

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов
«01» декабря 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Спектрорадиометр Spexbos 1211UV

Методика поверки

МП 052.М4-20

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода
«01» декабря 2020 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков
«01» декабря 2020 г.

Москва
2020 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на спектрорадиометр Specbos 1211UV (далее – спектрорадиометр), изготовленный Фирмой «JETI Technische Instrumente GmbH». Спектрорадиометр предназначен для измерения спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ), измерения спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО), определения индекса цветопередачи (общий и частные), оценки координат цветности (в различных цветовых пространствах), и оценки коррелированной цветовой температуры в соответствии с аттестованными методиками измерений (при использовании в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений), и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодической поверок. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 5-2012, ГЭТ 81-2009, ГЭТ 86-2017. Поверка спектрорадиометра выполняется методом прямых измерений.

1.2 Интервал между поверками 1 год.

1.3 Метрологические характеристики спектрорадиометра указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения яркости, кд/м^2	от 0,2 до 100000
Пределы допускаемого значения относительной погрешности измерения яркости, %	$\pm 6,0$
Диапазон измерения СПЭЯ, $\text{Вт}/(\text{ср}\cdot\text{м}^2\cdot\text{нм})$	от 0,001 до 0,3
Предел допускаемого значения относительной погрешности измерения СПЭЯ, %, в диапазоне длин волн: 350 – 450 нм св. 450 – 800 нм св. 800 – 1000 нм	$\pm 5,0$ $\pm 3,0$ $\pm 4,0$
Диапазон измерения освещенности, лк	от 1 до 100000
Пределы допускаемого значения относительной погрешности измерения освещенности, %	$\pm 3,5$
Диапазон измерения СПЭО, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{нм})$	от 0,00015 до 0,2
Предел допускаемого значения относительной погрешности измерения СПЭО, %, в диапазоне длин волн: 350 – 450 нм св. 450 – 600 нм св. 600 – 800 нм св. 800 – 1000 нм	$\pm 5,0$ $\pm 3,0$ $\pm 5,0$ $\pm 6,5$
Диапазон измерений координат цветности: x y	от 0,0039 до 0,7347 от 0,0048 до 0,8338
Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерений координат цветности: Δx Δy	$\pm 0,006$ $\pm 0,008$
Диапазон измерений коррелированной цветовой температуры, К	от 2000 до 8000
Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерений цветовой температуры, К	± 100
Диапазон измерений общего индекса цветопередачи, абс. ед.	от 1 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений индекса цветопередачи, абс. ед.	$\pm 1,9$

2 Перечень операции поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

№ п/п.	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность выполнения операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр средства измерений	7.1	Да	Да
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7.2	Да	Да
3	Проверка программного обеспечения средства измерений	7.3	Да	Да
4	Определение метрологических характеристик средства измерений	7.4		
5	Определение диапазона и относительной погрешности измерений СПЭЯ	7.4.1	Да	Да
7	Определение диапазона и относительной погрешности измерений СПЭО	7.4.2	Да	Да
9	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи	7.4.3	Да	Да
10	Определение диапазона и относительной погрешности измерений яркости	7.4.4	Да	Да
12	Определение диапазона и относительной погрешности измерений освещенности	7.4.5	Да	Да

2.2 Поверка спектрорадиометра прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операции, а спектрорадиометр признают не прошедшим поверку.

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

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +18 до +30;
- относительная влажность воздуха, % не более 70;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 105;
- напряжение питающей сети, В от 216 до 224;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

3.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим. В помещении не должно быть кислотных, щелочных и других газов, способных вызвать

значительную коррозию металлов, а также газообразных органических растворителей (бензина и разбавителя), способных вызвать коррозию краски.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица:

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть применены средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 - Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование средства измерения или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
7.4.1; 7.4.2	<p>Рабочий эталон единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещенности (далее – РЭ единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО) в соответствии с государственной поверочной схемой 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2815.</p> <p>Диапазон длин волн от 0,2 до 25,0 мкм; Диапазон измерений СПЭО от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт/м³; Пределы допускаемой относительной погрешности измерений СПЭО от 1,7 до 8,0 % в зависимости от длины волны; Диапазон измерений СПЭЯ от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^{12}$ Вт/ср·м³; Пределы допускаемой относительной погрешности измерений СПЭЯ от 1,7 до 8,0 % в зависимости от длины волны.</p>

7.4.3	<p>Рабочий эталон единиц координат цветности самосветящихся объектов (далее – РЭ единиц КЦ) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений координат цвета и координат цветности, белизны, блеска, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.11.2018 г. № 2516.</p> <p>Диапазон измерений координат цветности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - x от 0,004 до 0,734; - y от 0,005 до 0,834. <p>Пределы допускаемых абсолютных погрешностей измерения координат цветности для излучателей и излучателей полупроводниковых от $\pm 0,002$ до $\pm 0,005$;</p> <p>Диапазон измерений коррелированной цветовой температуры от 2000 до 10000 К;</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коррелированной цветовой температуры от ± 25 до ± 100 К;</p> <p>Диапазон измерений общего индекса цветопередачи от 1,0 до 100,0;</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности общего индекса цветопередачи $\pm 0,7$ абс. ед.</p>
7.4.4	<p>Рабочий эталон единицы яркости непрерывного излучения (далее – РЭ единицы яркости) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений световых величин непрерывного и импульсного излучений, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3460.</p> <p>Диапазон измерений яркости:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Яркометры с компаратором (источником яркости) от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^7$ кд/м²; - Диффузные источники от 1 до $8 \cdot 10^4$ кд/м². <p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений яркости от $\pm 0,8$ до $\pm 4,0$ %.</p>
7.4.5	<p>Рабочий эталон единицы освещенности непрерывного излучения (далее – РЭ единицы освещенности) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений световых величин непрерывного и импульсного излучений, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3460.</p> <p>Диапазон измерений освещенности от 1 до $2 \cdot 10^5$ лк;</p> <p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений освещенности от $\pm 0,4$ до $\pm 2,5$ %.</p>

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых профилометров с требуемой точностью.

5.3 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Работа со спектрорадиометром и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в нормативно-технической и эксплуатационной документации на спектрорадиометр и средства поверки.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 Внешним осмотром спектрорадиометра должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер спектродиометра;
- отсутствие механических повреждений на наружных поверхностях спектродиометра, влияющих на его работоспособность;
- чистота гнезд, разъемов, целостность соединительных кабелей;
- соответствие комплектности спектродиометра требованиям нормативно-технической документации (руководство по эксплуатации и описание типа).

7.1.2 Спектродиометр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если выполняются вышеописанные требования.

7.2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.2.1 Перед началом работы со спектродиометром необходимо внимательно изучить его руководство по эксплуатации.

7.2.2 Установить эталонный источник на юстировочный стол для исследования ламп из состава РЭ единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО, включить режим питания, предусмотренный для данного эталонного источника.

7.2.3 Подключить спектродиометр к ПК через USB кабель. Включить спектродиометр.

7.2.4 Включить персональный компьютер и запустить программное обеспечение нажатием кнопок «Start» → «Programms» → «JETI LiVal». На мониторе появится главный экран управления спектродиометром (рисунок 1).

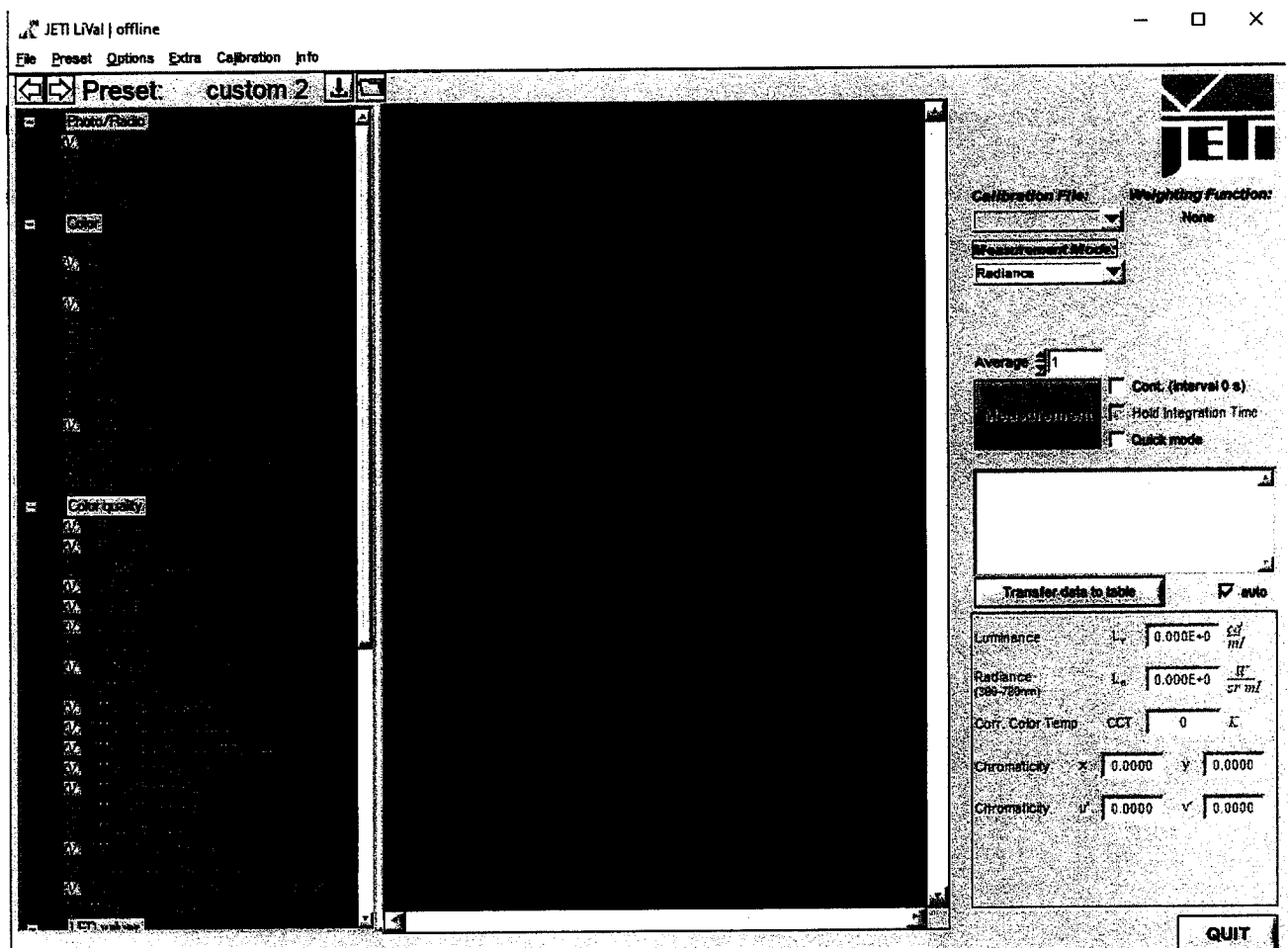


Рисунок 1 – Вид главного экрана программы JETI LiVal

7.2.5 В режиме главного экрана на клавиатуре нажать клавишу «F2». Откроется окно «Spectrum» (рисунок 2).

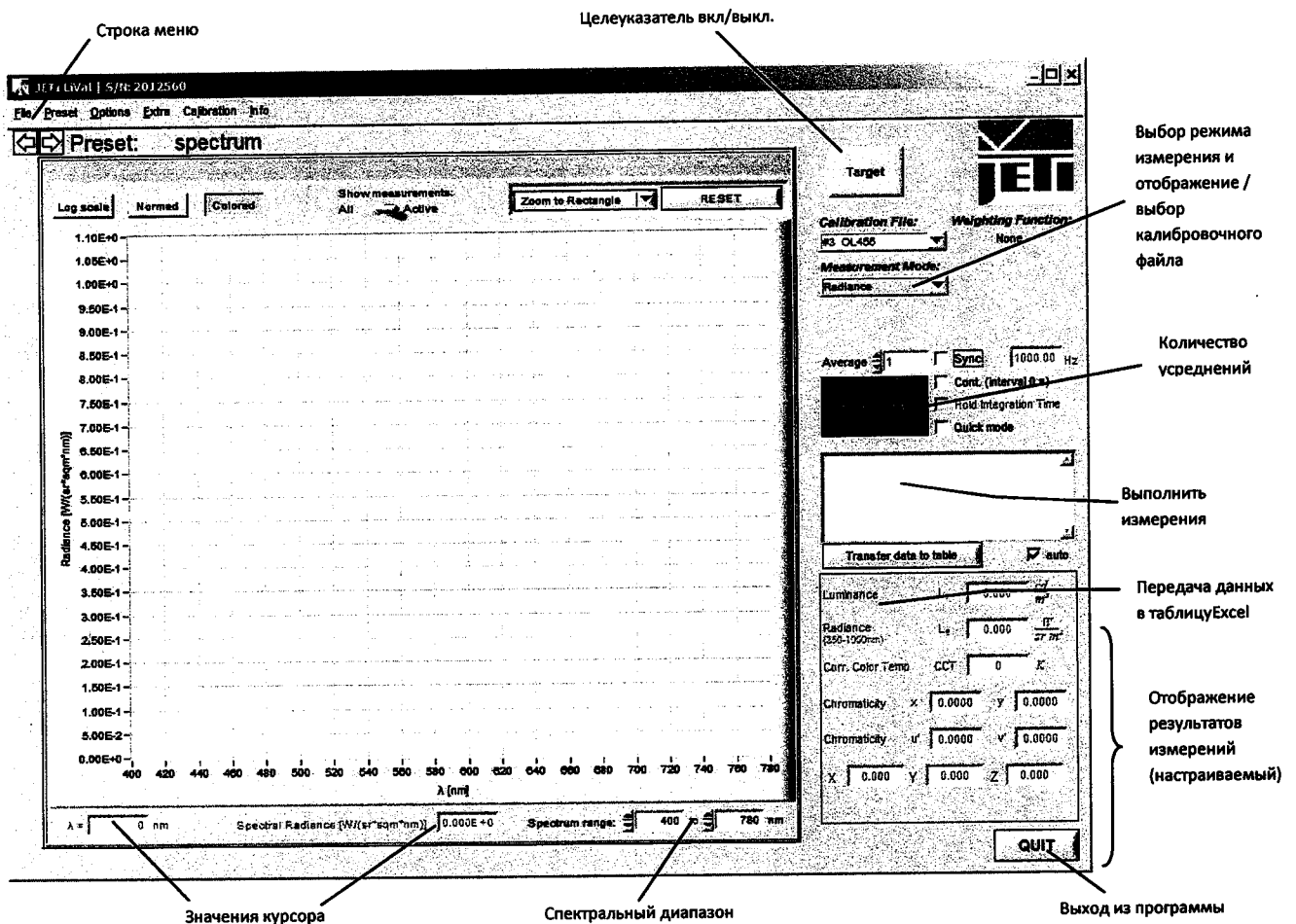


Рисунок 2 – Вид окна «Spectrum» программы JETI LiVal

7.2.6 Нажать клавишу «Target» для включения лазерного целеуказатель в виде круга с точкой. Установить спектрометрический диапазон таким образом, чтобы целеуказатель попал на эталонный источник.

7.2.7 В поле спектральный диапазон задать от 350 до 1000 нм.

7.2.8 Проверить в поле «Measurement Mode» установку режима «Radiance», в случае отсутствия установки перезагрузить программу.

7.2.9 Нажать клавишу «Measurement», чтобы начать измерение.

7.2.10 Спектрометрический диапазон считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если включение всех его компонентов прошло успешно и все органы управления работают исправно, а на мониторе компьютера отображаются значения измеренных параметров (рисунок 3).

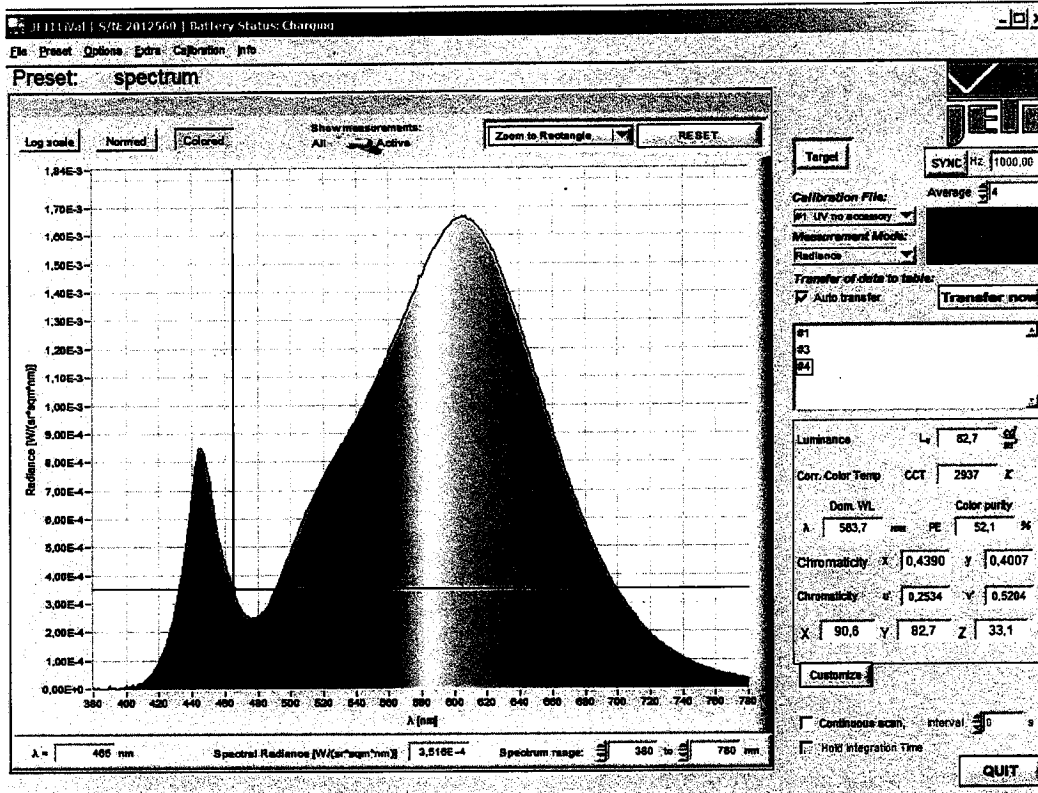


Рисунок 3 – Вид окна «Spectrum» после проведения измерений

7.3 Проверка программного обеспечения средства измерений

7.3.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных программного обеспечения сведениям, приведенным в описании типа на спектрорадиометр.

Версия программного обеспечения «JETI LiVal» отображается на экране монитора персонального компьютера при нажатии кнопок «F1» → «About» в окне справки (рисунок 4).

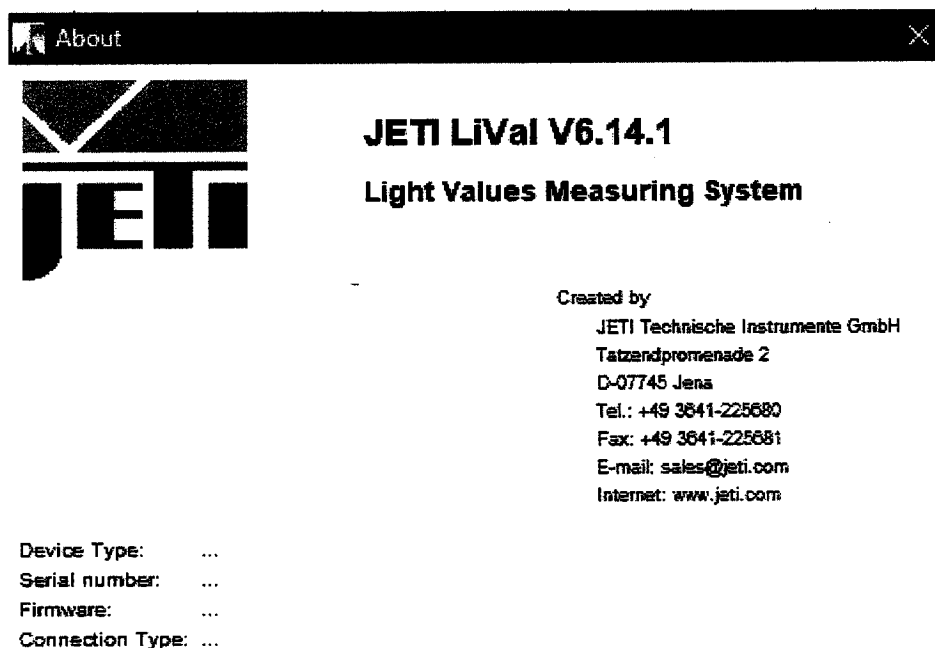


Рисунок 4 - Версия программного обеспечения

7.3.2 Спектрорадиометр 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
Идентификационное наименование ПО	JETI LiVal
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 16.14.1
Цифровой идентификатор ПО	-

7.4 Определение метрологических характеристик средства измерений

7.4.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерений СПЭЯ

7.4.1.1 Для измерения СПЭЯ в диапазоне длин волн от 350 до 1000 нм установить эталонный источник СПЭЯ на юстировочный стол оптического стенда из состава РЭ единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО.

7.4.1.2 Провести установку спектрорадиометра напротив эталонного источника СПЭЯ.

7.4.1.3 Установить спектрорадиометр на одной оптической оси с эталонным источником СПЭЯ. Спектрорадиометр освещают в направлении перпендикулярном к его приемной поверхности на расстоянии от эталонного источника СПЭЯ не менее чем 1 м, контролируя расстояние с помощью нутромера из состава РЭ единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО.

7.4.1.4 Открыть окно «Spectrum», выполнить операции по 7.2.5 - 7.2.9. Провести по пять измерений СПЭЯ для длин волн 350, 400, 450, 550, 600, 800, 1000 нм в соответствии с руководством по эксплуатации спектрорадиометра.

7.4.1.5 Сохранить результат измерений нажав кнопку «Transfer data to table» (рисунок 2). Указать путь сохранения и имя файла.

7.4.1.6 Обработку результатов измерений СПЭЯ провести в соответствии с 8.1.

7.4.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений СПЭО

7.4.2.1 Для измерения СПЭО в диапазоне длин волн от 350 до 1000 нм установить источник излучения СПЭО на юстировочный стол оптического стенда из состава РЭ единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО.

7.4.2.2 Установить спектрорадиометр на одной оптической оси с источником излучения на расстоянии 500 мм от приёмной головки спектрорадиометра, контролируя расстояние с помощью нутромера из состава РЭ единиц СПЭЯ, СПСИ, СПЭО.

7.4.2.3 Провести юстировку источника излучения и приемной головки спектрорадиометра. Для этого включить юстированный лазер и установить на место специальное юстировочное приспособление, являющиеся неотъемлемой принадлежностью источника излучения. Приёмная поверхность головки и поверхность стекла юстировочного приспособления должны располагаться в плоскостях, перпендикулярных оптической оси. При этом оптическая ось должна проходить через центр приемной поверхности головки и перекрестие на стекле юстировочного приспособления. Проверить с помощью нутромера, что расстояние от источника излучения до приемной головки составляет 500 мм.

7.4.2.4 Установить на спектрорадиометр диффузную насадку из его комплекта, в поле «Measurement Mode» проверить установку режима «Irradiance», если режим не установился - перезагрузить программу.

7.4.2.5 Открыть окно «Spectrum», выполнить операции по 7.2.5 - 7.2.9. Провести по пять измерений СПЭО для длин волн 350, 400, 450, 550, 600, 800, 1000 нм в соответствии с руководством по эксплуатации спектрорадиометра.

7.4.2.6 Сохранить результат измерений нажав кнопку «Transfer data to table» (рисунок 2). Указать путь сохранения и имя файла.

7.4.2.7 Обработку результатов измерений СПЭО провести в соответствии с 8.2.

7.4.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи.

7.4.3.1 Для измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи излучатель из набора полупроводниковых излучателей (далее – излучатель) устанавливаются на юстировочный стол оптического стенда из состава РЭ КЦ.

7.4.3.2 Открыть окно «Spectrum», выполнить операции по 7.2.5 - 7.2.9. Провести пять измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи в соответствии с руководством по эксплуатации спектрорадиометра.

7.4.3.3 Повторить операции по 7.4.3.1 - 7.4.3.2 для каждого излучателя из состава РЭ КЦ.

7.4.3.4 Обработку результатов измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи провести в соответствии с 8.3.

7.4.4 Определение диапазона и относительной погрешности измерений яркости

7.4.4.1 Установить спектрорадиометр на столик из состава РЭ единицы яркости. Установить источник яркости из состава РЭ единицы яркости и столик со спектрорадиометром на фотометрическую скамью из состава РЭ единицы яркости. Источник яркости и спектрорадиометр должны находиться в вертикальных плоскостях, перпендикулярных оси скамьи, а их центры находиться на одной оси на расстоянии не менее 1 м. Расстояние контролировать с помощью средства измерения расстояния из состава РЭ единицы яркости.

7.4.4.2 Закрепить неподвижно источник яркости на фотометрической скамье и вывести на рабочий режим в соответствии с его руководством по эксплуатации.

7.4.4.3 Установить на источнике яркости значение яркости $0,2 \text{ кд/м}^2$ в соответствии с его руководством по эксплуатации.

7.4.4.4 Нацелить спектрорадиометр на источник яркости с помощью лазерного целеуказателя.

7.4.4.5 Провести измерения яркости спектрорадиометром в соответствии с его руководством по эксплуатации. Провести измерения яркости пять раз.

7.4.4.6 Повторить 7.4.4.4 - 7.4.4.5, установив на источнике яркости значения яркости 1, 10, 500, 1000, 5000, 10000, 30000, 50000, 70000, 100000 кд/м^2 .

7.4.4.7 Обработку результатов измерений яркости провести в соответствии с 8.4.

7.4.5 Определение диапазона и относительной погрешности измерений освещенности

7.4.5.1 Установить источник излучения на оптический стенд РЭ единицы освещенности. Создать на источнике излучения освещенность около 1 лк в соответствии с его руководством по эксплуатации. Провести измерение освещенности эталонным фотометром из состава РЭ единицы освещенности в соответствии с его руководством по эксплуатации и зафиксировать результат измерения.

7.4.5.2 Установить на спектрорадиометр диффузную насадку из его комплекта.

7.4.5.2 Установить спектрорадиометр на одной оптической оси с источником излучения в одной плоскости с эталонным фотометром из состава РЭ единицы освещенности.

7.4.5.3 Нацелить спектрорадиометр на источник излучения с помощью лазерного целеуказателя.

7.4.5.4 Выполнить операции по 7.2.5 - 7.2.9 и произвести измерения освещенности пять раз в соответствии с его руководством по эксплуатации.

7.4.5.5 Повторить измерения по 7.4.5.1 – 7.4.5.4 для значений освещенности около 10, 100, 8000, 20000, 100000 лк.

7.4.5.6 Обработку результатов измерений освещенности провести в соответствии с 8.5.

8 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Обработка результатов измерений СПЭЯ

8.1.1 Рассчитать среднее арифметическое результатов измерений СПЭЯ, полученных на длинах волн 350, 400, 450, 550, 600, 800, 1000 нм, по формуле (1):

$$\bar{L}_{\lambda}(\lambda) = \frac{\sum_{i=1}^n L_{\lambda,i}(\lambda)}{n}, \quad (1)$$

где $L_{\lambda,i}(\lambda)$ – значения СПЭЯ, измеренные спектрорадиометром на длине волны λ , Вт/(ср·м²·нм).

i – номер измерения;

n – количество измерений;

λ – длина волны, нм.

8.1.2 Относительное отклонение результатов измерений СПЭЯ $\delta_{СПЭЯ,i}(\lambda)$, %, вычисляют отдельно для каждой длины волны λ (350, 400, 450, 550, 600, 800, 1000 нм) по формуле (2):

$$\delta_{СПЭЯ}(\lambda) = \frac{(\bar{L}_{\lambda}(\lambda) - L_{\lambda,эт}(\lambda))}{L_{\lambda,эт}(\lambda)} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $\bar{L}_{\lambda}(\lambda)$ – среднее арифметическое значение СПЭЯ, рассчитанное по формуле (1), Вт/(ср·м²·нм);

$L_{\lambda,эт}(\lambda)$ – значение СПЭЯ эталонного источника СПЭЯ на длине волны λ , указанное в сертификате калибровки, Вт/(ср·м²·нм).

8.1.3 Относительную погрешность измерений СПЭЯ Δ_0 , %, рассчитывают по формуле (3):

$$\Delta_0 = \pm (|\Delta_{0,\lambda,эт}| + |\delta_{СПЭЯ}(\lambda)|), \quad (3)$$

где $\Delta_{0,\lambda,эт}$ – относительная погрешность измерений СПЭЯ источника излучения из свидетельства о поверке на него, %.

8.1.4 Спектрорадиометр считается прошедшим операцию поверки по 7.4.1 с положительным результатом, если диапазон измерений СПЭЯ составляет от 0,001 до 0,3 Вт/(ср·м²·нм) и относительная погрешность измерений СПЭЯ не превышает ± 5 % в диапазоне длин волн от 350 до 450 нм; ± 3 % в диапазоне длин волн св. 450 до 800 нм; ± 4 % в диапазоне длин волн св. 800 до 1000 нм.

8.2 Обработка результатов измерений СПЭО

8.2.1 Рассчитать среднее арифметическое результатов измерений СПЭО, полученных на длинах волн 350, 400, 450, 550, 600, 800, 1000 нм, по формуле (4):

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

где $E_{\lambda,i}(\lambda)$ – значение СПЭО, измеренное спектро радиометром на длине волны λ , Вт/(м²·нм);

i – номер измерения;

n – количество измерений.

8.2.2 Относительное отклонение результатов измерений СПЭО вычисляют отдельно для каждой длины волны λ (350, 400, 450, 550, 600, 800, 1000 нм) по формуле (5):

$$\delta_{СПЭО}(\lambda) = \frac{(\bar{E}_\lambda(\lambda) - E_{\lambda,эм}(\lambda))}{E_{\lambda,эм}(\lambda)} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где $\bar{E}_\lambda(\lambda)$ – среднее значение СПЭО, рассчитанное по формуле (3), Вт/(м²·нм);

$E_{\lambda,эм}(\lambda)$ – значение СПЭО источника излучения на длине волны λ , указанное в сертификате калибровки, Вт/(м²·нм).

8.2.3 Относительную погрешность измерений СПЭО Δ_0 , %, рассчитывают по формуле (6):

$$\Delta_0 = \pm (|\Delta_{0\lambda\varepsilon}| + |\delta_{СПЭО,i}(\lambda)|), \quad (6)$$

где $\Delta_{0\lambda\varepsilon}$ – относительная погрешность измерений СПЭО источника излучения из свидетельства о поверке на него, %.

8.2.4 Спектро радиометр считается прошедшим операцию поверки по 7.4.2 с положительным результатом, если диапазон измерений СПЭО составляет от 0,00015 до 0,2 Вт/(м²·нм) и относительная погрешность измерений СПЭО не превышает ± 5 % в диапазоне длин волн от 350 до 450 нм; ± 3 % в диапазоне длин волн св. 450 до 600 нм; ± 5 % в диапазоне длин волн св. 600 до 800 нм; $\pm 6,5$ % в диапазоне длин волн св. 800 до 1000 нм.

8.3 Обработка результатов измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи

8.3.1 Рассчитать среднее арифметическое значение по пяти измерениям координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи для каждого излучателя формулам (7) – (10) соответственно:

$$\bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{k,i}; \quad (7)$$

$$\bar{y}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{k,i}; \quad (8)$$

$$\bar{T}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{k,i}; \quad (9)$$

$$\bar{R}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{k,i}; \quad (10)$$

где $x_{k,i}$, $y_{k,i}$ – координаты цветности, измеренные спектро радиометром;

$T_{k,i}$ – коррелированная цветовая температура, измеренная спектрорадиометром,
К;

$R_{k,i}$ – общий индекс цветопередачи, измеренный спектрорадиометром, абс. ед.;
 i – номер измерения;
 n – число измерений;
 k – номер излучателя.

8.3.2 Отклонение результатов измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи определяется по формуле (11):

$$\Delta_{Акизм} = |\bar{A}_k - A_{кэ}| \quad (11)$$

где $A_{кэ}$ – значение координат цветности, коррелированной цветовой температуры, общего индекса цветопередачи излучателя в соответствии с сертификатом калибровки.

8.3.3 Абсолютная погрешности измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи рассчитывают по формуле (12):

$$\Delta_{Ак} = \pm (|\Delta_{Акэ}| + |\Delta_{Акизм}|), \quad (12)$$

где $\Delta_{Акэ}$ – абсолютная погрешность измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи излучателя из свидетельства о поверке на него.

8.3.4 Спектрорадиометр считается прошедшим операцию поверки по 7.4.3 с положительным результатом, если диапазон измерений координат цветности составляет для x : от 0,0039 до 0,7347, для y : от 0,0048 до 0,8338, диапазон измерений коррелированной цветовой температуры составляет от 2000 до 8000 К, диапазон измерений общего индекса цветопередачи составляет от 1 до 100 абс. ед.; абсолютная погрешность измерений координат цветности x и y не превышает $\pm 0,006$ для координаты x и $\pm 0,008$ для координаты y , коррелированной цветовой температуры не превышает ± 100 К, общего индекса цветопередачи не превышает $\pm 1,9$ абс. ед.

8.4 Обработка результатов измерений яркости

8.4.1 Рассчитать среднее арифметическое результатов измерений для k -го значения яркости по формуле (13):

$$\bar{L}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{ki}, \quad (13)$$

где L_{ki} – яркость, измеренная спектрорадиометром, кд/м²;
 i – номер измерения;
 n – число измерений.

8.4.2 Относительное отклонение результатов измерений яркости определяется по формуле (14):

$$\delta_{L,k} = \frac{L_k - L_{кэ}}{L_{кэ}} \cdot 100 \%, \quad (14)$$

где $L_{kэ}$ – значение яркости источника яркости, кд/м², в соответствии с сертификатом калибровки.

8.4.3 Относительную погрешность измерений яркости рассчитывают по формуле (15):

$$\Delta_0 = \pm (|\Delta_{0Lэk}| + |\delta_{Lk}|), \quad (15)$$

где $\Delta_{0Lэk}$ – относительная погрешность измерений яркости источника яркости, %, из свидетельства о поверке на него.

8.4.4 Спектрорадиометр считается прошедшим операцию поверки по 7.4.4 с положительным результатом, если диапазон измерений яркости составляет от 0,2 до 100000 кд/м², а относительная погрешность измерений яркости не превышает $\pm 6\%$.

8.5 Обработка результатов измерений освещенности

8.5.1 Рассчитать среднее арифметическое результатов измерений освещенности по формуле (16):

$$\bar{E}_v = \frac{1}{n} \sum E_{vi}, \quad (16)$$

где E_{vi} – освещенность, измеренная спектрорадиометром, лк;
 i – номер измерения.

8.5.2 Относительное отклонение результатов измерений освещенности определяется по формуле (17):

$$\delta_{E_v} = \frac{\bar{E}_v - E_{vэ}}{E_{vэ}} \cdot 100 \%, \quad (17)$$

где $E_{vэ}$ – значение освещенности от источника излучения, лк, измеренное эталонным фотометром.

8.5.3 Относительную погрешность измерений освещенности рассчитывают по формуле (18):

$$\Delta_0 = \pm (|\Delta_{0Eэ}| + |\delta_{E_v}|), \quad (18)$$

где $\Delta_{0Eэ}$ – относительная погрешность измерений освещенности эталонного фотометра, %, из свидетельства о поверке на него.

8.5.4 Спектрорадиометр считается прошедшим операцию поверки по 7.4.5 с положительным результатом, если диапазон измерений освещенности составляет от 1 до 100000 лк, а относительная погрешность измерений освещенности не превышает $\pm 3,5\%$.

8.6 Спектрорадиометр считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае спектрорадиометр считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

9 Оформление результатов поверки

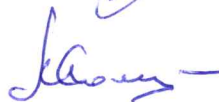
9.1 Результаты поверки оформляются протоколом (Приложение А). Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник лаборатории ФГУП «ВНИИОФИ»



Б.Б. Хлевной

Ведущий инженер ФГУП «ВНИИОФИ»



М.В. Солодилов

