сличением и сличением с помощью компаратора.

3.3. Рабочие эталоны

3.3.1. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда единицы ЭО солнечным излучением в диапазоне измерений от 400 до 1360 Вт/м^2 в диапазоне длин волн от 0,3 до 10,0 мкм используют актинометры и пиргелиометры.

3.3.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов 1-го разряда единицы ЭО солнечным излучением не превышают 1,3 %.

3.3.3. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда единиц СИ и ЭО в диапазонах измерений от 1 до 100 Вт/ср и от 1 до 2000 Вт/м^2, соответственно, в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм или на отдельных его участках используют излучатели (группы светоизмерительных ламп, моделей черного тела) и неселективные приёмники излучения (полостные или с плоской приемной площадкой) с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

3.3.4. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов 1-го разряда единиц СИ и ЭО составляют от 1 до 6 %.

3.3.5. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда единицы спектральной

чувствительности в диапазоне значений спектральной чувствительности от 0,01 до 1,0 отн. ед., от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт, от 1 до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт, от $1 \cdot 10^{-12}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ А/(Вт/м^2), от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{12}$ В/(Вт/м^2) в диапазоне длин волн от 0,2 до 14,0 мкм или на отдельных его участках используют приемники излучения с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

3.3.6. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов 1-го разряда спектральной чувствительности составляют от 0,6 до 8,5 %, относительной спектральной чувствительности – не превышают 8 %.

3.3.7. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда единицы относительного спектрального распределения плотности мощности излучения в диапазоне значений от 0,001 до 1,0 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,2 до 14,0 мкм или на отдельных его участках используют излучатели (монохроматические источники излучения с перестраиваемой длиной волны и т.п.) с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

3.3.8. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов 1-го разряда относительного спектрального распределения плотности мощности излучения не превышают 8 %.

3.3.9. Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для передачи единиц рабочим эталонам 2-го разряда и средствам измерений методами прямых измерений, непосредственным сличением и сличением с помощью компаратора.

3.3.10. В качестве рабочих эталонов 2-го разряда единицы ЭО солнечным излучением применяют актинометры в диапазоне измерений от 400 до 1100 Вт/м^2 в диапазоне длин волн от 0,3 до 10,0 мкм и пиранометры в диапазоне измерений от 400 до 1600 Вт/м^2 в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм.

3.3.11. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов 2-го разряда энергетической освещенности солнечным излучением не превышают 1,7 % для актинометров и 2,3 % для пиранометров.

3.3.12. Рабочие эталоны ЭО солнечным излучением 2-го разряда применяют для передачи единицы средствам измерений методом непосредственным сличением и сличением с помощью компаратора. В натурных условиях передача осуществляется непосредственным сличением с использованием естественного солнечного излучения, а в лабораторных условиях – сличение с помощью компаратора с использованием имитатора солнечного излучения. Актинометры в ранге рабочих эталонов 2-го разряда применяются для передачи единицы всем средствам измерений ЭО солнечным излучением. Пиранометры в ранге рабочих эталонов 2-го разряда применяются для передачи единицы только пиранометрам.

3.4. Средства измерений

3.4.1. В качестве средств измерений ЭО солнечным излучением используют актинометры в диапазоне измерений от 40 до 1100 Вт/м^2, балансомеры в диапазоне измерений от 10 до 1100 Вт/м^2 в диапазоне длин волн от 0,3 до 10,0 мкм, пиранометры в диапазоне измерений от 10 до 1600 Вт/м^2 в

диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм.

3.4.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений ЭО солнечным излучением составляют от 3 до 4 % для актинометров, от 10 до 20 % для балансомеров и от 6 до 11 % для пиранометров.

3.4.3. В качестве средств измерений СИ и ЭО в диапазонах измерений от 1 до 100 Вт/ср и 1 до 5000 Вт/м^2, соответственно, в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм или на отдельных его участках используют излучатели (светоизмерительные лампы, модели черного тела) и неселективные приемники излучения.

3.4.4. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений СИ и ЭО составляют от 1,5 до 8,0 % при передаче единицы от вторичных эталонов, и от 2 до 10 % при передаче единицы от рабочих эталонов 1-го разряда.

3.4.5. В качестве средств измерений спектральной чувствительности используют приемники излучения в диапазоне значений от 0,01 до 1,0 отн. ед., от $1\cdot10^{-6}$ до 10 А/Вт, от 1 до $1\cdot10^{16}$ В/Вт, от $1\cdot10^{-12}$ до $1\cdot10^{-3}$ А/(Вт/м^2), от $1\cdot10^{-6}$ до $1\cdot10^{12}$ В/(Вт/м^2) в диапазоне длин волн от 0,2 до 14,0 мкм или на отдельных его участках.

3.4.6. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений спектральной чувствительности при передаче единицы от вторичных эталонов составляют от 0,7 до 10,0 %, относительной спектральной чувствительности не превышают 9 %.

3.4.7. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений спектральной чувствительности при передаче единицы от рабочих эталонов составляют от 1 до 16 %, относительной спектральной чувствительности не превышают 15 %.

4. Средства измерения СППИ

4.1. Государственный первичный эталон

4.1.1. Государственный первичный эталон единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм в части средств измерения СППИ состоит из комплекса следующих средств измерений и специального оборудования:

4.1.1.1. Эталонная установка на основе гониометра и спектрорадиометра для воспроизведения и передачи единицы спектральной плотности полного потока излучения (СПППИ) в диапазоне длин волн от 0,3 до 1,1 мкм, включающая:

гониометр типа С с системой фотометрирования в координатах С-γ;

комплект эталонных источников излучения для воспроизведения и передачи единицы СПППИ;

измерительный блок, включающий интегрирующую сферу, спектрорадиометр и фотометр.

4.1.2. Диапазон значений СПППИ, воспроизводимых первичным

эталоном, составляет от $5 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^9$ Вт/м в диапазоне длин волн от 0,3 до 1,1 мкм.

4.1.3. Первичный эталон обеспечивает воспроизведение единицы СППЛИ с погрешностями и неопределенностями, приведенными в таблице 11 в относительных единицах.

4.1.4. Первичный эталон применяют для передачи единицы СППЛИ в диапазоне длин волн от 0,3 до 1,1 мкм вторичным эталонам методом сличением с помощью компаратора.

4.2. Вторичные эталоны

4.2.1. В качестве вторичных эталонов единицы СППЛИ в диапазонах измерений от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^9$ Вт/м в диапазоне длин волн от 0,3 до 1,1 мкм или на отдельных участках диапазона используют комплексы, состоящие из излучателей (ламп накаливания, газоразрядных ламп, светодиодных источников), компаратора и системы регистрации.

4.2.2. Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma 0}$ вторичных эталонов единицы СППЛИ с первичным эталоном не должны превышать значений, указанных в таблице 12.

4.2.3. Вторичные эталоны применяют для передачи единиц рабочим эталонам 1-го разряда и высокоточным средствам измерений методом сличением с помощью компаратора, или методом прямых измерений.

Таблица 11 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единицы СППЛИ

Длина волны, мкм	Погрешности		Неопределенности			
	S_0, %	$\theta_0(p)$, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
0,30	0,90	0,65	0,90	0,27	0,94	2,82
0,35	0,12	0,56	0,12	0,23	0,26	0,78
0,40	0,11	0,51	0,11	0,21	0,24	0,72
0,45	0,09	0,49	0,09	0,20	0,22	0,66
0,50	0,09	0,44	0,09	0,18	0,20	0,60
0,55	0,10	0,41	0,10	0,17	0,20	0,60
0,60	0,10	0,41	0,10	0,17	0,19	0,57
0,65	0,10	0,41	0,10	0,17	0,19	0,57
0,70	0,10	0,41	0,10	0,17	0,20	0,60
0,75	0,10	0,41	0,10	0,17	0,20	0,60
0,80	0,10	0,41	0,10	0,17	0,20	0,60
0,85	0,11	0,41	0,11	0,17	0,20	0,60
0,90	0,11	0,39	0,11	0,16	0,20	0,60
1,00	0,13	0,39	0,13	0,16	0,20	0,60
1,10	0,19	0,36	0,19	0,15	0,24	0,72

Таблица 12 – Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов единицы СППИ с первичным эталоном

Диапазон длин волн, мкм	$S_{\Sigma o}$, %
0,3 – 0,4	3,0
0,4 – 0,5	1,0
0,5 – 1,0	0,5
1,0 – 1,1	1,5

4.3. Рабочие эталоны

4.3.1. В качестве рабочих эталонов единицы СППИ в диапазонах измерений от 50 до $1 \cdot 10^9$ Вт/м в диапазоне длин волн от 0,25 до 2,5 мкм или на отдельных участках диапазона используют излучатели (лампы накаливания, газоразрядные лампы, светодиодные источники) и спектральные приемники излучения с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

4.3.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов единицы СППИ не должны превышать значений, указанных в таблице 13. В диапазонах длин волн от 0,25 до 0,3 мкм и от 1,1 до 2,5 мкм единица СППИ передается от вторичных эталонов СПЭО.

Таблица 13 – Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов единицы СППИ

Диапазон длин волн, мкм	Δ_o, %
0,25 – 0,40	6,0
0,40 – 0,50	3,0
0,50 – 1,0	2,0
1,0 – 1,5	3,0
1,5 – 2,5	6,0

4.3.7. Рабочие эталоны применяют для передачи единицы СППИ средствам измерений методом сличением с помощью компаратора или методом прямых измерений.

4.4. Средства измерений

4.4.1. В качестве средств измерений СППИ в диапазонах измерений от 25 до $3 \cdot 10^{10}$ Вт/м в диапазоне длин волн от 0,25 до 2,5 мкм или на отдельных участках диапазона используют излучатели (лампы накаливания, газоразрядные лампы, светодиодные источники) и спектральные приемники излучения с

комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры

4.4.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_0 средств измерений СППИ составляют от 2,2 до 6,5 % при передаче единицы от Государственного первичного эталона, от 2,5 до 7,0 % при передаче единицы от вторичных эталонов, и от 4 до 12 % при передаче единицы от рабочих эталонов.

5. Средства измерения ЭО и ЭЯ монохроматического излучения

5.1. Государственный первичный эталон

5.1.1. Государственный первичный эталон единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм в части средств измерения ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения состоит из комплекса следующих средств измерений и специального оборудования:

5.1.1.1. Эталонного диффузного монохроматического источника излучения с перестраиваемой длиной волны на основе «белого лазера», монохроматора и интегрирующей сферы для воспроизведения и передачи единиц энергетической освещенности (ЭО) и энергетической яркости (ЭЯ) монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,60 мкм, включающего:

лазерную систему WhiteLase Supercontinuum 400-4 («белый лазер»);

двойной дифракционный монохроматор;

интегрирующую сферу с прецизионной апертурной диафрагмой;

набор эталонных приемников излучения, оснащенных прецизионной апертурной диафрагмой;

линзы и зеркала для формирования оптических пучков;

оптическую обратную связь, включающую фотодатчик, усилитель и встроенный ПИД регулятор.

5.1.2. Диапазоны значений ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения, воспроизводимых первичным эталоном, составляют от $7{,}9 \cdot 10^{-6}$ до $1{,}9 \cdot 10^{-5}$ Вт/м^2 и от $2{,}1 \cdot 10^{-2}$ до $5{,}1 \cdot 10^{-2}$ Вт/(ср·м^2), соответственно, в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм.

5.1.3. Первичный эталон обеспечивает воспроизведение единиц ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения с погрешностями и неопределенностями, приведенными в таблицах 13 и 14 в относительных единицах.

5.1.4. Первичный эталон применяют для передачи единиц ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм вторичным эталонам сличением при помощи компаратора и/или методом прямых измерений.

Таблица 13 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единицы ЭО монохроматического излучения

Длина волны, мкм	Погрешности		Неопределенности			
	S_0, %	$\theta_0(p)$, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
0,45	0,87	0,46	0,87	0,19	0,89	2,67
0,50	0,85	0,62	0,85	0,26	0,89	2,66
0,55	0,82	0,62	0,82	0,26	0,86	2,58
0,60	0,80	0,62	0,80	0,26	0,84	2,52
0,65	0,80	0,53	0,80	0,22	0,83	2,49
0,70	0,84	0,53	0,84	0,22	0,87	2,60
0,80	0,85	0,53	0,85	0,22	0,88	2,63
0,90	0,87	0,53	0,87	0,22	0,90	2,69
1,0	0,87	0,53	0,87	0,22	0,90	2,69
1,1	0,92	0,46	0,92	0,19	0,94	2,82
1,2	0,92	0,46	0,92	0,19	0,94	2,82
1,3	0,94	0,46	0,94	0,19	0,96	2,88
1,4	0,94	0,46	0,94	0,19	0,96	2,88
1,6	0,95	0,46	0,95	0,19	0,97	2,91

Таблица 14 – Погрешности и неопределенности при воспроизведении единицы ЭЯ монохроматического излучения

Длина волны, мкм	Погрешности		Неопределенности			
	S_0, %	$\theta_0(p)$, %	u_A, %	u_B, %	u_c, %	U_p, %
0,45	0,87	0,48	0,87	0,20	0,89	2,68
0,50	0,85	0,64	0,85	0,26	0,89	2,67
0,55	0,82	0,64	0,82	0,26	0,86	2,58
0,60	0,80	0,64	0,80	0,26	0,84	2,53
0,65	0,80	0,55	0,80	0,23	0,83	2,49
0,70	0,84	0,55	0,84	0,23	0,87	2,61
0,80	0,85	0,55	0,85	0,23	0,88	2,64
0,90	0,87	0,55	0,87	0,23	0,90	2,70
1,0	0,87	0,55	0,87	0,23	0,90	2,70
1,1	0,92	0,48	0,92	0,20	0,94	2,82
1,2	0,92	0,48	0,92	0,20	0,94	2,82
1,3	0,94	0,48	0,94	0,20	0,96	2,88
1,4	0,94	0,48	0,94	0,20	0,96	2,88
1,6	0,95	0,48	0,95	0,20	0,97	2,91

5.2. Вторичные эталоны

5.2.1. В качестве вторичных эталонов единиц ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения в диапазонах измерений от $7{,}9\cdot10^{-6}$ до $1{,}9\cdot10^{-5}$ Вт/м^2 и от $2{,}1\cdot10^{-2}$ до $5{,}1\cdot10^{-2}$ Вт/(ср·м^2) в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм или на отдельных участках диапазона используют комплексы, состоящие из монохроматических излучателей, приемников излучения, компаратора и системы регистрации.

5.2.2. Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов единиц ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения с первичным эталоном составляют от 1,2 до 3,0 %.

5.2.3. Вторичные эталоны применяют для передачи единиц рабочим эталонам 1-го разряда и высокоточным средствам измерений сличением с помощью компаратора.

5.3. Рабочие эталоны

5.3.1. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда единиц ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения в диапазонах измерений от $7{,}9\cdot10^{-6}$ до $1{,}9\cdot10^{-5}$ Вт/м^2 и от $2{,}1\cdot10^{-2}$ до $5{,}1\cdot10^{-2}$ Вт/(ср·м^2) в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм или на отдельных участках диапазона используют комплексы, состоящие из монохроматического излучателя, приемника излучения, компаратора и системы регистрации.

5.3.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов 1-го разряда единиц ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения составляют от 2,8 до 8,0 %.

5.3.3. Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для передачи единиц средствам измерений методом сличением с помощью компаратора.

5.4. Средства измерений

5.4.1. В качестве рабочих средств измерений ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения используют излучатели в диапазонах измерений от $7{,}9\cdot10^{-6}$ до $1{,}9\cdot10^{-5}$ Вт/м^2 и от $2{,}1\cdot10^{-2}$ до $5{,}1\cdot10^{-2}$ Вт/(ср·м^2) в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм или на отдельных участках диапазона

5.4.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений ЭО монохроматического излучения и ЭЯ монохроматического излучения составляют от 3 до 8 % при передаче единицы от Государственного первичного эталона, от 3,5 до 8,5 % при передаче единицы от вторичных эталонов, и от 5 до 12 % при передаче единицы от рабочих эталонов.

6. Средства измерения СППИ возбуждения и эмиссии флуоресценции

6.1. Государственный первичный эталон

6.1.1. Государственный первичный эталон единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм в

части средств измерения СППИ возбуждения и эмиссии флуоресценции состоит из флуорометрической установки на основе спектрорадиометра, интегрирующей сферы и монохроматора для воспроизведения и передачи единицы СППИ возбуждения флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм и единицы СППИ эмиссии флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,85 мкм.

6.1.2. Первичный эталон воспроизводит СППИ возбуждения флуоресценции в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^5$ Вт/м со среднеквадратическим отклонением S_0 от 0,1 до 0,5 % и неисключенной систематической погрешностью θ_0 от 3,3 до 3,9 %, СППИ эмиссии флуоресценции в диапазоне от $1 \cdot 10^1$ до $5 \cdot 10^4$ со среднеквадратическим отклонением S_0 от 0,1 до 0,5 % и неисключенной систематической погрешностью θ_0 от 3,6 до 4,4 %

6.1.3. Первичный эталон применяют для передачи единиц СППИ возбуждения и эмиссии флуоресценции вторичному эталону методом прямых измерений.

6.2. Вторичный эталон

6.2.1. В качестве вторичного эталона СППИ возбуждения флуоресценции в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^5$ Вт/м в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм и СППИ эмиссии флуоресценции в диапазоне от $1 \cdot 10^1$ до $5 \cdot 10^4$ и в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,85 мкм используют спектрофлуориметр, состоящий из излучателя на основе ксеноновой лампы, монохроматоров каналов возбуждения и эмиссии, оптических элементов для фокусировки возбуждающего излучения на образец и сбора излучения флуоресценции, фотоприемников опорного и эмиссионного каналов.

6.2.2. Средние квадратические отклонения результатов сличений $S_{\Sigma o}$ вторичных эталонов флуоресценции с первичным эталоном составляют от 3,2 до 4,6 % для СППИ возбуждения и от 3,5 до 5,4 % для СППИ эмиссии.

6.2.3 Вторичный эталон применяют для передачи единиц СППИ эмиссии флуоресценции рабочим эталонам 1-го разряда.

6.3. Рабочие эталоны

6.3.1. В качестве рабочих эталонов СППИ возбуждения флуоресценции в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^5$ Вт/м в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм применяют фотоприемники на основе кремниевых фотодиодов, выполненные в форме имитаторов стандартной флуорометрической кюветы.

6.3.2 Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов 1-го разряда единиц СППИ возбуждения флуоресценции составляют от 5,0 до 7,5 %.

6.3.3. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда СППИ эмиссии флуоресценции в диапазоне от $1 \cdot 10^1$ до $5 \cdot 10^4$ и в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,9 мкм применяют меры флуоресценции на основе растворов флуорофоров, неорганических или органических стекол. Меры осуществляют передачу СППИ эмиссии флуоресценции на отдельных участках диапазона длин волн от 0,25 до

0,9 мкм в относительных единицах (нормирование относительно максимального значения СППИ на данном участке диапазона длин волн), а также энергетического выхода (эффективности) флуоресценции на длине волны, соответствующей максимуму СППИ эмиссии при заданной длине волны возбуждения.

6.3.4. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o рабочих эталонов 1-го разряда единиц СППИ эмиссии флуоресценции составляют от 5,5 до 9,3 %.

6.3.5. Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для передачи СППИ возбуждения и эмиссии флуоресценции средствам измерений.

6.4. Средства измерений

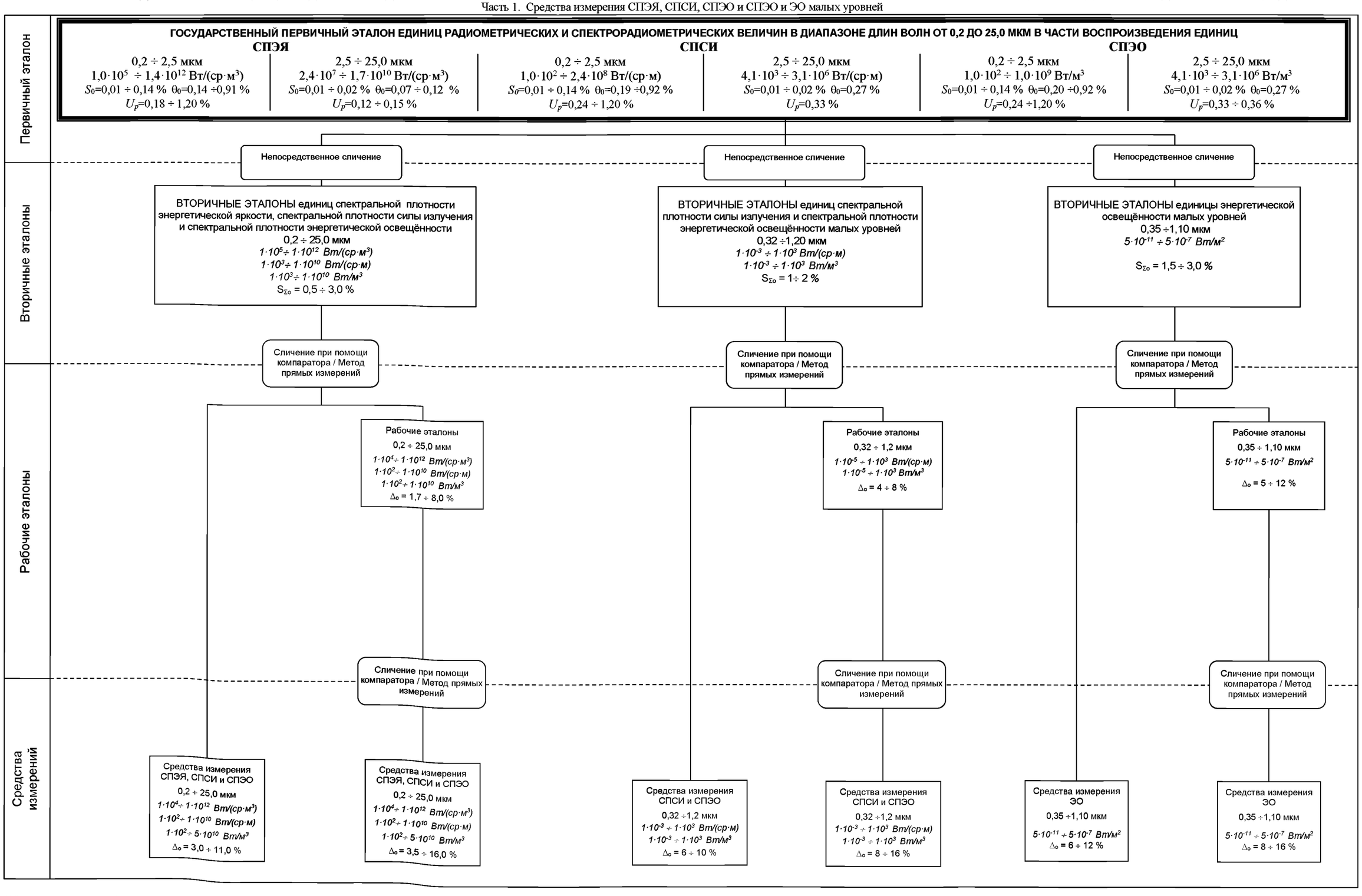
6.4.1. В качестве средств измерений СППИ эмиссии и возбуждения флуоресценции в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^5$ Вт/м в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм и в диапазоне от $1 \cdot 10^1$ до $5 \cdot 10^4$ в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,9 мкм, соответственно, используют флуориметры, спектрофлуориметры, микропланшетные флуоресцентные анализаторы и др. с диапазоном длин волн возбуждения от 0,25 мкм до 0,8 мкм и длин волн эмиссии от 0,25 до 0,9 мкм.

6.4.2. Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_o средств измерений составляют от 9 до 12,5 % для СППИ возбуждения и от 10 до 15 % для СППИ эмиссии.

Приложение А

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ, СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,2 ДО 25,0 МКМ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОЛНОГО ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,35 ДО 1,1 МКМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,45 ДО 1,6 МКМ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 0,8 МКМ И СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ЭМИССИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 0,85 МКМ

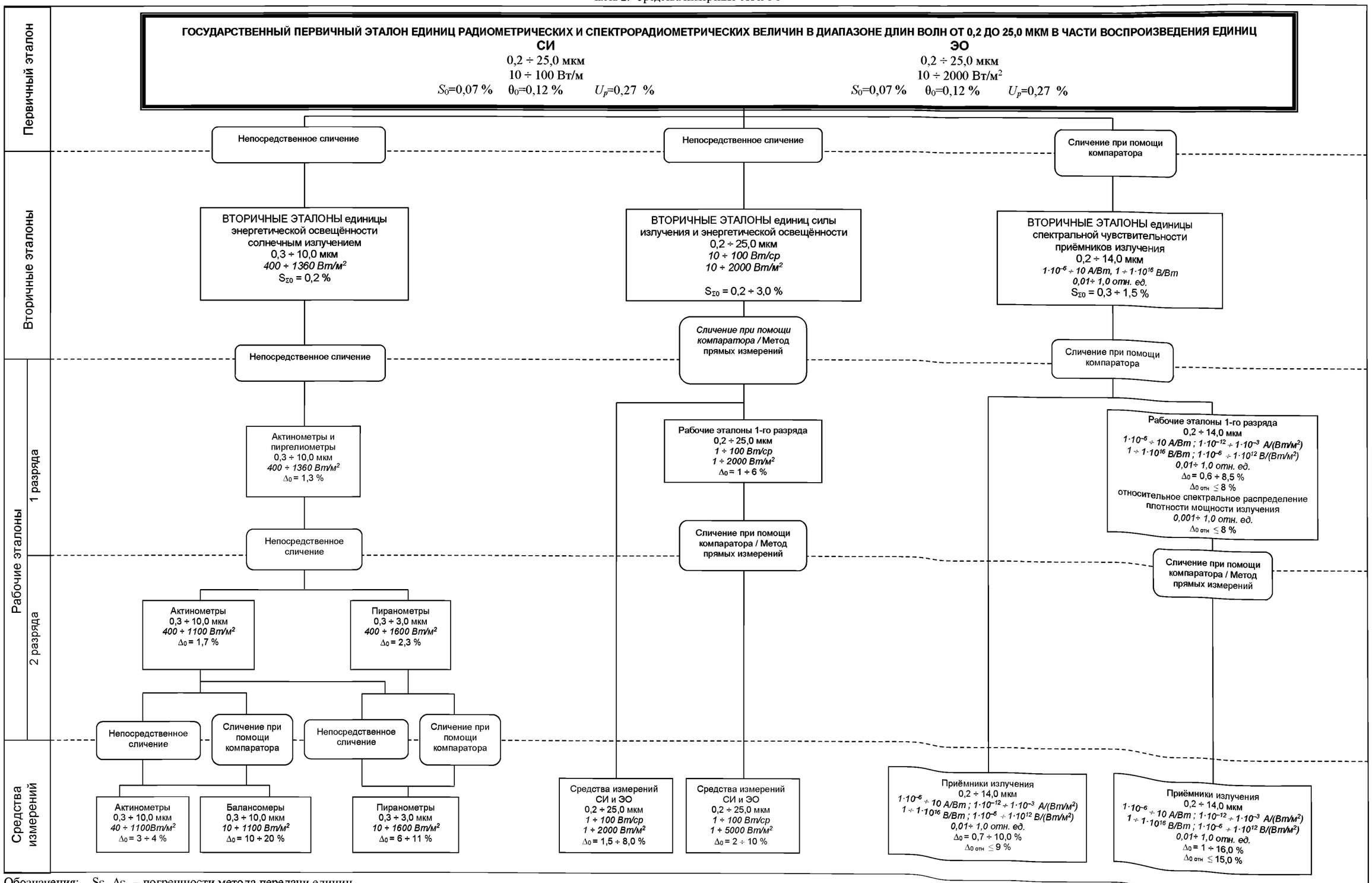
Часть 1. Средства измерения СПЭЯ, СПСИ, СПЭО и СПЭО и ЭО малых уровней



Обозначения: $S\varepsilon_o$ $\Delta\varepsilon_o$ – погрешности метода передачи единиц

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ, СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,2 ДО 25,0 МКМ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОЛНОГО ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,35 ДО 1,1 МКМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,45 ДО 1,6 МКМ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 0,8 МКМ И СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ЭМИССИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 0,85 МКМ

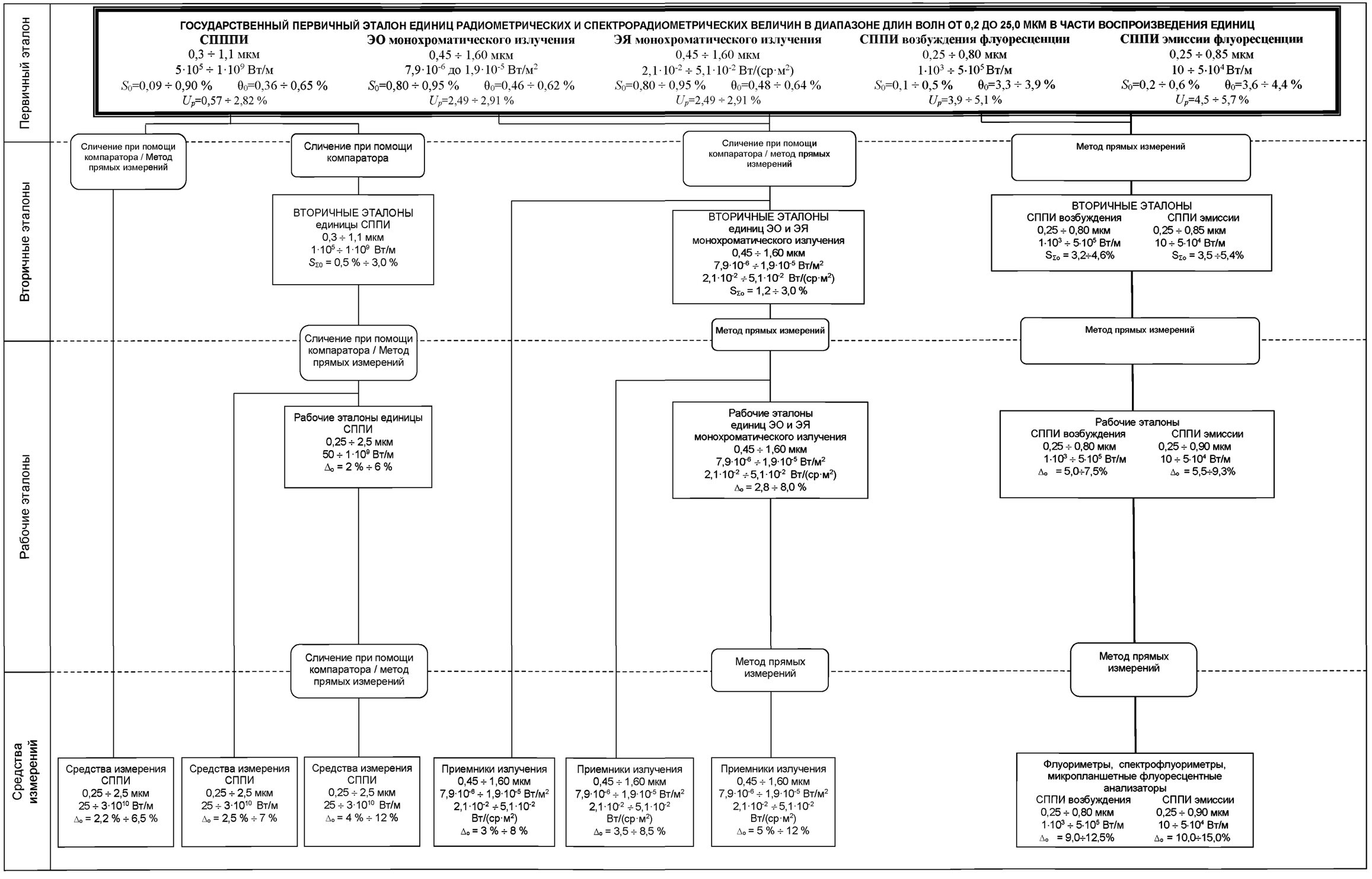
Часть 2. Средства измерения СИ и ЭО



Обозначения: $S\varepsilon_o$ $\Delta\varepsilon_o$ – погрешности метода передачи единиц

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ, СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,2 ДО 25,0 МКМ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 2,5 МКМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,45 ДО 1,6 МКМ, СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 0,8 МКМ И СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ЭМИССИИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,25 ДО 0,85 МКМ

Часть 3. Средства измерения СППИ, ЭО и ЭЯ монохроматического излучения, СППИ возбуждения и эмиссии флуоресценции



gost.e-ecolog.ru

Обозначения: $S\varepsilon_o$ $\Delta\varepsilon_o$ – погрешности метода передачи единиц