

- достижения, перспективы / ред. кол.: А.Ф.Ильющенко [и др.]. Ильющенко А.Ф., Андреев М.А., Жарин А.Л. и др. – Минск, ГНПО ПМ, 2010. – Глава 19. – С.437-487.
3. Современные материалы хирургических имплантатов и инструментов / Савич В.В., Киселев М.Г., Воронович А.И.- Мн.: «Техно-принт», 2003. - 119 с.
 4. Технологии и материалы порошковой металлургии в производстве имплантатов / Савич В.В., Киселев М.Г., Павич Т.П. // Порошковая металлургия. - 2005. - №28. – С.192-209.
 5. В.В.Савич. Разработка технологии изготовления и конструкции безцементного тотального эндопротеза тазобедренного сустава системы SLPS (SelfLockingPorousSystem) // I Symposium Inzynieria Ortopedyczna i Protetyczna - IOP'97. - Bialystok, 23-24 czerwca 1997. - S.515-525.
 6. Савич В.В. Влияние морфологии поверхности частиц порошка титана на остеоинтеграцию образцов пористых имплантатов из них // Пористые проницаемые материалы: технологии и оборудование на их основе: Материалы докладов международного симпозиума, 21-22 октября 2008 г., Минск. Институт порошковой металлургии ГНПО ПМ НАН Беларуси. – 2008. – С.345-360.
 7. Методика исследования фрагментов пористых имплантатов с костными тканями с использованием сканирующей электронной микроскопии / Савич В.В., Маркова Л.В., Гамзелева Т.В. // Порошковая металлургия. 2009. - №32. – С.174-179.
 8. Модификация поверхности титановых имплантатов: топография и адсорбция белков / Макаренко М.В., Савич В.В., Шипица Н.А. и др. // Материалы VIII международной научно-технической конференции «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии» (Гродно, 29-30 окт.2009 г.). В 2 ч. Ч.2 /редкол.: А.И.Свириденко (отв. ред.) [и др.]. -Гродно: ГрГУ, 2010. – С.90-96.
 9. Оценка химических методов формования биоактивных поверхностей имплантатов / Макаренко М.В., Савич В.В., Шипица Н.А. и др. // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка: Материалы докладов 9-й международной научно-технической конференции, Минск, Беларусь 29-30 сентября 2010 г. Минск, Институт порошковой металлургии ГНПО ПМ, 2010 г. С. 228-229.
 10. Savich V.V. Comparative Study on the Morphology and Biocompatibility of Titanium Jet-Abrasive Processed Surfaces and Porous Structures From Sponge Titanium Powder // Proceedings of EuroPM2011 Powder Metallurgy Congress & Exhibition. Barcelona, 10-13 October 2011, Vol.2 , p.471-477.
 11. Модификация поверхности титановых имплантатов и ее влияние на их физико-химические и биомеханические параметры в биологических средах / Савич В.В., Сарока Д.И., Макаренко М.В., Киселев М.Г. – Мн.: Беларуская навука, 2012. - 256 с.
 12. Мецлер, Д. Биохимия // Москва, 1980. -Т. 1, - С. 103.
- УДК 389.1

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПОНЯТИЙ, СВЯЗАННЫХ С РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ ЦВЕТОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Савкова Е.Н., Гиль Н.Н., Демидович А.Г.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Цвет является трехмерной векторной величиной и количественно описывается координатами цвета и цветности в цветовых пространствах. Встречаются ситуации, когда в рекламных целях производители цифровой техники заявляют о возможности воспроизведения нескольких миллионов цветов (теоретически – около 16 777 216 цветов). Часто эти данные являются неоправданно завышенными, поскольку существует нижний порог, ограниченный дефиниционной неопределенностью, что связано с субъективными особенностями человеческого глаза, однако при объективном измерительном контроле системы технического зрения позволяют повысить точность, поскольку дают возможность отстраиваться от зрительных феноменов

цветовосприятий. Установлено, что воспроизведение оттенков каждого цвета ограничивается по яркости количеством градаций в каждом цветовом канале (8, 12 и 24 бит на канал), а по времени – частотой Найквиста, равной половине частоты дискретизации. Для корректной оценки точности методов и средств колориметрических измерений, основанных на регистрации объектов с помощью матричных фотоприемных устройств и обработке их изображений, необходимо решить задачу оценивания неопределенности идентификации цвета как точки (или множества точек) на шкалах цветовых пространств. В этом смысле важно определить понятие цветового разрешения, довольно часто используемое в литературе, посвященной обра-

ботке цифровых изображений. Однако данный термин не стандартизован. Авторами выполнен анализ действующих нормативных документов с целью упорядочения терминологии применительно к разрешающей способности цветопередающих устройств.

РМГ 29-99 устанавливает определение термина «разрешение средства измерений» – это характеристика средства измерений, выражаемая наименьшим интервалом времени между отдельными импульсами или наименьшим расстоянием между объектами, которые фиксируются прибором раздельно. В примечании сказано, что «различают временное разрешение и пространственное разрешение». ISO 12233 устанавливает определения применительно к цифровой камере. Разрешение – мера возможности системы камеры или компонента системы камеры изобразить деталь изображения (к показателям разрешения относятся разрешающая способность, амплитудно-частотная характеристика, модуляционно-частотная характеристика, оптическая передаточная функция). Также данный стандарт устанавливает определения вертикального, горизонтального и предельного разрешения, относящихся к геометрическим характеристикам цифрового изображения мира. Пределом разрешения может быть значение контрольного образца, в ширинах строки на высоту изображения (LW/PH), соответствующее выходному уровню модуляции камеры 5 % от выходного уровня модуляции камеры на указанной частоте, равное 10 LW/PH. Разрешение описывается такими показателями как пары линий на миллиметр (lp/mm), линиями на миллиметр (lines/mm), шириной строк на высоту кадра (LW/ PH).

Разрешающая способность R определяется максимальным количеством линий (отнесенных к одному миллиметру), которое еще может быть воспринято данным цветопередающим устройством без их слияния в одно целое. Очевидно, что в ПЗС максимальная разрешающая способность R_{\max} определяется длиной одного светочувствительного элемента L_{Δ} вычисляется по формуле:

$$R_{\max} = 1/L_{\Delta} \quad (1)$$

Для трехтактных ПЗС

$$L_{\Delta} = 3(L + l), \quad (2)$$

где L – длина электрода;

l – длина зазора между электродами.

Реальная разрешающая способность ПЗС ниже рассчитанной по формуле. При малых уровнях освещенности в светочувствительных ПЗС-элементах накапливаются малые зарядовые пакеты и большую роль начинают играть шумы. В этом случае минимальный размер светочувствительного элемента

определяется условием получения требуемого отношения сигнал/шум от 3 до 5.

Разрешающая способность ПЗС при низких уровнях освещенности ограничена главным образом шумами в фоновом заряде и шумами процесса захвата носителей. Установлено, что разрешающая способность ограничена шумами от 10^8 до 10^9 см⁻² (что соответствует значениям от 10^{-4} до 10^{-3} лк·с).

Яркость каждого элемента изображения определяется квантованным по уровню сигналом.

Обрабатываемые изображения представляются в виде матрицы целых чисел $L_{скв}$, описывающих значения яркости в точках взятия отсчетов вычисляется по формуле:

$$L_{скв} = \frac{L_{\max}}{m-1} (a_{n0} 2^{n_0-1} + a_{n-1} 2^{n_0-2} + \dots + a_1 2^0), \quad (3)$$

где L_{\max} – максимальное значение яркости в изображении;

$$a_k = 1 \text{ или } 0; \quad k = 1, 2, \dots, n_0;$$

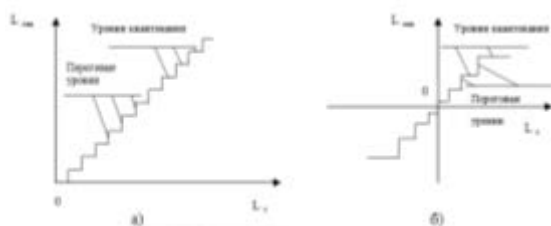
m – число уровней квантования,

$$m = 2^{n_0};$$

n_0 – число разрядов двоичного кода на

один отсчет (пиксел) изображения.

Преобразование аналоговой величины L_c , представляющей значение яркости в точке отсчета, которая может принимать любые значения в интервале $0 \div L_{\max}$, в квантованную величину $L_{скв}$, принимающую только дискретные значения, называется квантованием. Квантование является нелинейным преобразованием сигнала. Главной характеристикой, описывающей работу квантующего устройства, является его амплитудная характеристика. Амплитудная характеристика квантующего устройства представляет собой зависимость значения выходного сигнала от его входного значения. На рисунке 1, а в качестве примера приведена амплитудная характеристика квантующего устройства с равномерной шкалой квантования. На практике применяют также неравномерные шкалы квантования. В отличие от равномерной шкалы квантования, при неравномерной шкале квантования пороговые уровни и уровни квантования располагаются друг относительно друга на неодинаковом расстоянии. В качестве примера на рисунке 1, б приведена амплитудная характеристика квантующего устройства с неравномерной шкалой квантования. Квантующие устройства с неравномерной шкалой квантования сложнее в своей реализации, но в ряде случаев они обеспечивают лучшие результаты, чем квантующие устройства, у которых шкала квантования равномерная.



а – с равномерной шкалой квантования,
б – с неравномерной шкалой квантования

Рисунок 1 – Амплитудные характеристики квантующих устройств

При квантовании в исходный сигнал, например, сигнал, определяющий яркость изображения в точке отсчета L_c , вносится ошибка, называемая шумом квантования. Величина этой ошибки вычисляется по формуле

$$L_{шкв} = L_{скв} - L_c \quad (4)$$

Если квантуемый сигнал распределен равномерно в интервале значений от 0 до $L_{смакс}$, оптимальной, т.е. обеспечивающей минимальный уровень шума квантования, будет равномерная шкала. При этом шаг квантования $\delta_{кв}$, представляющий собой разность двух смежных уровней квантования $L_{квк}$ и $L_{квк-1}$ с номерами k и $k-1$, будет постоянным $\delta_{кв} = const$ и вычисляемым по формуле

$$\delta_{кв} = \frac{L_{смакс}}{m-1}, \quad (5)$$

При оцифровке изображений используется равномерная шкала квантования, несмотря на то, что в данном случае она не является оптимальной, поскольку закон распределения яркости в изображении не является равномерным. Обусловлено это тем, что при равномерной шкале после кодирования мы получаем код, который представляет номер уровня квантова-

УДК: 535.3

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИСТОЧНИКОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Савкова Е.Н.¹, Длугунович В.А.², Никоненко С.В.², Демидович А.Г.¹,

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

²Институт физики НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

В настоящее время оценивание неопределенности измерения является важным аспектом пригодности значения измеряемой величины для поставленной задачи. Так как измерения присутствуют практически во всех видах человеческой деятельности, которые включают промышленную, научную деятельность, здравоохранение, безопасность и др., появляется необходимость в приобретении опыта по оценке неопределенности.

В основе подхода к оцениванию и выражению неопределенности измерений лежат основополагающие понятия и принципы теории вероятностей [1]. Если все величины, от которых зави-

ния в виде двоичного числа, удобного для дальнейшего использования.

Плотность вероятности шума квантования в рассматриваемом случае описывается по формуле

$$W(L_{ш}) = \begin{cases} 1/\delta_{кв} & \text{при } -\delta_{кв}/2 \leq L_{ш} \leq \delta_{кв}/2 \\ 0 & \text{при невыполнении этого условия} \end{cases} \quad (6)$$

Ширина спектра шума квантования, как показывают расчеты и экспериментальные исследования, определяется числом уровней квантования и спектром квантуемого сигнала, и во много раз превышает последний.

СТБ ЕН ИСО 10545 устанавливает определение термина «цветовое различие», характеризующее цвет испытуемого образца по сравнению с образцом-эталонном.

Таким образом, стандартизация понятий, связанных с разрешающей способностью цветопередающих устройств представляет собой развивающееся направление, что обусловлено разнообразием данных устройств и технологий.

1. РМГ 29-99 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений
2. ISO 12233:2000 Photography -- Electronic still-picture cameras - Resolution measurements
3. Красильников Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург. 2011.-608 с.
4. СТБ ЕН ИСО 10545-16-2007 Плитки и плиты керамические. Часть 16. Определение незначительных цветовых отклонений

сит результат измерения, изменяются, их неопределенность можно оценить статистическими методами. Однако так как на практике это редко представляется возможным из-за ограниченного времени и ресурсов, неопределенность результата измерения обычно оценивают, используя математическую модель измерения и закон распространения неопределенности.

Основные этапы оценивания неопределенности включают в себя формулирование и вычисление [1]. Этап формулирования при оценивании неопределенности включает в себя разработку модели измерений, учет соответствующих поправок и других воздействий, если это