

УДК 006.9:004.415.2(047)(476)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ГРАББСА ДЛЯ АНАЛИЗА ВЫБОРОК СОСТАВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧЕНИЙ

Сернов С.П.¹, Балохонов Д.В.¹, Колонтаева Т.В.¹,
Тадэуш Н.Н.¹, Коничева Л.М.²

¹Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

²ОАО «РУДЕНСК»

Руденск, Республика Беларусь

Аннотация. Предлагается способ использования критерия Граббса для исключения выбросов в выборке результатов измерений координат цветности при выполнении межлабораторных сличений и внутрилабораторного контроля в сфере сертификации светотехнического оборудования транспортных средств, отличающийся тем, что для упрощения вычислений используется физическая связь между отдельными координатами цветности.

Ключевые слова: межлабораторные сличения, внутрилабораторный контроль, статистический анализ результатов измерений, координаты цветности.

USING GRABBS CRITERION TO DETECT OUTLIERS IN COMPOUND MEASUREMENT RESULT SAMPLE ANALYSIS DURING INTERLABORATORY COMPARISON

Sernov S.¹, Balokhonov D.¹, Kolontaeva T.¹, Tadeush N.¹, Konicheva L.²

¹Belarusian national technical university

Minsk, Belarus

JSC "Rudensk"

Rudensk, Belarus

Abstract. A method allowing to use Grabbs criterion to eliminate outliers in color coordinate measurement sample during inter- and intralaboratory comparison in automotive lighting devices certification laboratories is proposed, said method using physical relationships between separate color coordinates.

Key words: interlaboratory comparison, intralaboratory comparison, measurement statistics, color coordinates.

Адрес для переписки: Д.В. Балохонов, пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: balokhonov@bntu.by

При проведении межлабораторного сличения (МЛС) и внутрилабораторного контроля (ВЛК) в аккредитованных лабораториях необходимо проводить статистическую оценку результатов испытаний на выбросы, чтобы исключить попадание некорректных случайных данных в выборку и с заданной доверительной вероятностью определить «проблемные» лаборатории, которые не соответствуют заявленным критериям.

В случае скалярных (одномерных) физических величин, например, концентрации определяемых вещества, процедура статистического анализа отработана до мелочей и способна обеспечить требуемую точность результатов контролируемой выборки [1]. Применяя критерии Кохрена и Граббса можно определить выбросы и исключить их даже из большой выборки данных по множеству (около 20) лабораторий, участвующих в сличениях.

Вместе с тем, на практике в качестве результатов измерений фигурируют массивы случайных чисел, т.е. результат измерений может быть многомерной физической величиной (т.наз. *составной результат измерений*). Это происходит, например, при фотометрических испытаниях светотехнического оборудования транспортных

средств: измеряются колориметрические характеристики, когда каждый результат измерений представляет три связанных между собой числа - координаты цветности (x , y , z) и двумерное пространственное распределение силы света, т.е. каждый результат измерения зависит от двух угловых координат. При этом, как правило, «составные части», например, координаты цветности, связаны друг с другом и не могут иметь произвольные значения.

В описанном случае при составном результате измерений из нескольких чисел, получаемых отдельно, но связанных друг с другом, исключение выбросов из выборки составных результатов измерений проводится в основном с соблюдением следующих принципов:

1. Каждая составляющая результата измерений (например, каждая координата цветности по отдельности) представляется в виде независимой случайной величины, распределенной по определенному закону, и анализируется отдельно от остальных составляющих с применением критерия Граббса и/или Кохрена. Из выборки исключаются результаты измерений, у которых хотя бы одна составляющая является выбросом. Это вынуждает создавать выборки результатов измере-

ний слишком большого размера (не менее сотни), особенно в случае, если измерения проводятся в лабораториях с различной точностью СИ. Обработка таких выборок требует много времени и вычислительных мощностей. И даже в этих условиях не гарантировано получение «конечной» выборки хотя бы из десяти «годных» величин.

2. Составляющие результата измерений рассматриваются как координаты многомерной случайной величины, и выборка производится по правилам работы с многомерными случайными величинами [2]. В результате требуется разработка и обоснование отдельных критериев исключения выбросов для каждой физической величины, и теряется унификация подхода к МЛС и ВЛК.

Чтобы уменьшить сложности при статистическом анализе результатов испытаний, предлагается использовать следующий алгоритм обработки результатов измерений связанных между собой составляющих величин на выбросы, который удобно рассмотреть на примере координат цветности:

1. По результатам измерений сформировать выборку координат цветности, в которой каждый результат измерения имеет две составляющие – координату цветности x и координату цветности y .

2. Рассчитать для каждого результата измерений координату цветности z , которая однозначно определяется из выражения (1)

$$z = 1 - x - y, \quad (1)$$

полученного с использованием спектральных зависимостей, и не является эмпирической (аппроксимированной) зависимостью, и не содер-

жит других неопределенностей, кроме тех, которые были при измерении x и y [3].

3. Оценить выборку координат цветности z на выбросы с помощью критериев Граббса и Кохрена. Эта оценка окажется положительной, если хотя бы в одной координате цветности из пары x , y была слишком большая неопределенность.

4. Удалить из первоначальной выборки те пары x и y , которые соответствуют выбросам координаты цветности z .

5. Провести статистический анализ согласно предписаниям процедуры для одномерных случайных величин.

Данный подход позволяет не разрабатывать отдельные критерии оценки на выбросы для каждого составного результата измерений и не создавать слишком большие по объему выборки данных при статистическом анализе результатов измерений.

Недостаток данного алгоритма состоит в необходимости установления функциональной связи между составляющими величинами составных результатов измерений, что не позволяет применять к ним описанный подход.

Литература

1. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method : ISO 5725-2:2019. – Введ. 01.12.2019 // International Organization For Standardization [Electronic resource]. – 2019.

2. Практические рекомендации по валидации результатов и методов измерений / Савкова, Е. Н. [и др.] // Техническое нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве. – 2013. – № 2. – С. 12–17.

3. Джадд, Д. Цвет в науке и технике: пер. с англ. / Д. Джадд, Г. Вышецки ; под ред. Л. Ф. Артюшин. – Москва : Мир, 1978. – 592 с.

УДК 616.12-008.313.315-08-71; 620.1.05 (476)

МЕТОДЫ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДЕФИБРИЛЯТОРОВ. МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ДЕФИБРИЛЯТОРОВ

Сидоров К.А.

РУП «Белорусский государственный институт метрологии»
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Разработана методика проведения испытаний дефибрилляторов, обеспечивающая сокращение временных затрат и повышение точности измерения контролируемых параметров приборов. В ее основу положен принцип построения рациональной последовательности проведения испытаний с использованием современных аппаратных средств для измерения контролируемых параметров. Для разработки методики было изучено устройство дефибриллятора, проведен анализ технических характеристик прибора и методов испытаний.

Ключевые слова: дефибриллятор, импульс дефибрилляции, пиковые напряжения, импеданс.