

Рисунок 2 – Взаимосвязь энтропии и неопределенности

Взаимосвязь между энтропией и неопределенностью имеет вид:

$$H = 2 \ln U, U(H) = e^H / 2 \quad (2)$$

где H – полная остаточная энтропия, бит; $U(H)$ – энтропийный интервал неопределенности, бит.

На основе данных распределений авторами построены зависимости, отражающие взаимосвязь информационной энтропии и неопределенности (рисунок 3). Установлено, что наиболее точным является равномерное распределение.

Применение теории информации с использованием энтропийного подхода является общим принципом, способом описания и оценки неопределенности результата измерений, пригодным для использования в равной степени как в метрических, так и неметрических шкалах.

1 Ежова К.В. Моделирование и обработка изображений. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2011. – 93 с.

2. Немировский В.Б., Стоянов А.К. Предобработка изображений одномерными точечными отображениями. Известия Томского политехнического университета № 5 / том 319 / 2011.

3 Арбузников Е.А., Загребнюк В.И., Кумыш В.Ю. Метод адаптивного определения количества уровней квантования цифровых изображений, основанный на анализе градаций яркости. Восточно-Европейский журнал передовых технологий № 2 (42) / том 6 / 2009.

4 Информационное описание измерения. Режим доступа: <http://it.fitib.altstu.ru/neud/toiit/index.php?doc=teor&module=2>. Дата доступа 18.09.2016.

УДК 535.3

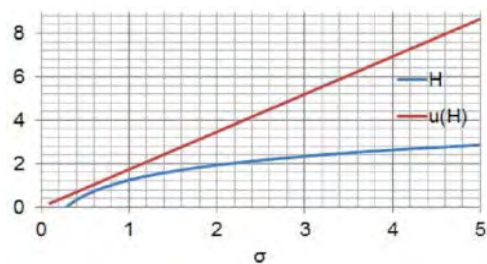
ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВЕТОВОЗВРАЩЕНИЯ

Савкова Е.Н., Сернов С.П., Клевитская Е.Д.

Белорусский национальный технический университет

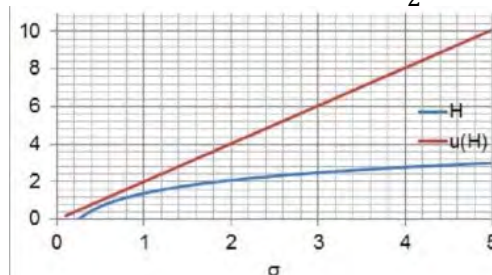
Стремительное увеличение парка транспортных средств в Республике Беларусь обуславливает необходимость развития методов обеспечения дорожной безопасности и пропускной спо-

собности дорог. Светотехническое оборудование элементов транспортных средств и дорожных знаков, а также иные дорожные полотна следует



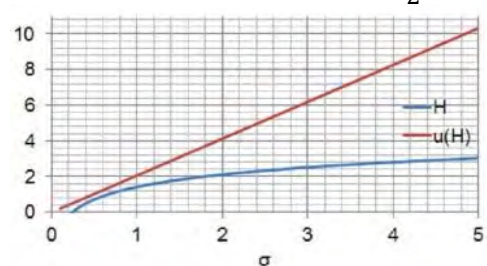
Равномерный закон:

$$H = \ln(2\sqrt{3}\sigma), U(H) = e^{2\sqrt{3}\sigma} / 2$$



Треугольный закон:

$$H = \ln(\sqrt{6e}\sigma), U(H) = e^{\sqrt{6e}\sigma} / 2$$



Нормальный закон:

$$H = \ln(\sqrt{2\pi e}\sigma), U(H) = e^{\sqrt{2\pi e}\sigma} / 2$$

Рисунок 3 – Зависимость энтропии и неопределенности от СКО

сертифицировать на соответствие правилам ЕЭК ООН и др.

В настоящее время разработано и внесено в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь около 500 типов ГСО, однако, требуемые для проведения испытаний типы СО отсутствуют и не находятся в стадии разработки у организаций-разработчиков.

На базе аккредитованного Центра испытаний светотехнического оборудования автотранспортных средств научно-исследовательской лаборатории оптико-электронного приборостроения научно-технической части (далее НИР ЦИСО) созданы три единичных экземпляра стандартных образцов разного цвета и структур, необходимых для построения градуировочных характеристик в требуемом диапазоне измерений:

№1 – образец желтого цвета «гладкой» структуры;

№2 – образец белого цвета «гладкой» структуры;

№3 – образец белого цвета «сотовой» структуры.

В качестве отдельного СО выступает металлическая пластина с наклеенной светоотражающей плёнкой алмазного типа. Данные материалы были выбраны благодаря способности долговременно сохранять свои фотометрические характеристики неизменными.

Прослеживаемость до Национального эталона единицы силы света и освещенности НЭ РБ 8-02 с помощью данного комплекта СО предполагается обеспечивать посредством осуществления калибровки установки Гонио-рефлектометра «Gonio 9210», используемой для получения результатов измерений нормируемых параметров коэффициента силы света (далее КСС) и коэффициента светоотражения (далее КС) светотехнического оборудования автотранспортных средств в рамках испытаний.

На данном этапе работы решается вопрос о статусе комплекта СО и дальнейшей разработки и подготовки документов для его признания национальными органами Республики Беларусь. Необходимо создание стандартного образца (далее СО) государственного уровня для обеспечения метрологической прослеживаемости результатов измерений метрологического контроля, проводимых в рамках испытаний светотехнического оборудования на соответствие требованиям законодательства Республики Беларусь в аккредитованном испытательном центре.

В соответствии с ТКП 8.005 в зависимости от сертифицируемого параметра выделяют СО состава и СО свойств. По уровню признания (утверждения) и области применения СО подразделяют на следующие категории: межгосударственные стандартные образцы (МСО); стандартные образцы КООМЕТ (СО КООМЕТ);

государственные стандартные образцы (ГСО); стандартные образцы организаций (СОП). Был выполнен сравнительный анализ процедур признания СО и построены маршрутные карты утверждения в Республике Беларусь. На организационном уровне основными этапами являются:

1) разработка и согласование ТЗ;

2) проведение исследований и экспериментальных работ по изготовлению СО;

3) разработка технической и нормативной документации на СО, ее метрологическая экспертиза;

4) утверждение СО, его регистрация.

Сертифицируемые параметры разработанных СО - коэффициент силы света, мкд/лк; и коэффициент светоотражения, кд/(лк·м²).

Коэффициент силы света, (R) – частное от деления силы света, отраженного в рассматриваемом направлении, на освещенность светоотражающего приспособления при данных угла α освещения, расхождения и вращения.

$$R = \frac{I}{E}, \quad (1)$$

где I – сила света, кд; E – освещенность.

Коэффициент светоотражения (R') – частное от деления коэффициента силы света R на плоскости светоотражающей поверхности на ее площадь.

$$R' = \frac{I}{E \cdot A}, \quad (2)$$

где I – сила света, кд; E – освещенность, лк; A – площадь освещенной поверхности, м².

Данные параметры являются показателями качества светотехнического оборудования автотранспортных средств в соответствии с Правилами ЕЭК ООН, устанавливающими требования по безопасности, техническому уровню к транспортным средствами предметам их оборудования и частям.

Предполагается использовать СО в сфере законодательной метрологии, а именно при получении результатов измерений при осуществлении метрологического контроля и проведении испытаний и контроля за соответствием продукции требованиям законодательства Республики Беларусь. При этом основными нормативными документами являются ТКП 8.005, ТКП 8.014, СТБ ISO Guide 35, СТБ ЕН 13356, СТБ 1300, СТБ 1140, СТБ 1231, СТБ 1538, ГОСТ 8769, ISO/IEC Guide 99, Правила ЕЭК ООН № 104.

Использование комплекта СО позволяет измерять достаточно широкий диапазон значений КСС и КС обусловленный тем, что параметры светотехнического оборудования варьируются в разных по величине значениях фотометрических характеристик.

Сертифицируемые параметры ГСО приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты НИР ЦИСО

Наименование параметра, единица измерений	№ экз.	Сертифицируемое значение	Погрешность, Δ_{ref}	Расширенная неопределенность, U_{ref}		Стабильность, Δ_{st}	Неопределенность однородности, u_{un}	
				абсолютная	относительная, %		абсолютная	относительная, %
Коэффициент силы света	1	445	-	3,9	0,88 %	5,4	5,4	1,2 %
	2	485	-	3,7	0,76 %	2,6	2,4	0,50 %
	3	2091	-	2,1	0,11 %	3,9	0,22	0,01 %
Коэффициент светоотражения	1	75	-	0,66	0,88 %	0,91	-	-
	2	82	-	0,62	0,76 %	0,44	-	-
	3	352	-	0,36	0,11 %	0,66	-	-

В рамках разработки ГСО планируется подготовить следующую техническую документацию (в соответствии с ТКП 8.005):

- техническое задание;
- программу сертификации ГСО;
- отчет по сертификации ГСО;
- сертификат ГСО;
- инструкцию по применению ГСО;
- этикетку;
- проект описания типа ГСО;
- методику калибровки Гонио-рефлектометра «Gonio 9210» с расчетом неопределенности;
- программу проведения научно-исследовательских и экспериментальных работ по изготовлению ГСО.

Требования к метрологическому обеспечению включают методику исследования однородности материала ГСО, а также методику исследования стабильности материала ГСО.

Неопределенность однородности определяется как стандартное отклонение каждого экземпляра по формуле:

$$u_{k\ un.} = s_{kun} = \sqrt{\frac{\sum_{p=1}^{f=4} (R_{pk} - \bar{R}_k)^2}{f-1}}, \quad (3)$$

где R_{kp} – коэффициент силы света, мкд/лк;
 \bar{R}_k – среднее арифметическое значение коэффициента силы света экземпляра ГСО мкд/лк;
 k – идентификатор экземпляра ГСО;
 p – идентификатор угла поворота ГСО;
 f – число углов поворота ГСО.

Образец считается однородным, если значение неопределенности однородности не превышает 10 %.

Значение стабильности определяется следующим образом

$$\Delta_{st.k}(R) = |\bar{R}_k - R_{ref.k}|, \quad (4)$$

$$\Delta_{st.k}(R') = |\bar{R}'_k - R'_{ref.k}|, \quad (5)$$

где $\Delta_{st.k}(R)$, $\Delta_{st.k}(R')$ – стабильность материала k -го экземпляра ГСО, выраженная смещением среднего арифметического значения исследуемого параметра (КСС и КС соответственно) от установленного сертифицированного значения параметра ГСО, мкд/лк или кд/(лк·м²) соответственно;

\bar{R}_k , \bar{R}'_k – средние арифметические значения исследуемых параметров (КСС и КС соответственно), мкд/лк или кд/(лк·м²), определяются как

$$\bar{R}_{ind.k} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ind.k}}{n}, \quad (6)$$

где j – наблюдаемое значение в серии; n – число наблюдений в серии; $R_{ref.k}$, $R'_{ref.k}$ – сертифицированные значения параметров ГСО, мкд/лк или кд/(лк·м²) соответственно.

Образец считается стабильным, если значения стабильности материалов k -го экземпляра ГСО, рассчитанные по формулам 2 или 3 за рассматриваемый период не превышает 10 % от значения, полученного за предыдущий период.

Таким образом, признание СО на национальном уровне позволит лаборатории осуществлять метрологический контроль с наименьшими затратами.

УДК 535.3

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОСТРАНСТВА КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВЕННЫХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ

Савкова Е.Н.¹, Сутковский М.², Жиженко Е.О.¹

¹Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

²Варшавский технический университет

Варшава, Польша

Для исследований свойств объектов используют пять основных видов шкал: наименований, порядка, интервальную, отношений и абсолютную. В таком перечислении отражено, что каж-

дая последующая шкала «поглощает» в себя предыдущую, наращивая новые свойства. Наилучшие возможности с точки зрения реализации измерений предоставляют метрические шкалы –