

УДК 53.082.52

**ЭТАЛОНЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В ОБЛАСТИ ФОТОМЕТРИИ***Баковец Н.В.<sup>1</sup>, Никоненко С.В.<sup>2</sup>, Скумс Д.В.<sup>1</sup>, Тарасова О.Б.<sup>1</sup>*<sup>1</sup> Белорусский государственный институт метрологии, г. Минск, Республика Беларусь<sup>2</sup> Институт физики НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

*Статья знакомит с эталонной базой Республики Беларусь в области фотометрии. Научные исследования, проводимые на эталонах, могут заинтересовать специалистов, работающих в областях машиностроения, приборостроения, медицины, сельского хозяйства и др. (E-mail: dmitri\_scums@mail.ru)*

**Ключевые слова:** фотометрия, спектральная чувствительность, сила света, освещенность, белизна.

**Введение**

Формирование системы обеспечения единства измерений в области фотометрии в Республике Беларусь началось в середине 1990-х гг. Ведущая роль в этой работе принадлежит Белорусскому государственному институту метрологии (БелГИМ), на который, возложены функции главного центра национальных эталонов.

В настоящее время эталонная база Республики Беларусь в области фотометрии включает: Национальный эталон единиц цвета, спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения в диапазоне длин волн 0,20–2,5 мкм (НЭ РБ 3-00); Национальный эталон единиц силы света и освещенности (НЭ РБ 8-02); Национальный эталон единицы спектральной чувствительности приемников излучения (НЭ РБ 17-10) и Исходный эталон единицы белизны (ИЭ РБ 13-08).

**Национальный эталон единиц цвета, спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения в диапазоне длин волн 0,20–2,5 мкм**

Эталон разработан и введен в действие в 2000 г. Базируется на прецизионном спектрофотометре «Cary-500 Scan». Воспроизведение, хранение и передача размера единиц нижестоящим по рангу эталонам и рабочим средствам измерения (СИ) осуществляется с помощью: мер цвета, выполненных из про-

зрачного и опалового цветного стекла; мер спектральных коэффициентов направленного пропускания, выполненных из кварцевого стекла и стекла типа НС; мер спектральных коэффициентов диффузного отражения, выполненных из молочного стекла типа МС и прессованного порошка политетрафторэтилена (PTFE).

Точность воспроизведения единиц цвета, спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения подтверждена результатами международных сличений с аналогичными эталонами Польши, Словакии, России, Франции и Украины. В настоящее время БелГИМ принимает участие в ключевых сличениях COOMET.PR-S5 «Спектральные коэффициенты направленного пропускания в ультрафиолетовой и видимой областях спектра», в состав участников которых входят INIMET (Куба), INMETRO (Бразилия), SMU (Словакия), Укрметртестстандарт (Киев, Украина) и НПЦ «Институт метрологии» (Харьков, Украина). Технические характеристики эталона представлены в таблице 1.

С помощью эталона проводятся совместные научно-исследовательские работы с институтами Национальной академии наук Беларуси, предприятиями оптической, химической, пищевой промышленности, медицины, архитектуры и строительства. БелГИМ принимает активное участие в сертификационных испытаниях образцов дорожных знаков и дорожной разметки, регистрационных знаков и знаков пожарной безопасности.

Технические характеристики эталона единиц цвета, спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения

Измеряемая величина	Диапазон	Расширенная неопределенность ( $k = 1,65$ ; $p = 0,95$ )
Спектральные коэффициенты направленного пропускания в диапазоне длин волн от 0,2 до 2,5 мкм	От 1,0 до 99,0 %	0,12 %
Спектральные коэффициенты диффузного отражения в диапазоне длин волн от 0,25 до 2,5 мкм	От 1,0 до 100,0 %	0,5 %
Координаты цвета и цветности	Координата цвета X: от 2,5 до 109,0	0,25 (светоотражающие образцы) 0,10 (прозрачные образцы)
	Координата цвета Y: от 1,4 до 98,0	
	Координата цвета Z: от 1,7 до 107,0	
	Координата цветности x: от 0,0039 до 0,1000	0,0007 (светоотражающие и прозрачные образцы)
	Координата цветности y: от 0,0048 до 0,1000	

**Национальный эталон единиц силы света и освещенности**

Эталон разработан и введен в действие в 2002 г. Он воспроизводит, хранит и передает нижестоящим по рангу эталонам и рабочим СИ единицы силы света, освещенности, коррелированной цветовой температуры и цветности.

В состав эталона входят: оптическая скамья; группа светоизмерительных ламп; группа прецизионных приемников оптического излучения; системы измерения расстояний, питания светоизмерительных ламп и регистрации информации. В период с 2007 по 2010 г. была проведена модернизация, в результате которой состав эталона дополнился колориметрическим блоком и блоком малых уровней освещенностей.

Точность воспроизведения единиц силы света и освещенности подтверждена результатами сличений с эталонами Польши и Украины. В настоящее время БелГИМ принимает участие в ключевых сличениях EUROMET.PR-K3.a «Сила света», координатором которых является РТВ (Германия) и в ключевых сличениях COOMET.PR-K3a «Сила света и освещенность», где координатор – БелГИМ. Технические характеристики эталона представлены в таблице 2.

С помощью эталона проводятся исследования различных энергосберегающих источников оптического излучения и изделий, изготовленных на их основе; калибровка люксметров, фотометров, яркомеров и колориметров. Постоянными заказчиками БелГИМ являются ведущие в Республике Беларусь предприятия телевизионной техники, оптического приборостроения, машиностроения и светового дизайна.

Таблица 2

## Технические характеристики эталона единиц силы света и освещенности

Измеряемая величина	Диапазон	Неисключенная систематическая погрешность
Сила света	От 5 до 1500 кд	0,8 %
Освещенность	От 0,001 до 1 лк от 1 до 2000 лк	2,0 %
Цветовая температура	От 2360 до 2856 К	6 К
Коррелированная цветовая температура	От 2000 до 12000 К	6 К
Координаты цветности	Координата x: от 0,0039 до 0,7347 Координата y: от 0,0048 до 0,8338	0,001
Яркость	От 10 до 80000 кд/м <sup>2</sup>	6 %

## Национальный эталон единицы спектральной чувствительности приемников излучения

Таблица 3

## Технические характеристики эталона единицы спектральной чувствительности приемников излучения

В 2010 г. эталонная база Республики Беларусь в области фотометрии пополнилась национальным эталоном, который воспроизводит, хранит и передает единицу спектральной чувствительности приемников оптического излучения. Актуальность создания этого эталона состоит в том, что к настоящему времени в области фотометрии и радиометрии приоритетным направлением являются новые разработки систем освещения со сложным спектральным составом, отличающимся от спектров ламп накаливания. Особая роль отводится приемникам излучения, спектральная чувствительность которых оказывает влияние на точность измерения фотометрических величин. В состав эталона входят: монохроматор уникальной разработки со встроенным в его корпус приемником-свидетелем для устранения влияния флуктуаций осветителя; группа трап-детекторов, изготовленных на основе приемников оптического излучения S 1337 (Hamamatsu, Япония); передвижная механизированная платформа; видеокамера для юстировки приемников оптического излучения. Технические характеристики эталона представлены в таблице 3.

Измеряемая величина	Диапазон	Расширенная неопределенность (k = 1,65; p = 0,95)
Спектральная чувствительность приемников излучения	от 350 до 400 нм	0,965 %
	от 400 до 750 нм	0,342 %
	от 750 до 1100 нм	0,373 %

С помощью эталона проводятся исследования приемников оптического излучения, применяемых в качестве светочувствительного элемента в фотометрах различного назначения. Заинтересованность в проведении исследований проявили предприятия оптической и радиоэлектронной промышленности, учебные заведения и научно-исследовательские институты.

### Исходный эталон единицы белизны

Эталон разработан и введен в действие в 2008 г. Предназначен для хранения и передачи единицы белизны различных светоотражающих материалов нижестоящим по рангу эталонам и рабочим СИ. Базируется на группе прецизионных спектроколориметров с различной геометрией освещения/наблюдения: «Elrepho», «X-Rite 8400», «Color-Eye 2145» и мерах белизны, изготовленных из молочного стекла типа МС-20 и бумаги, содержащей флуоресцирующие оптические вещества (ФОВ). Эталон получает единицу белизны от шведского института «INNVENTIA»,

который имеет ранг уполномоченной лаборатории Технического комитета ИСО/ТК6 «Бумага, картон и целлюлоза». Технические характеристики эталона представлены в таблице 4.

Для многих промышленных предприятий белизна является важным показателем качества выпускаемой продукции, а также фактором коммерческого успеха. Белизна характеризует качество изготовления бумаги или текстиля, сортность муки и хлебопродуктов, в красках и пластмассах качество белого пигмента определяет, насколько точно будет воспроизводиться цветовой тон или пастельный оттенок.

Таблица 4

Технические характеристики эталона единицы белизны

Измеряемая величина	Диапазон	Расширенная неопределенность ( $k = 1,65$ ; $p = 0,95$ )
Яркость по ИСО, $R_{457}$	От 0 до 200 единиц белизны, выраженных в %	0,5 единиц белизны (для материалов, содержащих ФОВ)
Индекс белизны по МКО	От 0 до 200 единиц белизны, выраженных в %	1,0 единиц белизны (для материалов, не содержащих ФОВ)

### Заключение

Белорусским государственным институтом метрологии создан парк эталонов в области фотометрии. Эталонные средства измерений и установки позволяют хранить и передавать подчиненным эталонам следующие единицы: единицу силы света и освещенности; единицы координат цвета и цветности, спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения, спектральной чувствительности приемников излучения, белизны. Метрологические характеристики эталона единиц спектральных коэффи-

циентов направленного пропускания и диффузного отражения подтверждены международными сличениями.

Созданные эталоны почти полностью удовлетворяют текущие потребности потребителей и отвечают мировым стандартам. В настоящее время в Белорусском государственном институте метрологии ведутся работы по созданию национального эталона единицы светового потока. После его введения в эксплуатацию БелГИМ сможет полностью обеспечить потребности организаций и предприятий Республики Беларусь в обеспечении единства измерений фото и колориметрических величин.

Bakovets N.V., Niknenko S.V., Skums D.V., Tarasova O.B.

### Standards of Belarus in the field of photometry

The article introduces a standard base of Belarus in the field of photometry. Scientific research conducted on the standards can be interest for professionals working in the areas of mechanical engineering, instrument, medicine, agriculture and other. (E-mail: dmitri\_scums@mail.ru)

**Key words:** photometry, spectral responsivity, luminous intensity, brightness, whiteness.

Поступила в редакцию 03.09.2012