

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»



Е.А. Гаврилова

«24» апреля 2024 г.

**«ГСИ. Комплекс для измерений параметров источников света.
Методика поверки»**

МП 002.М4-23

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»


С.Н. Негода

«24» апреля 2024 г.

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на Комплекс для измерений параметров источников света (далее по тексту – комплекс), предназначенный для измерений углов, фотометрических, колориметрических и спектральных характеристик источников света (типа А и светодиодных), светильников и другого светотехнического оборудования, и устанавливает операции при проведении его первичной и периодических поверок.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к:

- ГЭТ 5-2012 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3460;

- ГЭТ 86-2017 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 21.11.2023 № 2414;

- ГЭТ 81-2023 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 07.08.2023 № 1556;

- ГЭТ 22-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482

Поверка комплекса выполняется методом прямых и косвенных измерений.

Метрологические характеристики комплекса указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений силы света, кд	от 0,01 до 100000
Диапазон измерений освещенности, лк	от 0,001 до 100000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы света и освещенности, %	± 5
Диапазон измерений светового потока, лм	от 1 до 150000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений светового потока, %	± 5
Диапазон измерений эффективной освещенности от импульсных источников света, лк	от 0,1 до 10000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений эффективной освещенности от импульсных источников света, %	± 5
Диапазон измерений спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО) в диапазоне длин волн от 350 до 1050 нм, Вт/м ³	от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^8$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО), %	± 5
Диапазон измерений силы излучения, Вт/ср	от 0,001 до 100
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы излучения, %	± 5
Диапазон измерений мощности (потока) излучения, Вт	от 0,1 до 1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности (потока) излучения, %	± 5
Диапазон измерений координат цветности: x y	от 0,0040 до 0,7347 от 0,0048 до 0,8338
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат цветности	$\pm 0,0040$
Диапазон измерений коррелированной цветовой температуры, К	от 2000 до 10000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коррелированной цветовой температуры, К	± 100
Диапазон измерений углов поворота гониометра в плоскостях С, γ	от 0° до 360°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов поворота гониометра в плоскостях С, γ	$\pm 0,1^\circ$

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки комплекса должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

№ п/п.	Наименование операции	Обязательность выполнения операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной поверке	периодической поверке	
1	Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
3	Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
4	Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
5	Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений силы света и освещенности	Да	Да	10.1
6	Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений светового потока	Да	Да	10.2
7	Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений эффективной освещенности от импульсных источников света	Да	Да	10.3
8	Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО) в диапазоне длин волн от 350 до 1050 нм	Да	Да	10.4
9	Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений силы излучения	Да	Да	10.5
10	Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений мощности (потока) излучения	Да	Да	10.6
11	Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений координат цветности и коррелированной цветовой температуры	Да	Да	10.7
12	Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений углов поворота гониометра в плоскостях C, γ	Да	Да	10.8
13	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 Поверку комплекса осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

2.3 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2.4 Допускается проведение поверки отдельных автономных блоков из состава средства измерений:

- Гониофотометр GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800;
- Интегрирующая сфера GL OPTI SPHERE 205.

Первичная (периодическая) поверка, проводится на основании письменного заявления владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, оформленного в произвольной форме.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от +19 до +23
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику и руководства по эксплуатации комплекса и средств поверки;
- имеющие квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ № 903н от 15.12.2020;
- прошедшие полный инструктаж по технике безопасности;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемым видам измерений.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодических поверок должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки комплекса

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15°C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более 0,5 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 85 % с абсолютной погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег. номер 32014-06

Продолжение таблицы 3

<p>п. 10.1 Определение метрологических характеристик</p>	<p>Эталоны силы света и освещенности непрерывного излучения, не ниже уровня Рабочего эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3460 Номинальные значения силы света 35, 100, 500, 1000 и 1500 кд; диапазон измерений освещенности от 1 до $1 \cdot 10^5$ лк. Пределы допускаемых относительных погрешностей от 0,4 до 2,5 %</p>	<p>Государственный вторичный эталон единиц силы света непрерывного излучения в диапазоне от 1 до 500 кд и освещенности непрерывного излучения в диапазоне от 1 до $1 \cdot 10^5$ лк. рег. номер: 2.1.ZZA.0012.2015, (далее – ВЭТ СС и О) Вспомогательное оборудование: Лазерный дальномер Leica DISTO X3 рег. номер 74357-19</p>
<p>п. 10.2 Определение метрологических характеристик</p>	<p>Эталоны светового потока непрерывного излучения, не ниже уровня Рабочего эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3460 Номинальные значения светового потока 10, 50, 150, 500, 1500 и 3500 лм Пределы допускаемых относительных погрешностей от 1 до 3 %</p>	<p>Государственный вторичный эталон единицы светового потока непрерывного излучения в диапазоне от 8 до 2300 лм; рег. номер: 2.1.ZZA.0021.2015, (далее – ВЭТ СП)</p>
<p>п. 10.3 Определение метрологических характеристик</p>	<p>Эталоны силы света и освещенности импульсного излучения, не ниже уровня Рабочего эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3460 в диапазоне измерений: - коэффициента пульсации освещенности от 1 до 100 %; - освечивания от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^4$ кд·с и от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^3$ лк·с. Пределы допускаемых относительных погрешностей от 2 до 5 %</p>	<p>Государственный вторичный эталон единиц силы света и освещенности импульсного излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^4$ кд для силы света и от 1 до 100 % для коэффициента пульсации освещенности; рег. номер: 2.1.ZZA.0013.2015; (далее – ВЭТ Пульсации):</p>

Продолжение таблицы 3

<p>п. 10.4 Определение метрологических характеристик</p>	<p>Эталоны единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещённости, не ниже уровня Рабочего эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21.11.2023 № 2414 в диапазоне измерений СПЭО от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт/м³. Пределы допускаемых относительных погрешностей от 1,5 до 5,0 %</p>	<p>Государственный вторичный эталон единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещённости непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 10,0 мкм; рег. номер 2.1.ZZA.0009.2015 (далее – ВЭТ СПЭО):</p>
<p>п. 10.5 Определение метрологических характеристик</p>	<p>Эталоны единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещённости, не ниже уровня Рабочего эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21.11.2023 № 2414 в диапазоне измерений СПЭО от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт/м³. Пределы допускаемых относительных погрешностей от 1,5 до 5,0 %</p>	<p>Государственный вторичный эталон единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещённости непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 10,0 мкм; рег. номер 2.1.ZZA.0009.2015 (далее – ВЭТ СПЭО):</p>
<p>п. 10.6 Определение метрологических характеристик</p>	<p>Эталоны единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещённости, не ниже уровня Рабочего эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21.11.2023 № 2414 в диапазоне измерений СПЭО от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт/м³. Пределы допускаемых относительных погрешностей от 1,5 до 5,0 %</p>	<p>Государственный вторичный эталон единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещённости непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 10,0 мкм; рег. номер 2.1.ZZA.0009.2015 (далее – ВЭТ СПЭО):</p>

Окончание таблицы 3

<p>п. 10.7</p> <p>Определение метрологических характеристик</p>	<p>Эталоны координат цветности самосветящихся объектов, не ниже уровня Рабочего эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07.08.2023 № 1556 в диапазоне измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> - координат цветности x от 0,004 до 0,734; y от 0,005 до 0,834. - коррелированной цветовой температуры $T_{\text{КЦТ}}$ от 2000 до 10000 К. - пределы допускаемых абсолютных погрешностей составляют: $\Delta_x = \Delta_y = 0,002 - 0,005$ $\Delta_{T_{\text{КЦТ}}} = 25 - 100 \text{ К}$ 	<p>Государственный вторичный эталон единиц координат цвета в диапазонах от 2,5 до 109,0 для X, от 1,4 до 98,0 для Y, от 1,7 до 107,0 для Z и координат цветности в диапазонах от 0,0039 до 0,7347 для x и от 0,0048 до 0,8338 для y; рег. номер 2.1.ZZA.0014.2015, (далее – ВЭТ КЦ)</p>
<p>п. 10.8</p> <p>Определение метрологических характеристик</p>	<p>Эталоны плоского угла, не ниже уровня рабочего эталоны 4-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.11. 2018 № 2482 в диапазоне измерений от 0 до 360 °.</p> <p>Доверительные границы абсолютных погрешностей при доверительной вероятности 0,99 составляют от 5 до 30"</p>	<p>Теодолит электронный RGK T-02 рег. номер № 73115-18</p> <p>Квадрант оптический КО-60М рег. номер 868-84</p>

5.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого комплекса с требуемой точностью. Средства поверки, указанные в таблице 3, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ № 903н от 15.12.2020. Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

6.2 При выполнении поверки должны соблюдаться требования руководства по эксплуатации комплекса.

6.3 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Проверку проводят визуально. Проверяют соответствие комплекса следующим требованиям:

- соответствие состава комплекса требованиям раздела 1 его руководства по эксплуатации и описания типа;

- соответствие расположения надписей и обозначений требованиям технической документации;

- отсутствие механических повреждений на наружных поверхностях составных частей комплекса, влияющих на его работоспособность; чистоту клемм и разъемов, состояние соединительных кабелей; сохранность пломб от несанкционированного доступа к местам настройки (регулировки);

7.2 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если:

- состав комплекса соответствует требованиям раздела 1 его руководства по эксплуатации и описания типа;

- расположение надписей и обозначений соответствует требованиям технической документации;

- наружные поверхности составных частей комплекса и соединительные кабели не повреждены, отсутствуют загрязнения клемм и разъемов, а пломбы сохранены.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед началом работы с комплексом необходимо внимательно изучить руководство по эксплуатации, внимательно ознакомиться с требованиями к размещению и подключению составных частей комплекса (п. 1.4 руководства по эксплуатации).

8.2 Проверить наличие средств поверки по таблице 3, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

8.3 Опробование комплекса.

8.3.1 Включить электропитание комплекса и управляющие компьютеры.

8.3.2 Для активации программного обеспечения «GL SPECTROSOFT LAB» необходимо вставить в порт USB-ключ HASP, ограничивающий несанкционированный доступ пользователя к ПО. Запустить на компьютере программу «GL SPECTROSOFT LAB».

При запуске ПО открывается главное окно (см. рисунок 1).

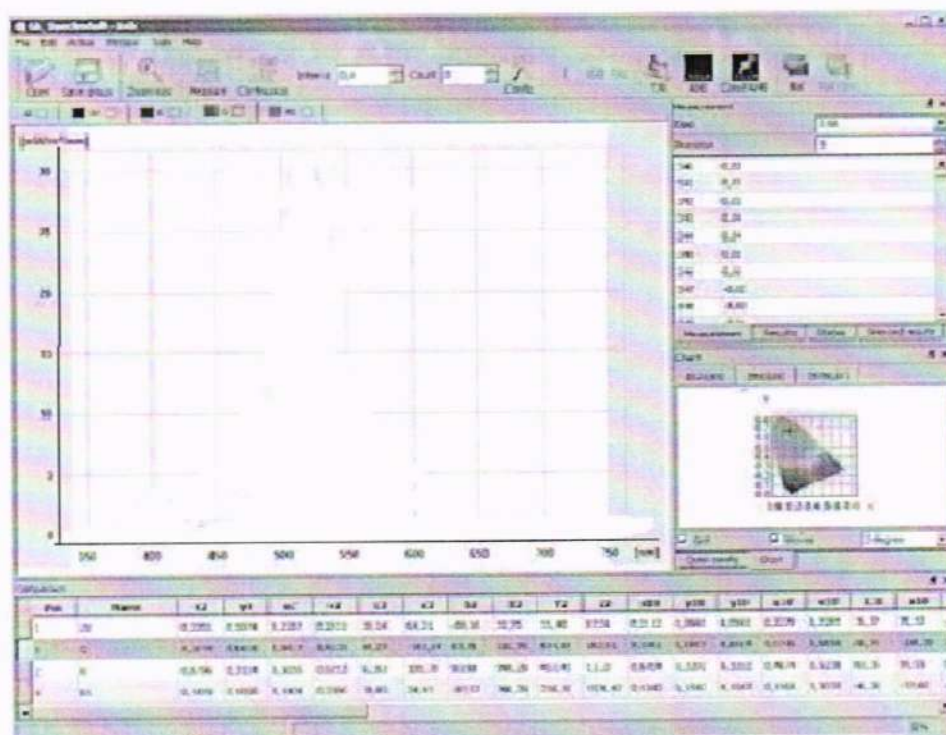


Рисунок 1 – Главное окно ПО «GL SPECTROSOFT LAB»

8.3.3 Для активации программного обеспечения «GL SPECTROSOFT PRO» необходимо вставить в порт USB-ключ HASP, ограничивающий несанкционированный доступ пользователя к ПО. Запустить на компьютере программу «GL SPECTROSOFT PRO».

При запуске ПО открывается главное окно (см. рисунок 2).

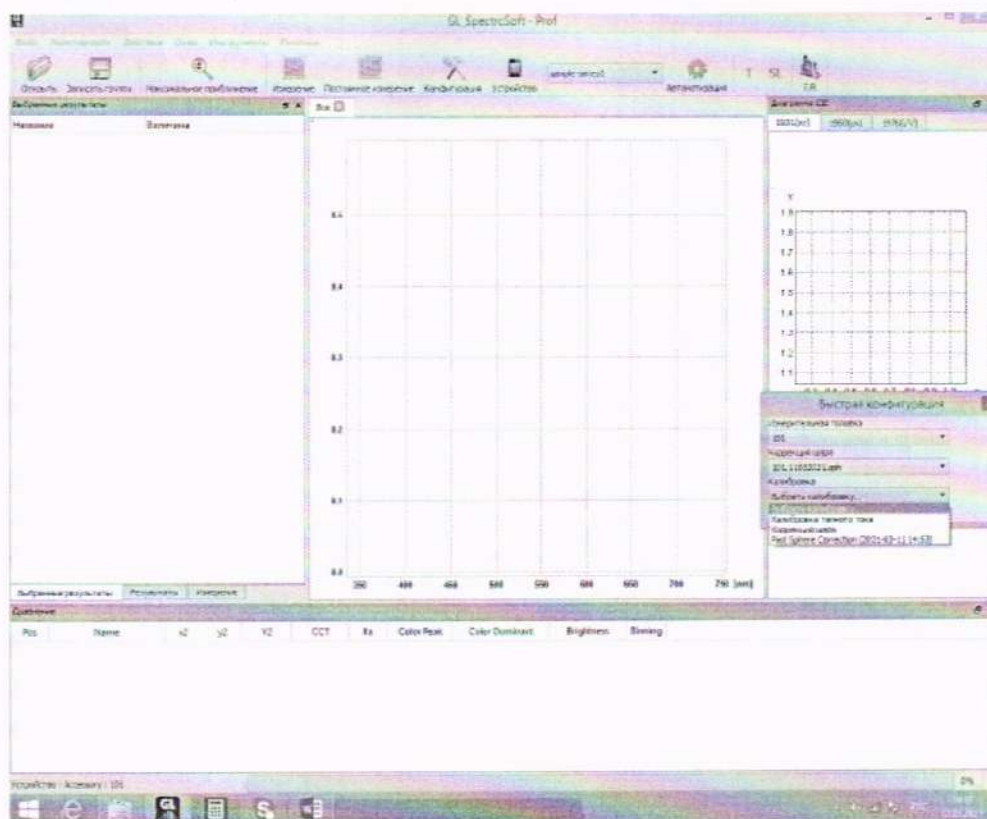


Рисунок 2 – Главное окно ПО «GL SPECTROSOFT PRO»

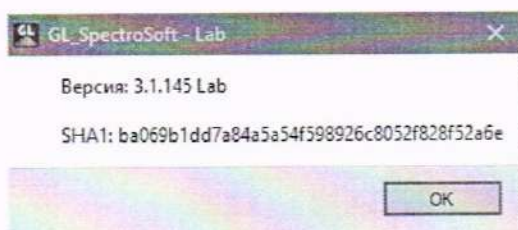
8.4 Для подтверждения требований к условиям проведения поверки, указанных в п. 3.1 применяется Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп». Проводится измерение параметров температуры окружающей среды, относительной влажности и давления.

8.5 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если параметры температуры окружающей среды, относительной влажности и давления находятся в пределах, указанных в п. 3.1 настоящей методики поверки, включение всех компонентов прошло успешно и все органы управления работают исправно, а при запуске ПО «GL SPECTROSOFT LAB» и «GL SPECTROSOFT PRO» на экране ПК отображается главное окно.

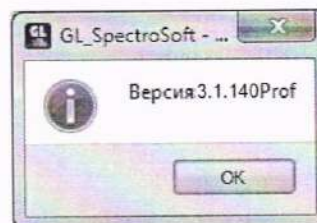
9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверить соответствие заявленных идентификационных данных программного обеспечения сведениям, приведенным в описании типа на комплекс.

Версия программного обеспечения отображается на экране монитора персонального компьютера при нажатии кнопок «Помощь» → «О программе» в главном окне программ GL SPECTROSOFT LAB и GL SPECTROSOFT PRO. На экране монитора отобразятся номера версий программного обеспечения (см. рисунок 3, а, б).



а)



б)

а) – версия ПО GL SPECTROSOFT LAB; б) – версия ПО GL SPECTROSOFT PRO

Рисунок 3 – Версии программного обеспечения

9.2 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	GL SPECTROSOFT LAB	GL SPECTROSOFT PRO
Идентификационное наименование ПО	GL SPECTROSOFT LAB	GL SPECTROSOFT PRO
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	3.1.145	3.1.140
Цифровой идентификатор ПО	–	–

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений силы света и освещенности

10.1.1 Установить фотометр GL PHOTOMETER 3,0 LS + FLICKER на оптической оси гониометра. Включить электропитание контроллера гониометра и управляющий компьютер. Для обеспечения электропитания фотометра GL PHOTOMETER 3,0 LS + FLICKER подключить его к компьютеру через USB-вход.

10.1.2 Запустить на рабочем столе компьютера программу «GL SPECTROSOFT LAB». Для перехода к панели измерений на гониофотометре (см. рисунок 4) на главном экране в меню «Tools» («Инструменты») выбрать «Gonio».

10.1.3 Закрепить источник излучения из состава ВЭТ СС и О (далее – излучатель) на монтажной панели гониометра по центру с помощью имеющихся резьбовых отверстий или раздвижных Т-гаек. Подключить излучатель к источнику питания через разъемы электропитания на гониометре.

10.1.4 Произвести юстировку излучателя. Для этого отрегулировать ручную скользящую ось Z так, чтобы фотометрический центр лежал на оси вращения γ , затем установить гониометр в точках $C = 0^\circ$ и $\gamma = 0^\circ$ таким образом, чтобы излучатель был направлен прямо на юстировочный лазер. Для проверки юстировки повернуть ось C в полном рабочем диапазоне, чтобы убедиться, что излучатель установлен симметрично.

10.1.5 Измерить расстояние l , м, от фотометрического центра излучателя до плоскости входного окна фотометра с помощью лазерного дальномера из состава ВЭТ СС и О.

10.1.6 Во вкладку «Photometric data» («Фотометрические данные») внести все данные, относящиеся к излучателю.

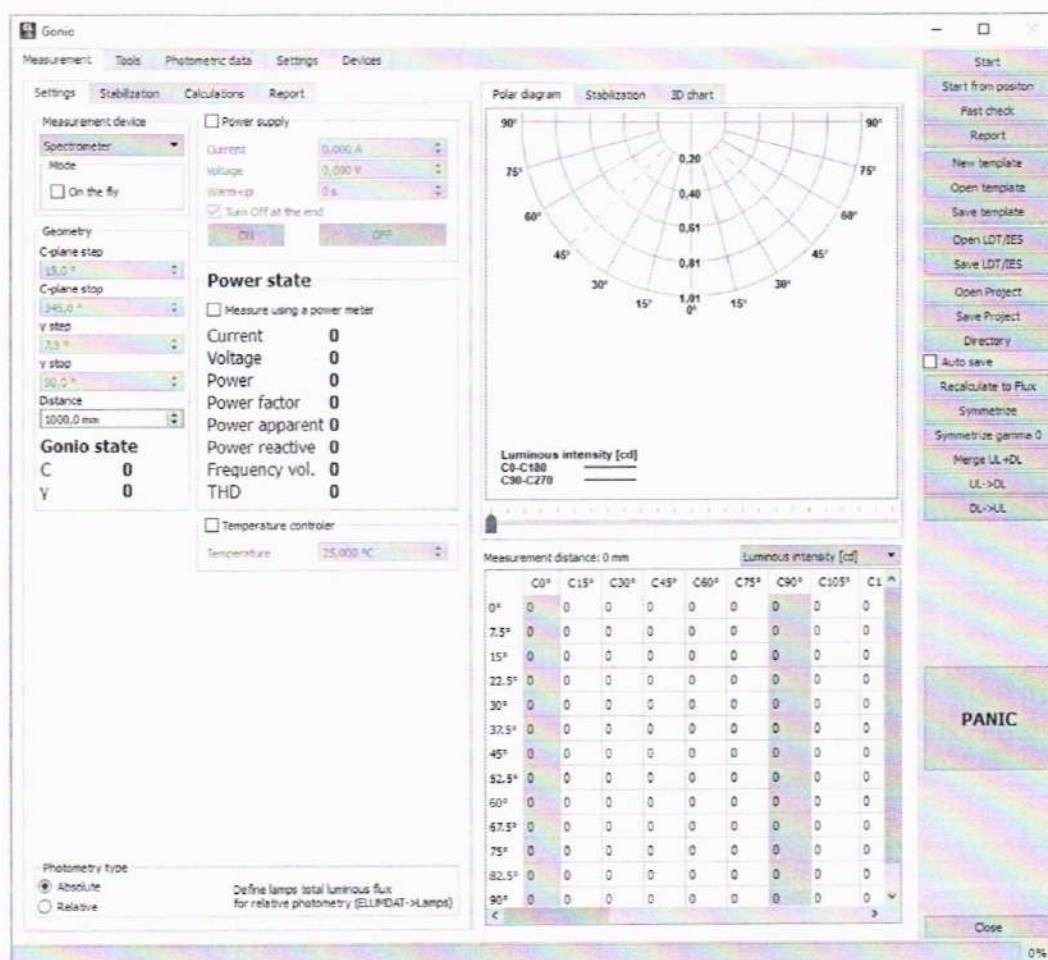


Рисунок 4 – Панель гониометра в ПО «GL SPECTROSOFT LAB»

10.1.7 На панели задач (см. рисунок 5) в поле «Power supply» («Источник питания») установить рабочий режим питания излучателя, указанный в протоколе аттестации ВЭТ СС и О, а также необходимое время прогрева. Включить излучатель.

10.1.8 Для проведения измерения нажать кнопку «Start/Stop» («Старт/Стоп») в правом верхнем углу панели задач. Измерения освещенности провести 3 раза. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.3).

10.1.9 Повторить пункты с 10.1.3 по 10.1.8 для каждого эталонного излучателя из состава ВЭТ СС и О.

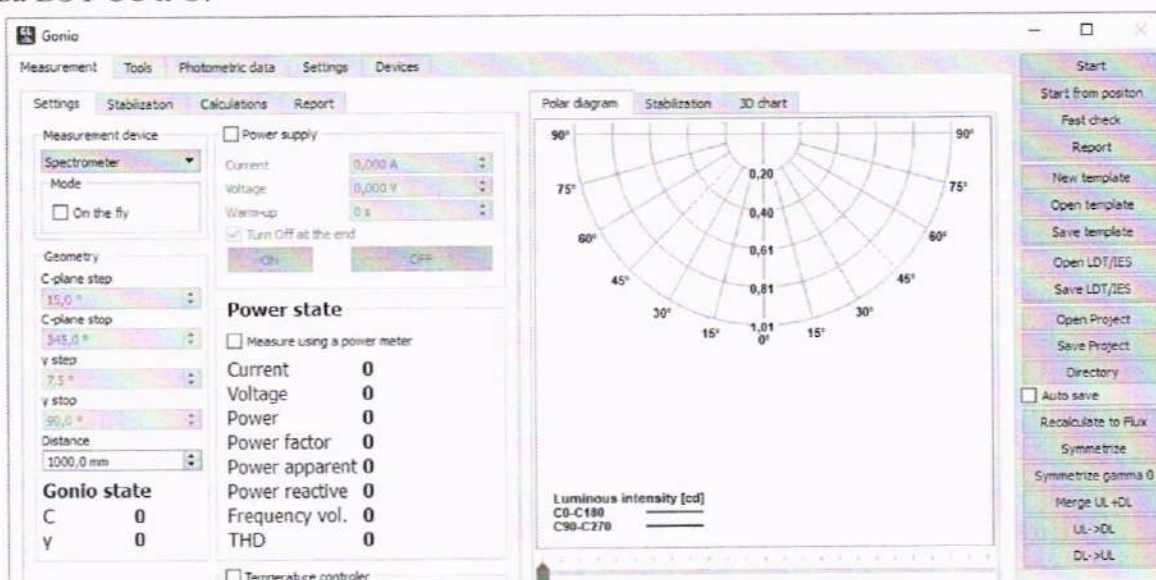


Рисунок 5 – Панель задач

10.1.10 Рассчитать значение силы света $I_{v_{k,i}}$, кд, для каждого излучателя по формуле (1):

$$I_{v_{k,i}} = E_{k,i} \cdot l_{k,i}^2, \quad (1)$$

где $E_{k,i}$ - освещенность, измеренная комплексом, лк;

l - расстояние, измеренное в п. 10.1.5, м;

i – номер измерения;

k – номер излучателя.

Полученные значения занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.2).

10.1.11 Обработку результатов измерений силы света и освещенности провести в соответствии с п. 11.1 настоящей методики поверки

10.2 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений светового потока

10.2.1 Измерения с помощью интегрирующей сферы GL OPTI SPHERE 205.

10.2.1.1 Запустить на компьютере программу «GL SPECTROSOFT PRO». Включить спектрометр GL SPECTIS 5.0 Touch, нажав на лицевой панели кнопки «Вкл/Выкл/Измерение».

10.2.1.2 Провести компенсацию темнового тока. Для этого выбрать в главном окне «Быстрая конфигурация», а затем «Калибровка темнового тока» (см. рисунок 2). Компенсация темнового тока будет автоматически применяться ко всем последующим измерениям.

10.2.1.3 Провести коррекцию сферы на самопоглощение. Для этого перевести держатель образца в крайнее нижнее положение. Закрыть входное отверстие сферы и выбрать в главном окне «Быстрая конфигурация», а затем «Коррекция шара». После цикла включения вспомогательной лампы сферы из состава комплекса появится окно с просьбой установить измеряемый источник света в сферу (см. рисунок 6).

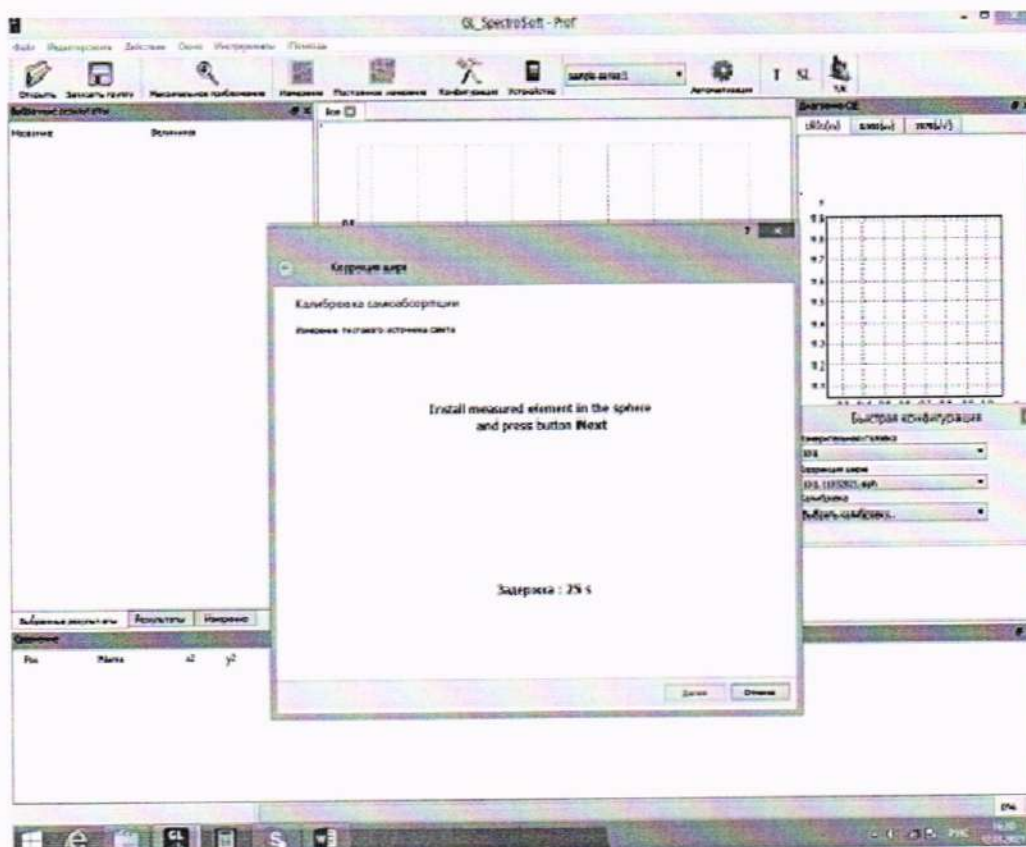


Рисунок 6 – Окно калибровки самопоглощения сферы

10.2.1.4 Установить источник излучения (излучатель из набора полупроводниковых излучателей или лампу типа СИП 107-1500) из состава ВЭТ СП (далее – излучатель) внутрь сферы таким образом, чтобы прямое излучение от излучателя не попадало на приемную площадку фотометрической головки спектрометра GL SPECTIS 5.0 Touch. Подсоединить излучатель к источнику питания постоянного тока.

10.2.1.5 Включить источник питания излучателя в соответствии с его руководством по эксплуатации. Включить излучатель, установив рабочий режим питания, указанный в протоколе аттестации ВЭТ СП.

10.2.1.6 Для проведения измерения в главном окне нажать кнопку «Измерение». Измерения светового потока провести 3 раза. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.4).

10.2.1.7 Повторить пункты с 10.2.1.4 по 10.2.1.6 для каждого излучателя из состава ВЭТ СП.

10.2.2 Измерения с помощью гониофотометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800.

10.2.2.1 Включить электропитание контроллера гониометра и управляющий компьютер. Для обеспечения электропитания спектрометра GL SPECTIS 1.3 LS подключить его к компьютеру через USB-вход. Включить спектрометр GL SPECTIS 1.3 LS нажатием на боковой панели кнопки «Вкл/Выкл/Измерение».

10.2.2.2 Запустить на рабочем столе компьютера программу «GL SPECTROSOFT LAB». Для перехода к панели измерений на гониофотометре (см. рисунок 4) на главном экране в меню «Tools» («Инструменты») выбрать «Gonio».

10.2.2.3 Закрепить излучатель из состава ВЭТ СП на монтажной панели гониометра по центру с помощью имеющихся резьбовых отверстий или раздвижных Т-гаек. Подключить излучатель к источнику питания через разъемы электропитания на гониометре.

10.2.2.4 Произвести юстировку излучателя. Для этого отрегулировать ручную скользящую ось Z так, чтобы фотометрический центр лежал на оси вращения γ , затем установить гониометр в точках $C = 0^\circ$ и $\gamma = 0^\circ$ таким образом, чтобы излучатель был направлен прямо на юстировочный лазер. Для проверки юстировки повернуть ось C в полном рабочем диапазоне, чтобы убедиться, что излучатель установлен симметрично.

10.2.2.5 Во вкладку «Photometric data» («Фотометрические данные») внести все данные, относящиеся к излучателю.

10.2.2.6 На панели задач (см. рисунок 5) в поле «Geometry» («Геометрия») установить предельный угол поворота 90° по оси γ (γ -stop), шаг измерений 10° по оси C (C-plane step) и 1° по оси γ (γ -step), а также значения скорости поворота (по оси C 5 град/сек, по оси γ 8 град/сек).

10.2.2.7 На панели задач (см. рисунок 4) в поле «Power supply» («Источник питания») установить рабочий режим питания излучателя, указанный в протоколе аттестации ВЭТ СП, а также необходимое время прогрева. Включить излучатель.

10.2.2.8 Для проведения измерения нажать кнопку «Start/Stop» («Старт/Стоп») в правом верхнем углу панели задач. Измерения светового потока провести 3 раза. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.4).

10.2.2.9 Повторить пункты с 10.2.2.3 по 10.2.2.8 для каждого излучателя из состава ВЭТ СП.

10.2.3 Обработку результатов измерений светового потока провести в соответствии с п. 11.2 настоящей методики поверки.

10.3 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений эффективной освещенности от импульсных источников света

10.3.1 Измерения эффективной освещенности от импульсных источников света (далее – эффективная освещенность) проводят с помощью системы формирования импульса из состава ВЭТ Пульсации.

10.3.2 Включить эталонный осветитель «ЭТО-2» и систему формирования импульса из состава ВЭТ Пульсации. Установить GL PHOTOMETER 3,0 LS + FLICKER из состава комплекса на выходное отверстие фотометрического шара.

10.3.3 Закрыть светонепроницаемой заслонкой канал непрерывного излучения О1 (см. рисунок 7). На канале О2 для максимального уровня освещенности убрать все сетчатые ослабители. Частоту на генераторе частоты (далее – ГЧ) (см. рисунок 7) установить 1 Гц.

10.3.4 При помощи измерительного устройства (осциллограф) (см. рисунок 7) произвести измерение сигнала 3 раза. Рассчитать эффективную освещенность (для каждого измерения сигнала) по формуле (2):

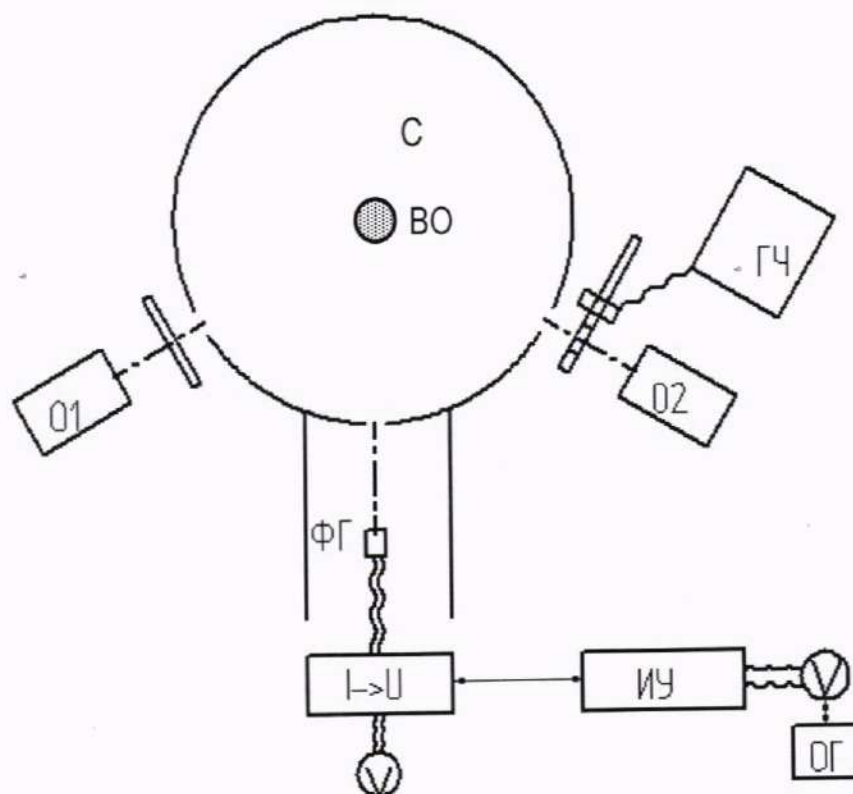
$$E_{эфф} = \frac{1}{(a + \Delta t)k_{\phi}} \int_0^t U(t)dt, \quad (2)$$

где k_{ϕ} – коэффициент преобразования фотометра, подключенного к усилителю-преобразователю $I \rightarrow U$ (см. рисунок 7), В/лк;

$a = 0,2$ – постоянная Блонделя-Рези;

Δt – длительность сигнала, с;

$U(t)$ – осциллограмма на одном периоде сигнала, В.



О1, О2 – источники излучения (направленного типа с коррелированной цветовой температурой 2856 К); ФГ – фотометрическая головка; $I \rightarrow U$ – усилитель-преобразователь;

ИУ – измерительное устройство (осциллограф); ОГ – опорный генератор;

ГЧ – генератор частоты, запитывающий секторное колесо; С – интегрирующая сфера;

ВО – выходное отверстие фотометрического шара.

Рисунок 7 – Схема для измерений с применением Государственного вторичного эталона 2.1.ZZA.0013.2015

10.3.5 Выполнить с помощью фотометра GL PHOTOMETER 3,0 LS + FLICKER из состава комплекса измерения эффективной освещенности 3 раза. Полученные результаты (см. рисунок 8) занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.5).

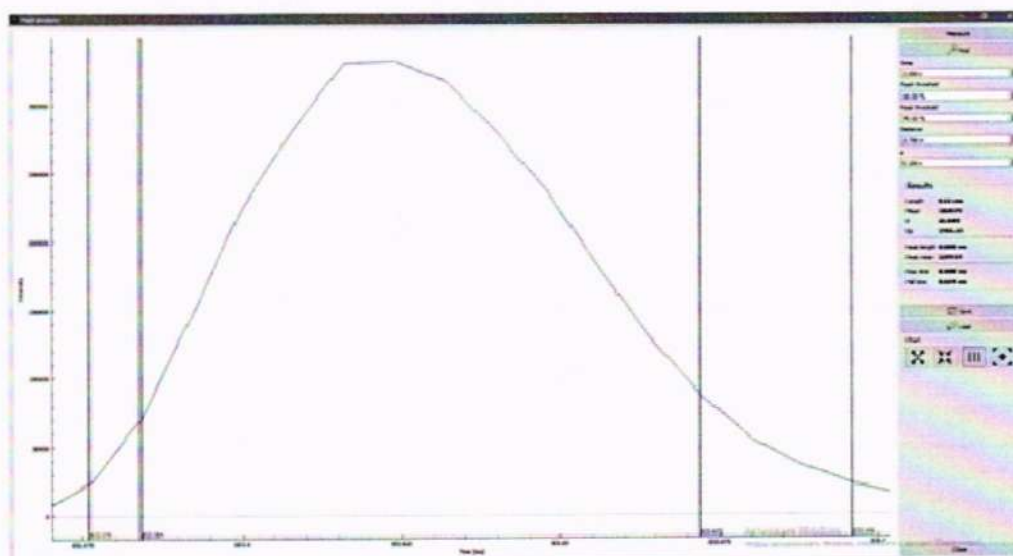


Рисунок 8 – Окно панели измерения освещенности от импульсных источников света

10.3.6 Установить на канал O2 (см. рисунок 7) сетчатый светофильтр с коэффициентом ослабления 0,7; частоту на ГЧ установить 100 Гц. Повторить пункты 10.3.4-10.3.5.

10.3.7 Установить на канал O2 (см. рисунок 7) сетчатый светофильтр с коэффициентом ослабления 0,05; частоту на ГЧ установить 200 Гц. Повторить пункты 10.3.4-10.3.5.

10.3.8 Обработку результатов измерений эффективной освещенности от импульсных источников света провести в соответствии с п. 11.3 настоящей методики поверки.

10.4 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО) в диапазоне длин волн от 350 до 1050 нм

Измерения спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО) проводят с помощью спектрометра GL SPECTIS 1.3 LS из состава гониофотометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800 из состава комплекса.

10.4.1 Для измерения СПЭО установить излучатель из состава ВЭТ СПЭО (далее по тексту – лампа) и спектрометр GL SPECTIS 1.3 LS на фотометрической скамье на расстоянии 500 мм от приемной поверхности спектрометра до лампы, определяя расстояние при помощи нутромера из состава ВЭТ СПЭО.

10.4.2 Провести юстировку лампы и приемника излучения спектрометра. Для этого установить на место лампы юстировочное устройство из состава ВЭТ СПЭО. Приёмная поверхность спектрометра и поверхность стекла юстировочного устройства должны располагаться в плоскостях, перпендикулярных оптической оси. При этом оптическая ось должна проходить через центр приемной поверхности спектрометра и перекрестие на стекле юстировочного устройства. Проверить, что расстояние от эталонной лампы до приемной поверхности спектрометра равно 500 мм при помощи нутромера из состава ВЭТ СПЭО. Снять юстировочное устройство и установить на его место лампу.

10.4.3 Запустить на компьютере программу «GL SPECTROSOFT LAB». Включить спектрометр GL SPECTIS 1.3 LS, нажав на боковой панели кнопки «Вкл/Выкл/Измерение».

10.4.4 Провести компенсацию темнового тока. Для этого выбрать на экране меню спектрометра GL SPECTIS 1.3 LS «Quick config» («Быстрая конфигурация»), а затем «Dark Current» («Темновой ток») (см. рисунок 9). Включится окно «Dark current calibration» («Калибровка темнового тока») (см. рисунок 10), следуйте всплывающим инструкциям. По

окончании процедуры, компенсация темнового тока будет автоматически применяться ко всем последующим измерениям.

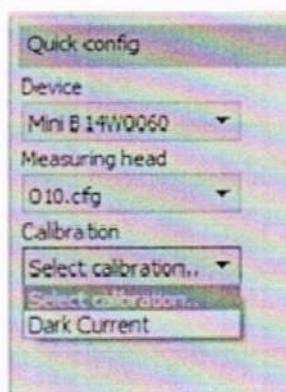


Рисунок 9 – Окно «Быстрая конфигурация» GL SPECTIS 1.3 LS

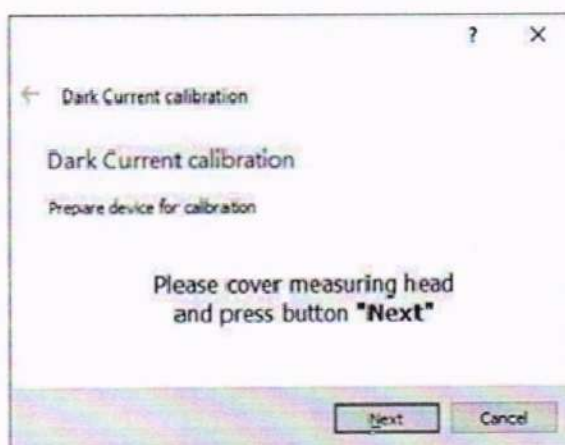


Рисунок 10 – Окно «Dark current calibration» («Калибровка темнового тока»)

10.4.5 Включить источник питания лампы. Выполнить настройку источника питания T6333B согласно его эксплуатационной документации.

10.4.6 Включить лампу, установив рабочий режим питания, указанный в протоколе аттестации эталона, и прогреть в течение интервала времени от 15 до 20 мин.

10.4.7 Для проведения измерения на экране меню спектрометра GL SPECTIS 1.3 LS нажать «Measure». Провести 3 измерения СПЭО в диапазоне длин волн от 350 до 1050 нм. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.6).

10.4.8 Обработку результатов измерений СПЭО провести в соответствии с п. 11.4 настоящей методики поверки.

10.5 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений силы излучения

Сила излучения – расчетная величина, получаемая из результатов измерений спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО).

10.5.1 Провести измерения СПЭО соответствии с 10.4.1 – 10.4.7. Значения силы излучения, Вт/ср, будут рассчитаны автоматически. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.7).

10.5.2 Обработку результатов измерений силы излучения провести в соответствии с п. 11.5 настоящей методики поверки.

10.6 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений мощности (потока) излучения

Измерения проводят с помощью гониофотометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800

10.6.1 Мощность (поток) излучения величина, получаемая из результатов измерений спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО) с помощью спектрометра GL SPECTIS 5.0 Touch и приемника излучения GL PHOTODIODE 1337 с полосой пропускания 800-1000 нм из состава гониофотометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800.

10.6.2 Установить приемник излучения GL PHOTODIODE 1337 в тубус, включить электропитание контроллера гониометра и управляющий компьютер. Включить спектрометр GL SPECTIS 5.0 Touch нажатием на лицевой панели кнопки «Вкл/Выкл/Измерение».

10.6.3 Запустить на рабочем столе компьютера программу «GL SPECTROSOFT PRO». Для перехода к панели измерений на гониометре (см. рисунок 4) на главном экране в меню «Tools» («Инструменты») выбрать «Gonio».

10.6.4 Закрепить излучатель из состава ВЭТ СПЭО (далее – излучатель) на монтажной панели гониометра по центру с помощью имеющихся резьбовых отверстий или раздвижных Т-гаек. Подключить излучатель к источнику питания IT6333B через разъемы электропитания на гониометре.

10.6.5 Измерить расстояние l , м, от фотометрического центра излучателя до плоскости входного окна приемника излучения GL PHOTODIODE 1337 с помощью лазерного дальномера из состава ВЭТ СС и О.

10.6.6 Произвести юстировку излучателя. Для этого отрегулировать ручную скользящую ось Z так, чтобы фотометрический центр лежал на оси вращения γ , затем установить гониометр в точках $\alpha = 0^\circ$ и $\gamma = 0^\circ$ таким образом, чтобы излучатель был направлен прямо на юстировочный лазер. Для проверки юстировки повернуть ось α в полном рабочем диапазоне, чтобы убедиться, что излучатель установлен симметрично.

10.6.7 Для проведения измерения энергетической освещенности в главном окне нажать кнопку «Устройство» и выбрать «Photometer» (Фотометр). В открывшемся окне (см. рисунок 11) нажать кнопку «Peak wavelength» и задать пиковую длину волны измеряемого источника, далее произвести измерения, нажав кнопку «Measure».

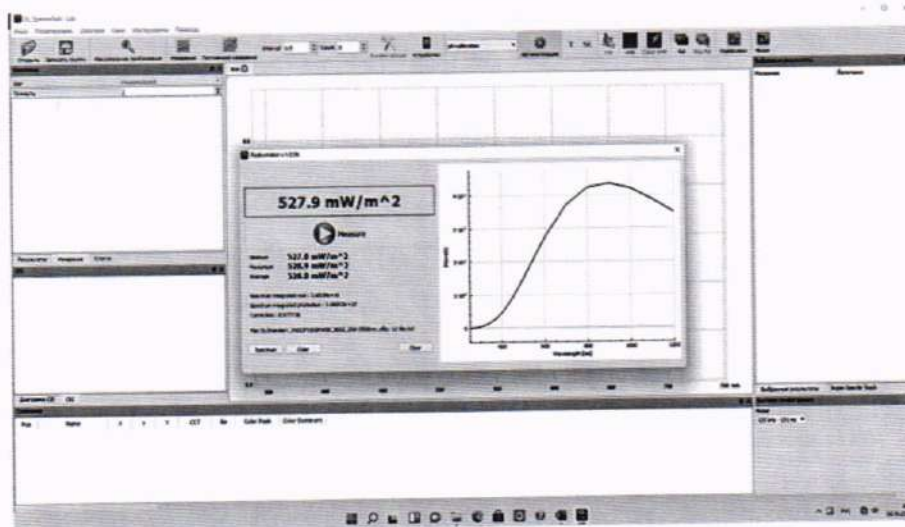


Рисунок 11 – Окно «Photometer» («Фотометр»)

10.6.8 Во вкладке «Settings» («Настройки») в поле «Measurement type» («Тип измерения») в выпадающем меню установить «Radiometry».

10.6.9 Создать шаблон измерений. Для этого на панели задач в поле «Measure» («Измерения») нажать кнопку «New template» («Новый шаблон»), высветится окно (см. рисунок 12), в котором установить предельный угол поворота 90° по оси γ (γ -stop), шаг измерений 10°

по оси С (C-plane step) и 1° по оси γ (γ -step), а также значения скорости поворота (по оси С 5 град/сек, по оси γ 8 град/сек)

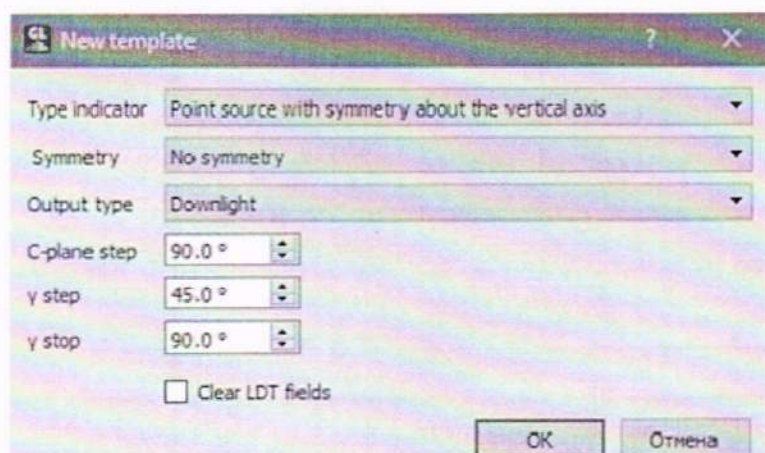


Рисунок 12 – Окно «New template» («Новый шаблон»)

10.6.10 На панели задач (см. рисунок 5) в поле «Power supply» («Источник питания») установить рабочий режим питания излучателя, указанный в протоколе аттестации ВЭТ СПЭО, а также необходимое время прогрева. Включить излучатель.

10.6.11 Для проведения измерения нажать кнопку «Start/Stop» («Старт/Стоп») в правом верхнем углу панели задач. Измерения провести 3 раза. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.8).

10.6.12 Обработку результатов измерений мощности (потока) излучения провести в соответствии с п. 11.6 настоящей методики поверки.

10.7 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений координат цветности и коррелированной цветовой температуры

10.7.1 Измерения с помощью интегрирующей сферы GL OPTI SPHERE 205

10.7.1.1 Запустить на компьютере программу «GL SPECTROSOFT PRO» в соответствии с п. 8.3.3. Включить спектрометр GL SPECTIS 5.0 Touch, нажав на лицевой панели кнопки «Вкл/Выкл/Измерение».

10.7.1.2 Провести компенсацию темнового тока. Для этого выбрать в главном окне «Быстрая конфигурация», а затем «Калибровка темнового тока» (см. рисунок 2). Компенсация темнового тока будет автоматически применяться ко всем последующим измерениям.

10.7.1.3 Провести коррекцию сферы на самопоглощение. Закрыть входное отверстие сферы и выбрать в главном окне «Быстрая конфигурация», а затем «Коррекция шара». После цикла включения вспомогательной лампы появится окно с просьбой установить измеряемый источник света в сферу (см. рисунок 6).

10.7.1.4 Установить источник излучения (излучатель из набора полупроводниковых излучателей из состава ВЭТ КЦ или лампу типа СИП 107-1500) (далее – излучатель) внутрь сферы таким образом, чтобы прямое излучение от излучателя не попадало на приемную площадку фотометрической головки спектрометра GL SPECTIS 5.0 Touch. Подсоединить излучатель к источнику питания постоянного тока.

10.7.1.5 Включить источник питания излучателя в соответствии с его руководством по эксплуатации. Включить излучатель, установив рабочий режим питания, указанный в протоколе аттестации ВЭТ КЦ.

10.7.1.6 Для проведения измерения в главном окне программы «GL SPECTROSOFT PRO» нажать кнопку «Измерение». Измерения координат цветности и коррелированной цветовой температуры провести 3 раза. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.9).

10.7.1.7 Повторить пункты с 10.7.1.4 по 10.7.1.6 для каждого излучателя из состава ВЭТ КЦ.

10.7.2 Измерения с помощью гониометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800.

10.7.2.1 Установить спектрометр GL SPECTIS 1.3 LS на оптическую ось гониометра. Включить электропитание контроллера гониометра и управляющий компьютер. Для обеспечения электропитания спектрометра GL SPECTIS 1.3 LS подключить его к компьютеру через USB-вход. Включить спектрометр GL SPECTIS 1.3 LS нажатием на боковой панели кнопки «Вкл/Выкл/Измерение».

10.7.2.2 Запустить на рабочем столе компьютера программу «GL SPECTROSOFT LAB».

10.7.2.3 Закрепить излучатель из набора полупроводниковых излучателей из состава ВЭТ КЦ (далее – излучатель) на монтажной панели гониометра по центру с помощью имеющихся резьбовых отверстий или раздвижных Т-гаек. Подключить излучатель к источнику питания через разъемы электропитания на гониометре.

10.7.2.4 Произвести юстировку излучателя. Для этого отрегулировать ручную скользящую ось Z так, чтобы фотометрический центр лежал на оси вращения γ , затем установить гониометр в точках $C = 0^\circ$ и $\gamma = 0^\circ$ таким образом, чтобы излучатель был направлен прямо в направлении юстировочного лазера. Для проверки повернуть ось C в полном рабочем диапазоне, чтобы убедиться, что излучатель установлен симметрично.

10.7.2.5 На панели задач (см. рисунок 5) в поле «Power supply» («Источник питания») установить рабочий режим питания излучателя, указанный в сертификате калибровки. Включить излучатель.

10.7.2.6 Для проведения измерения нажать кнопку «Start/Stop» («Старт/Стоп») в правом верхнем углу панели задач. Измерения координат цветности и коррелированной цветовой температуры провести 3 раза. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.10).

10.7.2.7 Повторить пункты с 10.7.2.3 по 10.7.2.6 для каждого излучателя из состава ВЭТ КЦ.

10.7.3 Обработку результатов измерений координат цветности и коррелированной цветовой температуры провести в соответствии с п. 11.7 настоящей методики поверки.

10.8 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений углов поворота гониометра в плоскостях C, γ

Измерения проводят на гониометре GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800.

10.8.1 Запустить на рабочем столе компьютера программу «GL SPECTROSOFT LAB». Для перехода к панели измерений на гониометре (см. рисунок 4) на главном экране в меню «Tools» («Инструменты») выбрать «Gonio».

10.8.2 Для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений угла поворота в плоскости C установить теодолит электронный RGK T-02 на горизонтальную платформу GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800, юстировку и выравнивание провести в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.8.3 Горизонтальную платформу гониометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800 установить в точках $C = 0^\circ$ и $\gamma = 0^\circ$. Установить отвес напротив штанги. Нулевой точкой (точка визирования) отсчета взять отвес на теодолите электронном RGK T-02.

10.8.4 Повернуть горизонтальную платформу GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800 на $C = 1^\circ$, вернув лимб теодолита электронного RGK T-02 обратно на отвес. На электронном табло теодолита отобразится значение угла поворота платформы. Записать полученные данные в протокол. Провести 5 измерений угла. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.10).

10.8.5 Повторить пункты 10.8.3 и 10.8.4 для углов поворота $C = 1,5^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 25^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 135^\circ$ плоскости C.

10.8.6 Для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений угла поворота в плоскости γ установить платформу гониометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800 в точках $C = 0^\circ$ и $\gamma = 0^\circ$.

10.8.7 Установить квадрант оптический КО-60М на вращающуюся платформу плоскости γ гониометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800, юстировку и выравнивание провести в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.8.8 Повернуть вращающуюся платформу плоскости γ гониометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800 на $\gamma = 1^\circ$, вернув лимб квадранта оптического КО-60М в горизонтальное положение. На шкале квадранта отобразиться значение угла поворота платформы. Записать полученные данные в протокол. Провести 5 измерений угла. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.10).

10.8.10 Повторить пункты 10.7.7 и 10.7.8 для углов поворота $\gamma = 1,5^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 25^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 120^\circ$ плоскости γ .

10.8.11 Обработку результатов измерений углов поворота гониометра в плоскостях С, γ провести в соответствии с п. 11.8 настоящей методики поверки.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений силы света и освещенности

11.1.1 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений силы света I_{vk} , кд, и освещенности E_k , лк, для каждого излучателя по формулам (3) и (4) соответственно:

$$\bar{I}_{vk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{vk,i}, \quad (3)$$

$$\bar{E}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{k,i}, \quad (4)$$

где $I_{vk,i}$ – значения силы света, кд, k -го эталонного излучателя, измеренные комплексом;

$E_{k,i}$ – значения освещенности, лк, k -го эталонного излучателя, измеренные комплексом;

i – номер измерения;

n – число измерений;

k – номер излучателя.

11.1.2 Относительная погрешность измерений силы света и освещенности для каждого эталонного излучателя, %, определяется по формулам (5) и (6) соответственно:

$$\delta_{I_{vk}} = \frac{\bar{I}_{vk} - I_{\gamma,k}}{I_{\gamma,k}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

$$\delta_{E_k} = \frac{\bar{E}_k - E_{\gamma,k}}{E_{\gamma,k}} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где $I_{\gamma,k}$, $E_{\gamma,k}$ – значения силы света, кд, и освещенности, лк, каждого эталонного излучателя, указанные в протоколе аттестации эталона.

11.1.3 Комплекс признается прошедшим операцию поверки по п. 10.1 с положительным результатом, если диапазон измерений силы света составляет от 0,01 до 100000 кд, диапазон измерений освещенности составляет от 0,001 до 100000 лк, а значения относительной погрешности измерений силы света и освещенности не превышают допустимых пределов $\pm 5 \%$.

11.2 Обработка результатов измерений светового потока

11.2.1 Рассчитать среднее арифметическое измерений для каждого эталонного излучателя, лм, по формуле (7):

$$\overline{\Phi}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Phi_{k,i}, \quad (7)$$

где Φ_k – значения светового потока, лм, k -го эталонного излучателя, измеренные комплексом;
 i – номер измерения;
 n – число измерений;
 k – номер излучателя.

11.2.2 Относительная погрешность измерений светового потока для каждого эталонного излучателя, %, определяется по формуле (8):

$$\delta_{\Phi,k} = \frac{\overline{\Phi}_k - \Phi_{э,k}}{\Phi_{э,k}} \cdot 100 \%, \quad (8)$$

где $\Phi_{э,k}$ – значения светового потока, лм, создаваемого каждым эталонным излучателем, указанные в протоколе аттестации эталона.

11.2.3 Комплекс признается прошедшим операцию поверки по п. 10.2 с положительным результатом, если диапазон измерений светового потока составляет от 1 до 150000 лм; а значения относительной погрешности измерений светового потока не превышают допускаемых пределов $\pm 5 \%$.

11.3 Обработка результатов измерений эффективной освещенности от импульсных источников света

11.3.1 Рассчитать среднее арифметическое значение эффективной освещенности $\overline{E}_{эфф}$, лк, по формуле (9):

$$\overline{E}_{эфф} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 E_{эфф_i}, \quad (9)$$

где $E_{эфф_i}$ – значения эффективной освещенности, измеренные при помощи фотометра GL PHOTOMETER 3,0 LS + FLICKER из состава комплекса, лк;

11.3.2 Относительная погрешность измерений эффективной освещенности от импульсных источников света, %, рассчитывается по формуле (10):

$$\delta_{E_{эфф}} = \frac{\overline{E}_{эфф} - E_{эфф-эт}}{E_{эфф-эт}} \cdot 100\% \quad (10)$$

где $E_{эфф-эт}$ – эталонные значения эффективной освещенности, лк, воспроизводимые при помощи системы формирования импульса из состава ВЭТ Пульсации, пп.10.3.4-10.3.7.

11.3.3 Комплекс признается прошедшим операцию поверки по п. 10.3 с положительным результатом, если диапазон измерений эффективной освещенности от импульсных источников света составляет от 0,1 до 10000 лк; а значения относительной погрешности измерений эффективной освещенности от импульсных источников света не превышают допускаемых пределов $\pm 5 \%$.

11.4 Обработка результатов измерений спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО) в диапазоне длин волн от 350 до 1050 нм

11.4.1 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений СПЭО, Вт/м³, по формуле (11):

$$\bar{E}_\lambda(\lambda) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{\lambda,i}(\lambda) \quad (11)$$

где $E_{\lambda,i}(\lambda)$ – значения СПЭО, измеренные комплексом на длине волны λ , Вт/м³;

i – номер измерения;

n – число измерений.

11.4.2 Относительная погрешность измерений СПЭО, %, рассчитывается по формуле (12):

$$\delta_{\text{СПЭО}}(\lambda) = \frac{\bar{E}_\lambda(\lambda) - E_{\lambda,\text{эт}}(\lambda)}{E_{\lambda,\text{эт}}(\lambda)} \cdot 100 \% \quad (12)$$

где $E_{\lambda,\text{эт}}(\lambda)$ – значения СПЭО, Вт/м³, эталонного излучателя на длине волны λ , указанные в протоколе аттестации эталона.

11.4.3 Комплекс признается прошедшим операцию поверки по п. 10.4 с положительным результатом, если диапазон измерений СПЭО составляет от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^8$ Вт/м³; а значения относительной погрешности измерений СПЭО не превышают допускаемых пределов $\pm 5 \%$.

11.5 Обработка результатов измерений силы излучения

11.5.1 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений силы излучения, Вт/ср, по формуле (13):

$$\bar{I}_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{e,i}, \quad (13)$$

где $I_{e,i}$ – значения силы излучения, Вт/ср, измеренные комплексом;

i – номер измерения;

n – количество измерений.

11.5.2 Относительная погрешность измерений силы излучения, %, определяется по формуле (14):

$$\delta_{I_e} = \frac{\bar{I}_e - I_{e_3}}{I_{e_3}} \cdot 100 \%, \quad (14)$$

где I_{e_3} – значения силы излучения, Вт/ср, указанные в сертификате калибровки или в протоколе поверки излучателя из состава ВЭТ СПЭО.

11.5.3 Комплекс признается прошедшим операцию поверки по п. 10.5 с положительным результатом, если диапазон измерений силы излучения составляет от 0,001 до 100 Вт/ср; а значения относительной погрешности измерений силы излучения не превышают допускаемых пределов $\pm 5 \%$.

11.6 Обработка результатов измерений мощности (потока) излучения

11.6.1 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений мощности (потока) излучения, Вт, по формуле (15):

$$\bar{\Phi}_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Phi_{e,i}, \quad (15)$$

где $\Phi_{e,i}$ – значения мощности (потока) излучения, Вт, измеренные комплексом;

i – номер измерения;

n – количество измерений.

11.6.2 Относительная погрешность измерений мощности (потока) излучения, %, определяется по формуле (16):

$$\delta_{\Phi_e} = \frac{\overline{\Phi_e} - \Phi_{e_s}}{\Phi_{e_s}} \cdot 100 \%, \quad (16)$$

где Φ_{e_s} – значения мощности (потока) излучения, Вт, указанные в сертификате калибровки или в протоколе поверки излучателя из состава ВЭТ.

11.6.3 Комплекс признается прошедшим операцию поверки по п. 10.6 с положительным результатом, если диапазон измерений мощности (потока) излучения составляет от 0,1 до 1 Вт; а значения относительной погрешности измерений силы излучения не превышают допустимых пределов $\pm 5 \%$.

11.7 Обработка результатов измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры

11.7.1 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры по формуле (17):

$$\overline{A_k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{ki}, \quad (17)$$

где A_{ki} – координаты цветности или коррелированная цветовая температура, К, измеренные комплексом;

i – номер измерения;

n – число измерений

11.7.2 Абсолютная погрешность измерений координат цветности и коррелированной цветовой температуры для каждого эталонного излучателя определяется по формуле (18):

$$\Delta_{A,k} = \overline{A_k} - A_{k_0}, \quad (18)$$

где A_{k_0} – эталонные значения координат цветности или коррелированной цветовой температуры, К, k -й эталонной меры, взятые из протокола аттестации эталона.

11.7.3 Комплекс признается прошедшим операцию поверки по п. 10.7 с положительным результатом, если диапазон измерений координат цветности составляет для x : от 0,0040 до 0,7347, для y : от 0,0048 до 0,8338, диапазон измерений коррелированной цветовой температуры составляет от 2000 до 10000 К; абсолютная погрешность измерений координат цветности не превышает допустимых пределов $\pm 0,0040$; абсолютная погрешность измерений коррелированной цветовой температуры не превышает допустимых пределов ± 100 К.

11.8 Обработка результатов измерений углов поворота гониометра в плоскостях С, γ

11.8.1 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений углов поворота гониометра в плоскостях С, γ для k -го угла поворота, $^\circ$, по формуле (19):

$$\overline{\alpha_k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_{ki}, \quad (19)$$

где α_{ki} – измеренные значения угла поворота гониометра в плоскостях С, γ , $^\circ$;

i – номер измерения;

n – количество измерений.

11.8.2 Абсолютная погрешность измерений угла поворота гониометра в плоскостях С, γ для каждого угла поворота определяется по формуле (20):

$$\Delta_{\alpha,k} = \overline{\alpha_k} - \alpha_{k,\text{э}} \quad (20)$$

где $\alpha_{k,3}$ – эталонные значения угла поворота, взятые из протокола поверки.

11.8.3 Комплекс признается прошедшим операцию поверки по п. 10.8 с положительным результатом, если диапазон измерений угла поворота гониометра в плоскостях С, γ составляет от 0 до 360°, а значения абсолютной погрешности измерений не превышают допускаемых пределов $\pm 0,1^\circ$.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений поверки заносятся в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

12.2 Комплекс считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае Комплекс считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.5 Сведения о результатах поверки (как положительных, так и отрицательных) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отделения М-4 ФГБУ «ВНИИОФИ»

В.Р. Гаврилов

Начальник лаборатории ФГБУ «ВНИИОФИ»

Б.Б. Хлевной

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИОФИ»

М.В. Солодилов

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИОФИ»

Н.Е. Бурдакина

Инженер 1 категории ФГБУ «ВНИИОФИ»

Д.В. Добросердов

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Рекомендуемое)
К Методике поверки МП 002.М4-23
Комплекс для измерений параметров источников света

ПРОТОКОЛ
первичной (периодической) поверки
от «_____» _____ 20__ г.

Средство измерений: Комплекс для измерений параметров источников света
наименование средства измерений, тип

Заводской номер GL 180348
заводской номер средства измерений

Принадлежащее _____
наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки МП 002.М4-23 «ГСИ. Комплекс для измерений параметров источников света. Методика поверки».
наименование документа на поверку

С применением эталонов _____
наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность

При следующих значениях влияющих факторов: _____
приводят перечень и значения влияющих факторов

- температура окружающей среды, °C _____
- относительная влажность воздуха, % _____
- атмосферное давление, кПа _____

Внешний осмотр: _____

Проверка идентификации программного обеспечения:

Таблица А.1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	GL SPECTROSOFT LAB	GL SPECTROSOFT PRO
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	3.1.145	3.1.140
Цифровой идентификатор ПО	—	—

Опробование: _____

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Таблица А.2 – Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений силы света

Значение силы света эталонных излучателей, кд	Сила света, I_v , кд		Относительная погрешность измерений силы света, %	
	Требования методики поверки	Измеренное значение	Требования методики поверки	Результат
	от 0,01 до 100000		± 5	

Таблица А.3 – Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений освещенности

Значение освещенности, создаваемой эталонными излучателями, лк	Освещенность, E_v , лк		Относительная погрешность измерений освещенности, %	
	Требования методики поверки	Измеренное значение	Требования методики поверки	Результат
	от 0,001 до 100000		± 5	

Таблица А.4 – Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений светового потока

Значения светового потока, создаваемого эталонными излучателями, лм	Световой поток, Φ_v , лм		Относительная погрешность измерений светового потока, %	
	Требования методики поверки	Измеренное значение	Требования методики поверки	Результат
Измерения с помощью интегрирующей сферы GL OPTI SPHERE 205				
	от 1 до 150000		± 5	
Измерения с помощью гониофотометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800				
	от 1 до 150000		± 5	

Таблица А.5 – Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений эффективной освещенности от импульсных источников света

	Эффективная освещенность от импульсных источников света, $E_{эфф}$, лк		Относительная погрешность измерений эффективной освещенности от импульсных источников света, %	
	Требования методики поверки	Измеренное значение	Требования методики поверки	Результат
	от 0,1 до 10000		± 5	

Таблица А.6 – Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений спектральной плотности энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 350 до 1050 нм

Длина волны λ , нм	СПЭО, $E_\lambda(\lambda)$, Вт/м ³		Относительная погрешность измерений СПЭО, %	
	Требования методики поверки	Измеренное значение	Требования методики поверки	Результат
	от $1 \cdot 10^5$ до 10^8		± 5	

Таблица А.7 – Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений силы излучения

	Сила излучения, I_e , Вт/ср		Относительная погрешность измерений силы излучения, %	
	Требования методики поверки	Измеренное значение	Требования методики поверки	Результат
	от 0,001 до 100		± 5	

Таблица А.8 – Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений мощности (потока) излучения

	Мощность (поток) излучения, Φ_e , Вт		Относительная погрешность измерений мощности (потока) излучения, %	
	Требования методики поверки	Измеренное значение	Требования методики поверки	Результат
	от 0,1 до 1		± 5	

Таблица А.9 – Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений координат цветности и коррелированной цветовой температуры

Таблица А.9.1 – Измерение координат цветности

Значения координат цветности эталонных излучателей	Координаты цветности x, y		Абсолютная погрешность измерений координат цветности	
	Требования методики поверки			
	x = 0,0040-0,7347 y = 0,0048-0,8338		Δx = ± 0,0040 Δy = ± 0,0040	
	Измеренные значения			
	x	y	Δx	Δy
Измерения с помощью интегрирующей сферы GL OPTI SPHERE 205				
x= ; y=				
x= ; y=				
x= ; y=				
x= ; y=				
x= ; y=				
Измерения с помощью гониофотометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800				
x= ; y=				
x= ; y=				
x= ; y=				
x= ; y=				
x= ; y=				

Таблица А.9.2 – Измерение коррелированной цветовой температуры

Значение коррелированной цветовой температуры эталонных излучателей, К	Коррелированная цветовая температура, К		Абсолютная погрешность измерений коррелированной цветовой температуры, К	
	Требования методики поверки	Измеренное значение	Требования методики поверки	Результат
Измерения с помощью интегрирующей сферы GL OPTI SPHERE 205				
	от 2000 до 10000		± 100	
Измерения с помощью гониофотометра GL GONIO SPECTROMETER GLG 30-1800				
	от 2000 до 10000		± 100	

Таблица А.10 – Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений углов поворота гониометра в плоскостях С, γ

Значения углов поворота гониометра, °	Углы поворота гониометра, α , °		Абсолютная погрешность измерений углов поворота гониометра, °	
	Требования методики поверки	Измеренное значение	Требования методики поверки	Результат
Измерения угла поворота в плоскости С				
	0 до 360		$\pm 0,1$	
Измерения угла поворота в плоскости γ				
	0 до 360		$\pm 0,1$	

Рекомендации

средство измерений признать пригодным (или непригодным) к применению

Исполнители:

должность

подпись

фамилия, инициалы