

# ПОСТРОЕНИЕ ГИСТОГРАММ И ГРАФИКОВ ВЗАИМНОГО СООТНОШЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ КОМПОНЕНТ ВЫДЕЛЕННОЙ ОБЛАСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

В. С. Попов<sup>1</sup>, Х. Дженгиз (Heybetullah Cengiz)<sup>2</sup>, В. В. Девятков<sup>3</sup>, О. Г. Петросян<sup>4</sup>

*Кафедра «Информационные системы и телекоммуникации» МГТУ им. Н. Э. Баумана*

*В статье рассматривается созданный в среде LabVIEW виртуальный прибор построения гистограмм и графиков взаимного соотношения цветовых компонент для цветовых моделей RGB, HSV, CIE L\*a\*b\*, CIE XYZ. Также рассматриваются алгоритмы создания изображения, содержащего все возможные RGB-цвета, и поиска крайних значений каналов цветовых моделей. Приведён перечень цветовых моделей NI Vision Development Module и освещена тема преобразования чёрного цвета между цветовыми моделями.*

*Ключевые слова: LabVIEW, National Instruments Vision Development Module, гистограмма, график взаимного соотношения цветовых компонент, цветовая модель, цветовой канал, крайние значения цветовых каналов*

## 1. Постановка задачи

Гистограммы и графики взаимного соотношения цветовых компонент используются для изучения распределения цвета пикселей цифровых изображений. Подобная информация может быть использована в дальнейшем для разработки алгоритмов, основанных на цветовой информации, например, для создания алгоритма обнаружения лиц путём цветовой сегментации.

Для описываемого решения можно выделить следующие основные задачи:

- Построение графиков взаимного соотношения цветовых компонент выделенной области RGB-изображения, выбранного пользователем;
- Построение гистограмм как для всего изображения, так и для выделенной области RGB-изображения.

Вышеупомянутые графики и гистограммы описываемого решения создаются для цветовых моделей RGB, HSV (также на эту модель похожи HSL и HSI), CIE L\*a\*b\*, CIE XYZ. При этом исходной цветовой моделью анализируемого изображения, выбираемого пользователем, является модель RGB.

При построении графиков взаимного соотношения цветовых компонент в данном решении использовались двумерные графики XY Graph. Для построения одного такого графика необходимы данные двух каналов изображения: одна точка на графике соответствует одному или большему количеству (в случае совпадения значений каналов) пикселей изображения, позиция точки задаётся двумя цветовыми координатами пикселя в заданной цветовой модели. В общем случае во входном кластере данных для графика XY Graph могут находиться повторяющиеся значения, поэтому точки на графике могут перекрывать друг друга.

При построении гистограмм использовались графики Waveform Graph. Для построения одной гистограммы необходимы данные одного канала изображения.

## 2. ВУЗ, кафедра или предприятие, на котором внедрено решение

Решение внедрено в МГТУ им. Н. Э. Баумана, на кафедре «Информационные системы и телекоммуникации». Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 13-07-92694.

## 3. Описание решения

### а. Пользовательский интерфейс виртуального прибора построения гистограмм и графиков взаимного соотношения цветовых компонент, входные и выходные данные

Пользовательский интерфейс описываемого виртуального прибора основан на идее применения вкладок (рис. 1).

1). Входные данные: графическое RGB-изображение в виде файла (см. рис. 1), маска, задаваемая пользователем с помощью панели инструментов ROI Tools.

Выходные данные: гистограммы, графики взаимного соотношения цветовых компонент (рис. 2) для цветовых моделей RGB, HSV, CIE L\*a\*b\*, CIE XYZ, отображаемые на лицевой панели виртуального прибора и записываемые в виде файлов, маска и маскированное изображение (см. рис. 1), отображаемые на лицевой панели виртуального прибора, кластер ROI Descriptor, содержащий данные о регионе интереса и отображаемый на лицевой панели виртуального прибора.

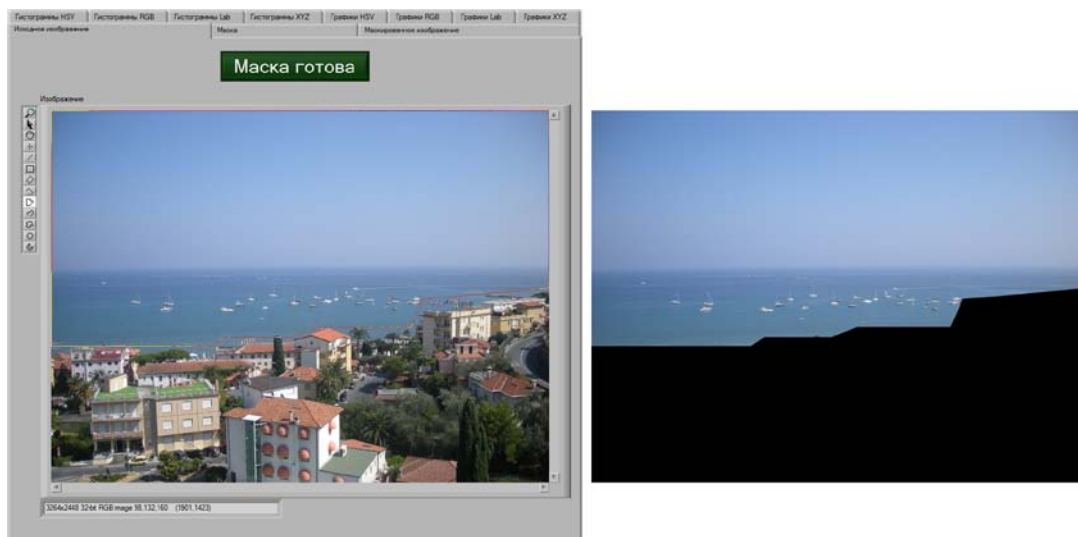


Рис. 1. Пользовательский интерфейс виртуального прибора (слева); исходное изображение (фотография приморского города, слева) и маскированное изображение (справа), на котором выбраны пиксели неба и моря; маску задаёт пользователь виртуального прибора.

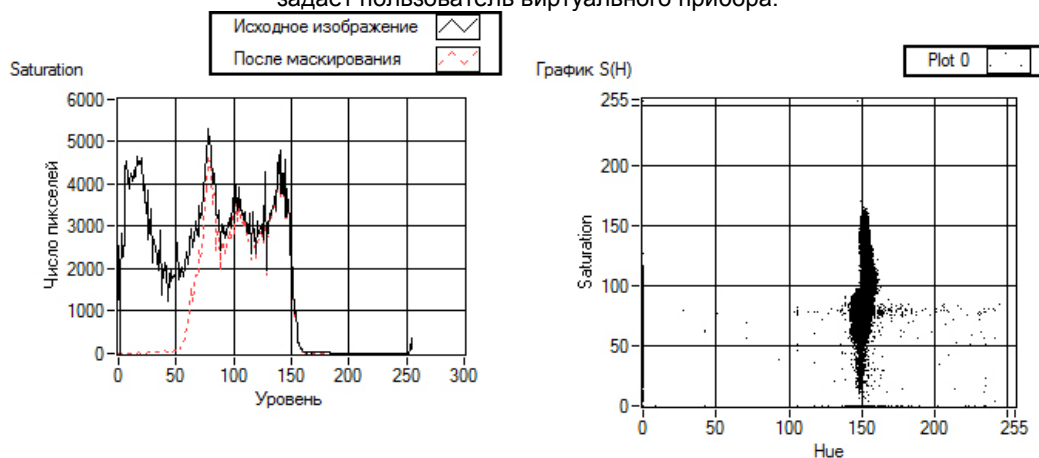


Рис. 2. Пример выходных данных виртуального прибора (при входных данных, изображённых на рис. 1): гистограмма (слева) канала Saturation цветовой модели HSV и график взаимного соотношения цветовой компонент (справа) Saturation и Hue выделенной области изображения.

#### б. Цветовые модели в среде LabVIEW 2011

В NI Vision Development Module для LabVIEW 2011 существует ряд виртуальных приборов для преобразования цветовой информации между цветовыми моделями RGB, HSL, HSV, HSI, CIE L\*a\*b\*, CIE XYZ. Все рассматриваемые в данной статье виртуальные приборы Vision Development Module, задействованные для преобразования информации о цвете, размещены в палитре Vision and Motion → Vision Utilities → Color Utilities.

#### с. Определение максимальных и минимальных значений для каналов различных цветовых моделей при преобразовании цвета из модели RGB

Для построения гистограмм и графиков взаимного соотношения цветовой компонент необходимо узнать крайние значения для каналов цветовой модели HSL, HSV, HSI, CIE L\*a\*b\*, CIE XYZ при преобразовании всех возможных цветов модели RGB. Для этого необходимо, во-первых, сгенерировать RGB-изображение, содержащее все RGB-цвета (рис. 3), и, во-вторых, преобразовать данное изображение в другие цветовые модели и найти крайние значения для каналов данных цветовой модели.

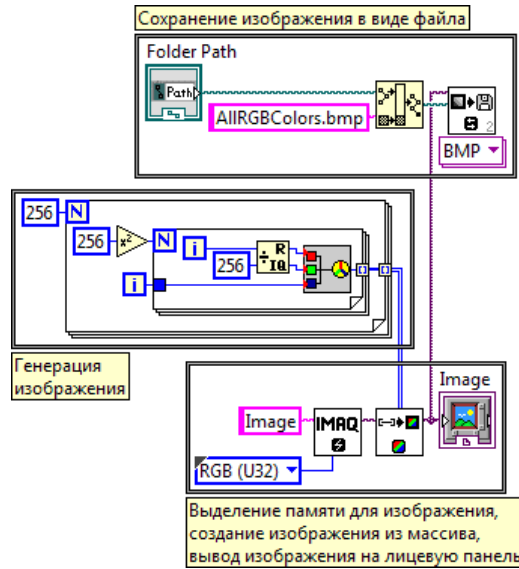


Рис. 3. Виртуальный прибор для создания RGB-изображения, содержащего все цвета модели RGB.

Для создания изображения, содержащего все RGB-цвета, используется две вложенных структуры For Loop (см. рис. 3): внешняя со значением  $N=256$  и внутренняя со значением  $N=256^2$ . Значение счётчика внешней структуры  $i$  задаёт синюю компоненту изображения, значение счётчика внутренней структуры – красную и зелёную компоненты. Остаток от целочисленного деления счётчика внутренней структуры  $i$  на 256 подаётся на вход R виртуального прибора RGB to Color, а результат целочисленного деления – на вход G.

Виртуальный прибор, вычисляющий крайние значения для моделей HSL, HSV, HSI, CIE  $L^*a^*b^*$ , CIE XYZ при преобразовании цветов исходного RGB-изображения, приведён на рис. 4а, 4б. Данный виртуальный прибор принимает на вход любое RGB-изображение, и поэтому он выводит также крайние значения для каналов исходной модели RGB.

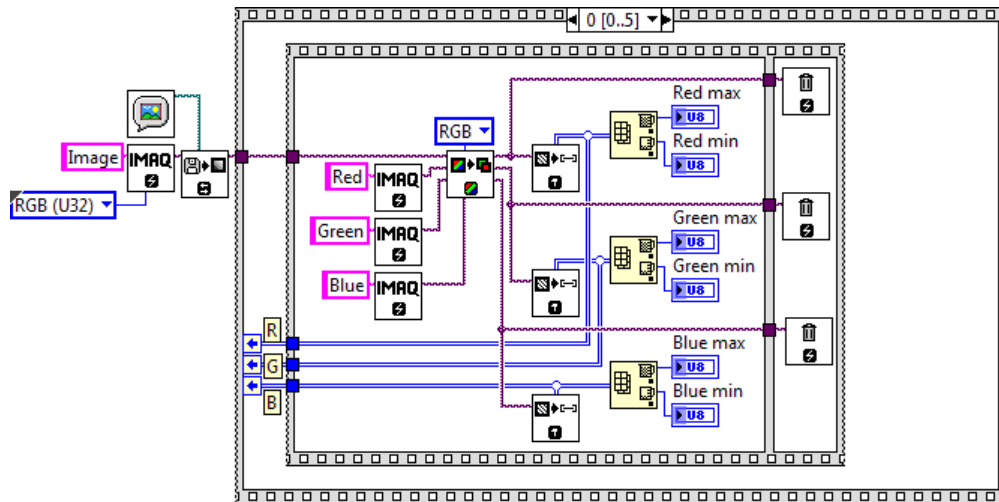


Рис. 4а. Виртуальный прибор получения крайних значений каналов цветowych моделей для выбранного изображения Image: приведён фрейм структуры Stacked Sequence, вычисляющий крайние значения для модели RGB; вычисление крайних значений для моделей HSL, HSV, HSI происходит подобным образом.

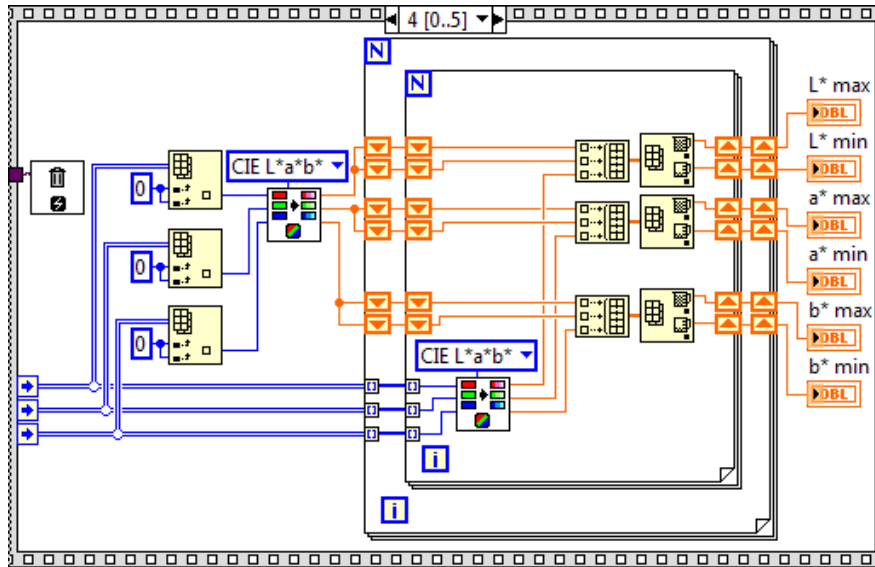


Рис. 4b. Фрейм структуры Stacked Sequence виртуального прибора получения крайних значений каналов цветowych моделей, вычисляющий крайние значения каналов для модели CIE L\*a\*b\*; вычисление крайних значений для модели CIE XYZ происходит подобным образом. Использование сдвиговых регистров для хранения максимальных и минимальных значений каналов данных моделей обусловлено целями уменьшения используемой памяти.

В таблице сведены крайние значения каналов цветowych моделей CIE L\*a\*b\* и CIE XYZ в LabVIEW 2011, полученные при обработке изображения, содержащего все цвета модели RGB, описанным виртуальным прибором. Минимальное значение для каждого из каналов цветowych моделей RGB, HSL, HSV, HSI равно 0, максимальное – 255.

Таблица. Крайние значения каналов цветowych моделей при преобразовании цвета из RGB.

Цветовая модель	Цветовой канал	Минимальное значение	Максимальное значение
CIE L*a*b*	L*	0	255
	a*	-86,1813	98,2352
	b*	-107,862	94,4758
CIE XYZ	X	0	0,950456
	Y	0	1
	Z	0	1,08875

#### д. Представление чёрного цвета модели RGB в других цветowych моделях

Чёрный цвет в рассматриваемых цветowych моделях представляется схожим образом: чёрный цвет в моделях RGB, HSL, HSV, HSI, CIE L\*a\*b\*, CIE XYZ – это всегда кортежи чисел, содержащие исключительно нули. Рассматривая геометрические представления вышеупомянутых цветowych моделей, основанных на идее ортогональности их компонент, можно сказать, что чёрный цвет отображается точкой, лежащей в начале координат.

#### е. Виртуальный прибор построения гистограмм и графиков взаимного соотношения цветowych компонент

Разработанный виртуальный прибор последовательно (с использованием структуры Flat Sequence Structure) производит следующие действия:

Фрейм №1. Отображение диалогового окна для выбора изображения пользователем (в данном решении использован виртуальный прибор IMAQ Load Image Dialog); выделение памяти для изображения (IMAQ GetFileInfo, IMAQ Create); чтение файла изображения из памяти (IMAQ ReadFile); вывод изображения на лицевую панель; задание размеров для изображения, маски и маскированного изображения на лицевой панели (IMAQ GetImageSize, Build Array, Array Max & Min, Stacked Sequence Structure). Следует отметить, что задание размеров изображения, маски и маскированного изображения осуществляется путём использования свойств Image Area Height, Image Area Width индикаторов «Изображение», «Маска», «Маскированное изображение»; если ширина изображения превышает 800 пикселей, то в свойство Image Area Width записывается значение 800; если высота изображения превышает 600 пикселей, то в свойство Image Area Height записывается значение 600 пикселей.

Фрейм №2. Выделение памяти для изображения-маски (IMAQ Create) и создание изображения-маски (IMAQ ROItoMask 2) из региона интереса ROI, указанного пользователем при помощи какого-либо из инструментов ROI Tools; вывод изображения-маски на лицевую панель.

В данном фрейме в структуре While Loop находится структура Event Structure, обрабатывающая нажатие пользователем кнопки Button, имеющей надпись «Маска готова» и находящейся на вкладке «Исходное изображение» лицевой панели (см. рис. 1). В структуре Event Structure путём использования свойства ROI индикатора «Изображение» реализована проверка региона интереса: если пользователь выбрал регион интереса, то

размер массива Global Rectangle кластера ROI не равен нулю, и будет исполнен вариант структуры Case Structure, реализующий создание маски из региона интереса, после чего осуществится выход из структуры While Loop; в противном случае структура While Loop продолжит итерации, и виртуальный прибор станет ожидать следующего нажатия на кнопку «Маска готова».

Фрейм №3. Выделение памяти для маскированного изображения (IMAQ Create); получение маскированного изображения (IMAQ Mask) путём применения изображения-маски, полученного в фрейме №2, к изображению, выбранному пользователем в фрейме №1; вывод маскированного изображения на лицевую панель.

Фрейм №4. Получение гистограмм исходного и маскированного изображений (IMAQ ColorHistogram) для каналов цветовой модели RGB, HSV, CIE L\*a\*b\*, CIE XYZ (рис. 5); вывод гистограмм на лицевую панель в виде графиков типа Waveform Graph.

При получении гистограмм маскированного изображения для каналов цветовой модели RGB и HSV необходимо заменять значение элемента массива histogram с индексом 0 на 0 ввиду того факта, что при применении маски к изображению в фрейме №3 пиксели, не входящие в область интереса, принимают значение цвета (0; 0; 0) как в модели RGB, так и в модели HSV. По умолчанию количество интервалов гистограммы, созданной виртуальным прибором IMAQ ColorHistogram, равно 256.

При получении гистограмм маскированного изображения для каналов цветовой модели CIE L\*a\*b\* и CIE XYZ также необходимо заменять значение определённого элемента массива histogram, расположенного по оси абсцисс ближе других к 0, на 0. Более рациональный подход состоит в применении методов интерполяции и экстраполяции для получения вышеописанных значений.

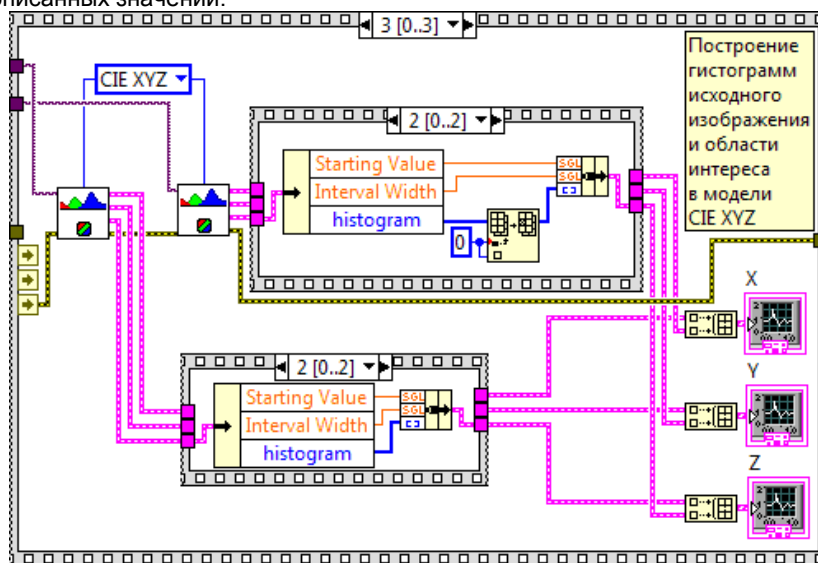


Рис 5. Часть блок-диаграммы, реализующая построение гистограмм каналов X, Y, Z цветовой модели XYZ исходного изображения и области интереса.

Фрейм №5. Получение двумерных графиков G(R), B(R), G(B), S(H), V(H), S(V), a\*(L\*), b\*(L\*), a\*(b\*), Y(X), Z(X), Y(Z) взаимного соотношения цветовой модели RGB, HSV, CIE L\*a\*b\*, CIE XYZ; вывод графиков взаимного соотношения цветовой модели на лицевую панель в индикаторы XY Graph.

Для выделения отдельных каналов моделей RGB и HSV изображения используется виртуальный прибор IMAQ ExtractColorPlanes; перед операцией выделения каналов необходимо выделить память для хранения изображений каналов (IMAQ Create). Также для получения двумерных графиков взаимного соотношения цветовой модели выделенной области изображения используется виртуальный прибор удаления строк и столбцов двумерного массива, содержащих исключительно нули; далее обработанный таким образом массив преобразуется из двумерного в одномерный (т.е. в массив-вектор). Два массива-вектора формируют один график взаимного соотношения цветовой модели. (Рис. 6, слева.)

Для получения значений каналов моделей CIE L\*a\*b\* и CIE XYZ используется виртуальный прибор IMAQ RGBToColor 2; данный виртуальный прибор преобразует одно значение RGB-цвета и (ввиду этого) используется внутри структуры For Loop для преобразования массивов-векторов каналов Red, Green и Blue в массивы-вектора каналов моделей CIE L\*a\*b\* и CIE XYZ (рис. 6, справа).

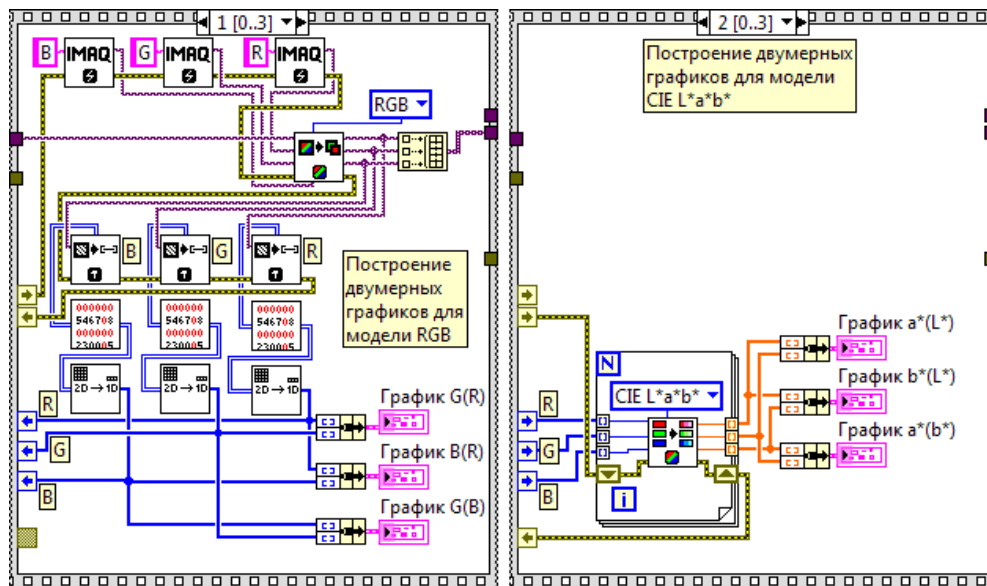


Рис. 6. Часть блок-диаграммы, реализующая построение графиков взаимного соотношения цветовых компонент выделенной области изображения для цветовых моделей RGB и CIE L\*a\*b\*.

Фрейм №6. Задание максимальных и минимальных значений для шкал X и Y двумерных графиков взаимного соотношения цветовых компонент (свойства XScale.Maximum, XScale.Minimum, YScale.Maximum, YScale.Minimum графиков взаимного соотношения цветовых компонент) и запрет изменения вышеуказанных значений независимо от отображаемых данных (свойства XScale.ScaleFit, YScale.ScaleFit).

Фрейм №7. Освобождение выделенной для хранения изображений памяти (IMAQ Dispose), экспорт (сохранение в долговременной памяти) гистограмм и графиков взаимного соотношения цветовых компонент (узлы запросов Export Image гистограмм и графиков взаимного соотношения цветовых компонент).

#### ф. Достигнутые результаты

Разработанный виртуальный прибор предоставил широкие возможности как для исследования цветовых характеристик наблюдаемых объектов, так и для исследования непосредственно цветовых моделей. В частности, разработанные виртуальные приборы позволили провести следующие исследования: нелинейности цветовых моделей, изменение цвета кожи лица в зависимости от освещённости, изменение цвета моря в зависимости от уровня волнения моря.

#### 4. Используемое программное обеспечение National Instruments

Используемое программное обеспечение National Instruments – LabVIEW 2011, NI Vision Development Module.

#### 5. Список литературы

- [1]. Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю., Князь В. А., Ходарев А. Н., Моржин А. В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision – М.: ДМК Пресс, 2007. – 464 с.
- [2]. Майерс Г. Искусство тестирования программ – М.: Финансы и статистика, 1982. – 176 с.
- [3]. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех – М.: ДМК Пресс, 2008. – 880 с.

### ONE- AND TWO-DIMENSIONAL COLOR DISTRIBUTION HISTOGRAMS FORMATION OF IMAGE'S REGION OF INTEREST

Vladislav S. Popov<sup>1</sup>, Heybetullah Cengiz<sup>2</sup>, Vladimir V. Devyatkov<sup>3</sup>, Oleg G. Petrosyan<sup>4</sup>

1. Information Systems and Telecommunications department of Bauman Moscow State Technical University (post-graduate student, Teaching assistant)

Virtual instrument of plotting histograms which was created in LabVIEW environment and 2D color distribution histograms formation for RGB, HSV, CIE L\*a\*b\*, CIE XYZ color models are introduced in the article. Moreover, Algorithms of all-RGB colors image creation and extreme values of color planes searching are discussed. A list of NI Vision Development Module color models is presented and the problem of black color transformation between color models is covered.

Keywords: LabVIEW, National Instruments Vision Development Module, histogram, 2D color distribution histogram, color model, color plane, extreme values of color planes