

родности получаемых результатов. Процесс оценки транспарентен, хорошо контролируем и компьютеризируем.

Недостатком этого метода является большее количество этапов, что требует больших затрат времени на обучение и проведение оценки.

УДК 681.7

## МЕТОДИКА РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «КАМЕЯ»

Цикман И.М., Беляев Ю.В., Попков А.П.

*Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета  
Минск, Республика Беларусь*

По разработанной методике проводится радиометрическая калибровка эталонных источников излучения специализированного метрологического комплекса «Камея» [1] в диапазоне 0,35-2,5 мкм.

Эталонные источники излучения комплекса – монохроматический и два диффузных излучателя ДИ-2 и ДИ-3 комплекса калибруются в единицах спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) с помощью рабочих эталонов, обеспечивающих прослеживаемость при передаче единицы СПЭЯ до Государственных эталонов Российской Федерации.

Исходными (рабочими) эталонами комплекса являются ленточная лампа ТРУ1100-2350 и диффузный излучатель ДИ-1 в виде фотометрической сферы диаметром 150 мм с диаметром входного зрачка 50 мм, освещаемой двумя галогенными лампами.

С помощью ленточной лампы ранее калибровались как монохроматический, так и диффузные источники излучения комплекса. Необходимость иметь в качестве исходного эталона кроме ленточной лампы рабочий эталон в виде компактной переносной сферы определяется несколькими факторами. При калибровке широко апертурных (240 мм) диффузных излучателей ДИ-2 и ДИ-3 методом компарирования с использованием ленточной лампы необходимо точное согласование узкого поля зрения лампы вследствие малого излучаемого участка ленты (размеры 0,6×0,8 мм). Уровень СПЭЯ излучения ленточной лампы превышает в несколько тысяч раз уровень СПЭЯ диффузных излучателей комплекса и уровень яркости излучения, регистрируемый средствами дистанционного зондирования от природных объектов. После создания в 2010 году Государственного первичного специального эталона СПЭЯ ГЭТ 179-2010 во ВНИИОФИ г. Москва появилась возможность калибровки с высокой точностью (~2,5±3%) созданной переносной фотометрической сферы малого диаметра ДИ-1 (рабочего эталона комплекса).

1. Орлов А.И. Экспертные оценки. Учебное пособие/ А.И. Орлов.– Москва, 2002.– 31 с.
2. Храмов В.В. Теория и методика оздоровительной физической культуры: X 89 Тексты лекций. – Гродно: ГрГУ, 2000. – 80 с.

Калибровка спектрометров и других средств измерений СПЭЯ с входным зрачком до 50 мм может осуществляться непосредственно по диффузному излучателю ДИ-1 (рис. 1). При этом сокращается до двух количество ступеней передачи единицы СПЭЯ от ГЭТ179-2010 и соответственно повышается точность передачи единиц СПЭЯ.

Рассматриваемый ранее [2] способ передачи единицы СПЭЯ от ГЭТ179-2010 с помощью переносного высокоточного спектрометра ПВС-02 также имеет две ступени, но отличается методом передачи единицы СПЭЯ. Спектрометр ПВС-02 в данном случае является компаратором, с помощью которого величина единицы передается от диффузного излучателя Государственного эталона ГЭТ 179-2010 к диффузному излучателю ДИ-2 (ДИ-3), разделенных территориально. В этом случае перемещению на значительные расстояния (перевозке) подвергается спектральный прибор ПВС-02, что влечет строгое соблюдения правил транспортировки оптических приборов. Транспортировка же сферы малого диаметра – диффузного излучателя ДИ-1 не имеет такой сложности и к тому же калибровка ее является более бюджетной.

По откалиброванным во ВНИИОФИ г. Москва рабочим эталонам (ТРУ1100, ДИ-1) производится калибровка источников излучения комплекса – рабочих эталонов СПЭЯ второго разряда. Калибровка (передача величины единицы СПЭЯ) производится методом компарирования по разработанной методике. Спектральный компаратор выполнен на основе монохроматора МДР-23 с двумя приемниками излучения. Один приемник – на видимую и ближнюю инфракрасную область спектра 0,35-1,0 мкм (ПВД), другой – на область 1,0-2,5 мкм (ПИК).

Оба приемника имеют термоэлектрическое охлаждение (на основе эффекта Пельтье). На многопиксельные (матричные и линейчатые) приемники проецируется монохроматором компаратора излучение от рабочих эталонов комплекса последовательно на различных длинах

волн. Статистическая обработка множества сигналов от пикселей приемников излучения позволяет производить обработку данных не только по

многократным (несколько десятков) измерениям, но и по пространственному распределению сигналов пикселей поперек щели.

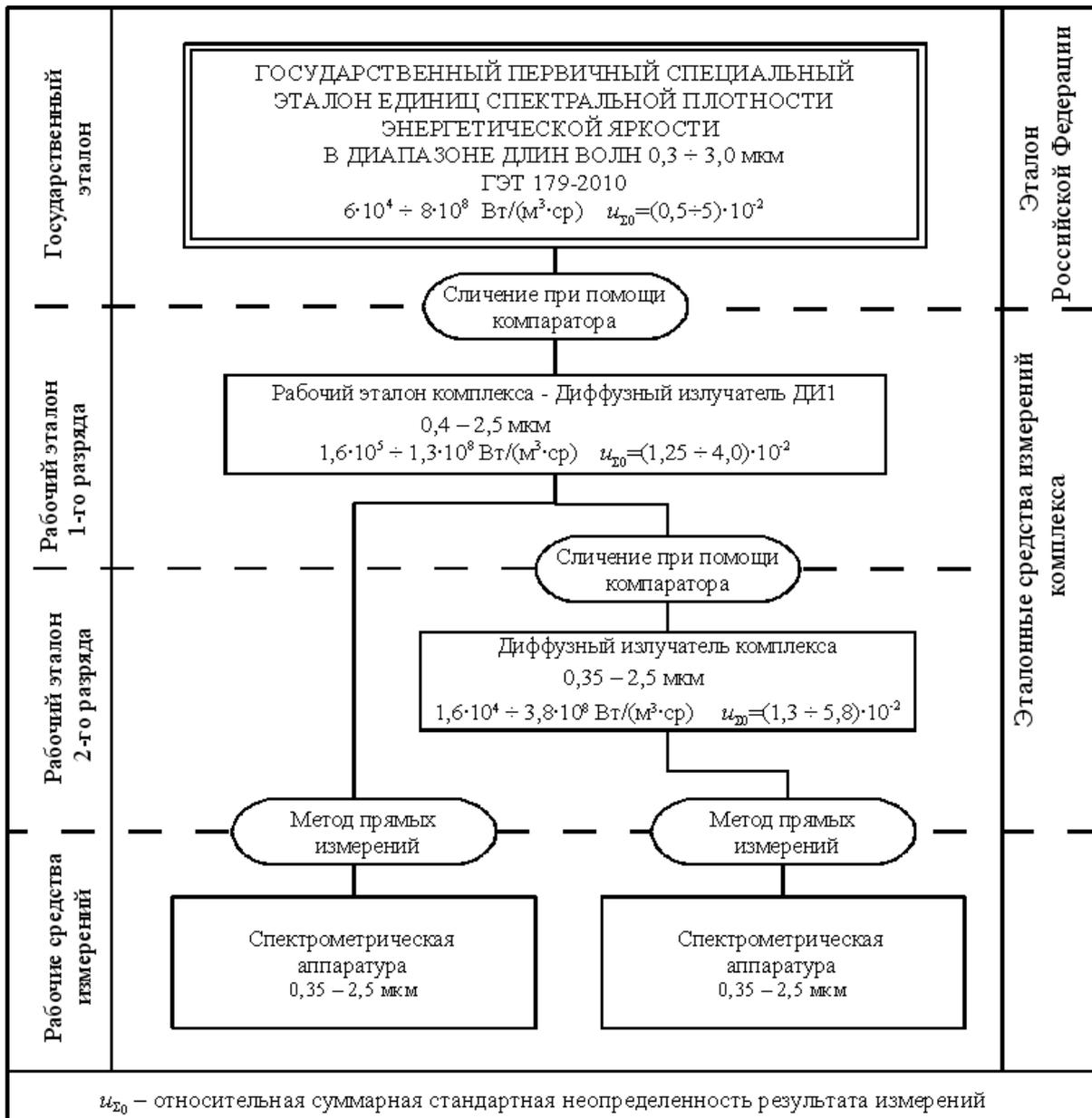


Рисунок 1 – Схема передачи единицы СПЭЯ посредством метрологического комплекса «Камя»

Составление по результатам калибровки бюджетов неопределенностей измеряемых величин СПЭЯ позволяет выявлять источники погрешностей измерений при передаче единицы СПЭЯ и определять оптимальный метод калибровки систем дистанционного зондирования в диапазоне 0,35-2,5 мкм.

1. Цикман, И.М. Специализированный метрологический комплекс спектрально-энергетических калибровок систем оптического дистанционного зондирования / И.М. Цикман,

Ю.В. Беляев, А.П. Попков // Приборостроение-2012 г. / Белорус. нац. техн. ун-т, Белорус. гос. ин-т метрологии, Институт приклад. физики НАН Беларуси ; редкол.: О.К. Гусев [и др.]. – Минск : БНТУ, 2012г. – С. 234-236.

2. Энергетическая калибровка съемочной аппаратуры для дистанционного зондирования / И.М. Цикман и [и др.] // Метрология и приборостроение. – 2012. – № 3(58). – С. 13-20.