

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}	
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 –

интервалов и отношений. Согласно [1] измерения не применяют в отношении качественных свойств. Качественное свойство - свойство явления, тела или вещества, которое не может быть выражено размером. Качественное свойство имеет значение, которое может быть выражено словами, буквенно-числовым кодом или другим способом [2]. Шкалы наименований широко используются в любых операциях по идентификации, классификации объектов и их совокупностей. Процесс идентификации качественного свойства объекта по шкале наименований может занимать много времени, как, например, в микробиологическом анализе при идентификации микроорганизмов зоо- и фитопланктона в пробе воды. Сообщества фитопланктона подразделяются на 5 групп и 1000 видов. Если учесть, что в одной пробе могут наблюдаться все группы, то становится ясно, что процесс действительно трудоемкий, так как каждый раз сопоставлять изображение, наблюдаемое в окуляре микроскопа, с изображениями из определителя достаточно затруднительно. Операции идентификации осуществляются визуально с помощью специальных, воспроизведенных на бумажных носителях атласов, что вносит в достоверность результатов исследований существенную субъективную составляющую, связанную с утомляемостью оператора. Аналогичные операции выполняются в технологиях идентификации объектов при цветовом визуальном уравнивании, например, в полиграфии и лакокрасочном производстве. Несмотря на то, что в данных областях часто свойству приписывается некий числовой код, «значение качественного свойства» не следует путать с номинальным значением величины [3].

В этой связи эффективным средством исследований становится применение технологий обработки цифровых изображений объектов, основанных на распознавании образов, что позволяет «отстроиться» от субъективной составляющей, связанной с психофизическими восприятиями и утомляемостью.

Распознавание может проходить по трем методам: шаблонный (эталонный), структурный и признаковый. В случае использования шаблонного метода просто необходимо ввести некоторый допуск на расхождение между объектом и шаблоном. Можно вычислить меру соответствия между распознаваемым изображением и эталоном, хранящимся в памяти компьютера. Такой мерой может быть, например, доля общей площади изображения и эталона при наложении их друг на друга. При использовании структурного метода распознаваемый объект описывается как граф, узлами которого являются элементы входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними. Любая система распознавания и идентификации образов не может дать

точного ответа. Вместо этого она выдает вероятность, с которой сравниваемые величины совпадают. Данная вероятность сравнивается с пороговым значением, в результате чего определяется, следует ли считать ответ положительным или отрицательным. В связи с этим системы можно сравнивать по следующим параметрам FRR , FAR , ATV . Математически это выражается по следующей формуле 1

$$ATV = (1 - FRR) \cdot (1 - FAR), \quad (1)$$

где FRR – система не распознает зарегистрированный объект;

FAR – система ошибочно распознает незарегистрированный объект;

ATV – вероятность, с которой система может успешно проверить объект.

Основная концепция данной методики заключается в том, что объект исследований – пробу по сообществам фитопланктона регистрируют с помощью цифровой камеры, встроенной в микроскоп и на основе обработки полученного изображения осуществляют идентификацию микроорганизмов при использовании шкалы наименований и абсолютной шкалы. Вследствие чего мы получаем трудоемкий процесс с повышенной вероятностью возникновения ошибок, так как количество возможных видов фитопланктона достигает 1000, а количество возможных комбинаций $P_n = n!$ стремится к бесконечности. Количество идентификационных признаков по размеру и по форме зависит от измерительной задачи. Мы их задали квантованием из принципа здравого смысла.

Точность и достоверность информации о состоянии исследуемого объекта, получаемой на основе обработки его цифрового изображения, могут быть оценены и повышены за счет использования количественной меры информации – информационной энтропии, поскольку основные элементы измерительной системы – это измерительные устройства, осуществляющие обработку информации [4].

При идентификации видов фитопланктона энтропию можно рассматривать как меру уменьшения неопределенности по формуле 2

$$I = H_0 - H, \quad (2)$$

где H_0 – априорная энтропия до идентификации видов фитопланктона;

H – энтропия после идентификации.

Энтропия после идентификации определяется по формуле 3

$$H = \sum_{i=1}^n H_i, \quad (3)$$

где H_i – энтропия на i -м уровне идентификации.

Важно на предварительном этапе установить определенную последовательность, которая позволяет упорядочить шкалу наименований. На рисунке 1 опираясь на опыт Манселла и других ученых, графически представлена упорядоченная шкала наименований применительно к пробе

фитопланктона, включающая идентификацию микроорганизмов по цвету, размеру, форме и уровню организации.

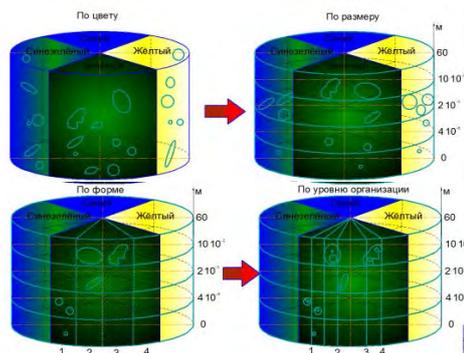


Рисунок 1 – Упорядоченная шкала наименований по сообществам фитопланктона

Масштабирование при использовании интерполяции нулевого порядка не приводит к каким-либо дополнительным его искажениям, видимое же снижение качества всецело обусловлено изменившимися условиями наблюдения, при которых ограничения со стороны остроты зрения оказались ослабленными. Этот же результат будет иметь место, если увеличение изображения осуществить оптическим способом. В целях ослабления искажений такого типа были разработаны более совершенные методы интерполяции изображений. При выделении объектов необходимо исключить влияния шума и точно выделить контуры. Для этого возможно применение детектора границ Канни [4].

На этом шаге алгоритма полученная структура связей используется для пересчета средних уровней яркости на этот раз с использованием только связанных на самом низком уровне и продолжается по всем уровням пирамиды вверх [4].

Все системы идентификации работают только по двум сценариям "1:N" и "1:1". Однако, учитывая специфику данной области появляется иная система "N:N", это связано с тем, что на цифровом изображении находится большое количество объектов, каждый из которых должен быть идентифицирован. Но реализовать данную методику можно только при переходе к стандартной системе "1:N", для этого необходимо выделить все объекты и выполнять их идентификацию в отдельности. Выполнить этот переход возможно, при комплексном использовании шаблонного и признакового метода распознавания образа. На первом этапе будет реализовываться признаковый метод, путем применения 4-х мерного пространства признаков (цвет, размер, форма, уровень организации). А затем, значительно сократив число возможных вариантов, применим шаблонный метод. Выполнение всех этапов идентификации позволяет классифицировать организмы в пробе на группы фитопланктона.

1 Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30 марта 2015 г., № 13 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2015. – 25 апреля (№ 8/29808).

2 Красильников, Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений / Н.Н. Красильников // БХВ-Петербург. – 2011. – № 2. – С. 14-432.

3 Кудряшов, Б.Д. Теория информации: учебник для вузов / Б.Д. Кудряшов // Питер. – 2009. – С. 320.

4 Ясницкий, Л.Н. Введение в искусственный интеллект / Л.Н. Ясницкий // Академия. – №1-2. – С. 13-465

УДК 006.063:621.317.725(045)(476)

КАЛИБРОВКА ВЫСОКОТОЧНЫХ КАЛИБРАТОРОВ ПО НАПРЯЖЕНИЮ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПОМОЩЬЮ НАЦИОНАЛЬНОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ НАПРЯЖЕНИЯ – ВОЛЬТА № НЭ РБ 10-02

Сентемова Д. В., Казакова Е.А.

Белорусский государственный институт метрологии
Минск, Республика Беларусь

Не для кого не секрет, что БелГИМ обладает большой эталонной базой и большим спектром проводимых работ по метрологическому обеспечению. Для того чтобы белорусским предприятиям оставаться на международной арене лидерами по конкурентоспособности продукции приходится соответствовать международным стандартам, а, следовательно, все чаще и чаще прибегать к одному из видов метрологического контроля – калибровке средств измерений.

Предлагаю вам рассмотреть калибровку высокоточных калибраторов по напряжению постоянного тока, которая проводится с помощью Национального эталона единицы напряжения – вольта № НЭ РБ 10-02. В качестве конкретного примера возьмем многофункциональный калибратор Fluke 5720A. Внешний вид калибратора представлен на рисунке 1.