

УДК 004.932

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ****Т.Ц. Дамдинова<sup>1</sup>, Л.Ю. Прудова<sup>1</sup>, Т.Е. Данилова<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ,  
Российская Федерация<sup>2</sup> Байкальский колледж туризма и сервиса, г. Улан-Удэ, Российская Федерация**ВВЕДЕНИЕ**

Многие процессы в научно-исследовательских лабораториях, на производстве или в медицине сопровождаются видимыми невооруженным глазом изменениями цвета объектов (сырья, материалов, готовой продукции и т. п.). В то же время выполнить количественную оценку и объективно охарактеризовать результаты этих изменений в отдельных случаях – нелёгкая задача, с которой сталкиваются специалисты.

В современном мире для фиксации изменения исследуемых объектов широко применяются цифровые методы: получение изображений с помощью фото- или видеосъёмки. Интерпретация содержания этих изображений должна иметь достаточно точные и объективные методы. Предлагается множество прикладных программ, которые могли бы помочь в решении данной задачи, однако многие из них не справляются с поставленными вопросами или слишком сложны для пользователя, не являющегося профессионалом в сфере информационных технологий.

Целью данной работы является обзор примеров и обсуждение результатов использования авторской программы «Определение цветов на цифровом изображении» [1] для решения задач производственного и исследовательского характера.

**ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Преподавателями кафедры «Инженерная и компьютерная графика» ВСГУТУ разработана программа «Определение цветов на цифровом изображении», позволяющая осуществлять количественную оценку цветов цифрового изображения. Данная программа создана в среде Delphi, имеет удобный пользовательский интерфейс, решает задачи по определению цвета пикселей цифрового изображения, что исключает ошибки визуального сравнения цвета изображений с эталоном или количественной обработки цветов на цифровом изображении.

Работа в программе для пользователя заключается в применении следующих кнопок:

Open – открытие обрабатываемого файла.

Программа обрабатывает графические файлы с расширениями jpeg, bmp.

Colors Cnt – изменение уровня градации RGB-цветов.

В программе реализовано изменение уровней градации RGB-цветов от 2 до 6, что позволяет находить на изображении от 8 до 216 цветов.

Get Colors – определение цветов на изображении.

При нажатии данной кнопки цвета, выявленные на изображении, отображаются в области Colors to show и Colors to count. Эти области предназначены для множественного выбора цветов. Первая позволяет отобразить выбранные цвета в правой части окна программы, вторая – определяет цвета, по которым требуется получить их количественные характеристики для изображения исследуемого объекта (рис. 1). Для пользователя программы имеется возможность выбора требуемых для анализа цветов и их оттенков.

Get Limits – выделение части изображения.

Для некоторых задач требуется анализировать не полностью все изображение, а только его часть, которая может быть выбрана пользователем. Для этой цели обычно выбирают любую активную область при помощи мыши. К примеру, была выбрана средняя часть изображения при интерпретации результатов исследований (рис. 2).

Count Checked – вычисление пикселей выбранных цветов.

При нажатии данной кнопки по цветам, помеченным в области Colors to count, создаются массивы данных, содержащих количество этих цветов по столбцам и строкам. Данные массивов отображаются в столбчатых гистограммах, в которых имеются количественные характеристики по строкам и столбцам (рис. 2).

Save as Excel-file – сохранение данных в формате Excel.

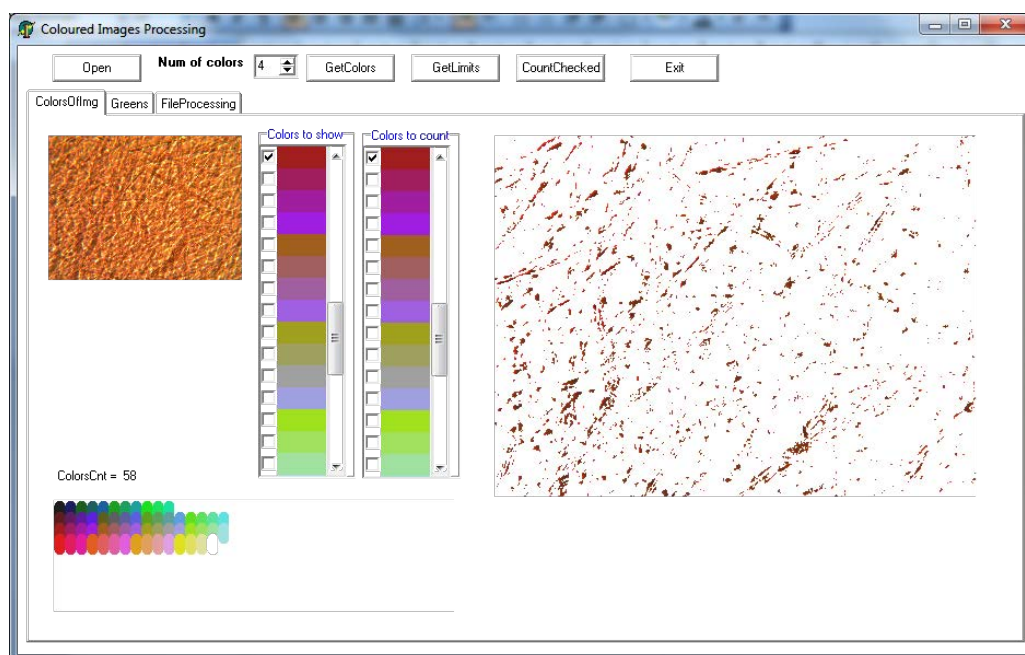


Рис. 1. Интерфейс программы «Определение цветов на цифровом изображении» при загрузке обрабатываемого изображения и выборе цветов

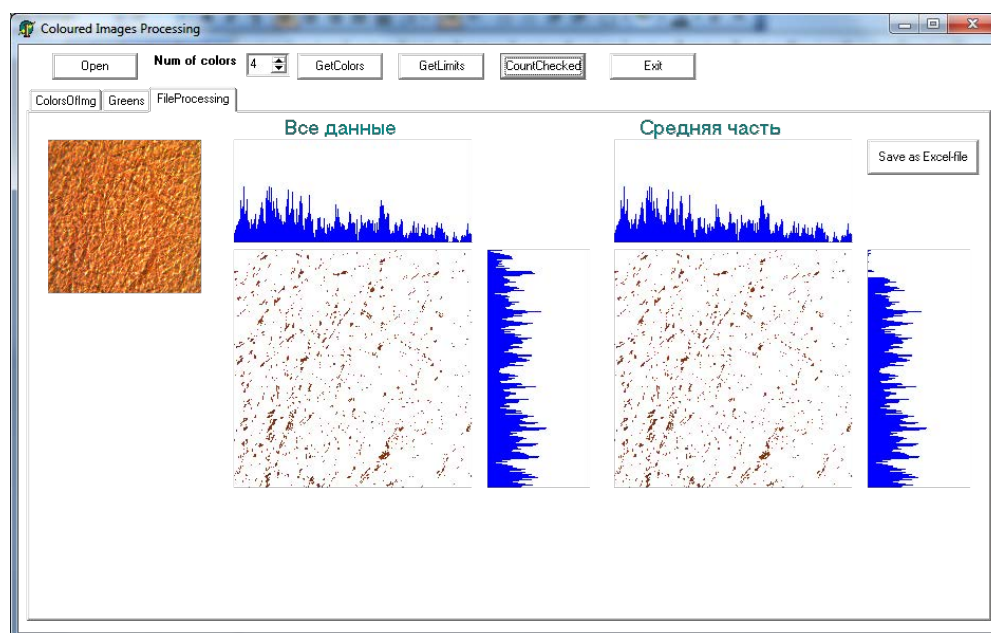


Рис. 2. Результат работы программы при количественной оценке цветов

Имеется возможность экспорта сформированных массивов данных в таблицы Excel. При этом в таблице Excel пользователь получает следующие данные: название обработанного файла, размер изображения в пикселях, минимальные и максимальные данные гистограмм и количество пикселей по столбцам и строкам.

Преимуществом программы является простота ее использования, возможность изменения и подбора интересующих пользователя цветовых оттенков, получение количественных характеристик в виде гистограммы и в форме таблицы Excel для дальнейшей статистической обработки.

*ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТОВ НА ЦИФРОВОМ  
ИЗОБРАЖЕНИИ»*

Программа была задействована для решения задач в различных отраслях знаний, в данной статье опущены подробности исследований и приводятся ссылки на предыдущие работы.

В первую очередь для корректной работы программы не маловажное значение имеет качество используемых цифровых изображений. Это понятие достаточно широкое и включает в себя множество технических аспектов. В качестве примеров по этому вопросу приводится ряд работ [2, 3], посвященных подбору необходимых режимов фотосъёмки (освещённости, расстояния от камеры до объекта, цвета фона и других параметров). Поиск оптимальных условий съёмки был осуществлён в процессе определения концентрации оксида хрома в водном растворе хромового дубителя.

Используя авторскую программу, проводились исследования при выполнении работ по изучению возможности определения скорости и глубины проникания химических материалов в капиллярно-пористые тела при изучении процессов дубления кожи и пропитки древесины. Объектами исследования при этом служили шкуры крупного рогатого скота, подвергавшиеся процессу дубления водным раствором хромового дубителя и образцы дерева липы, обрабатываемые водным раствором красителя. По результатам проведенных лабораторных исследований зарегистрирован патент на изобретение [4] и опубликованы статьи в сборниках конференций [5, 6, 7].

Результаты исследований в этом направлении показали, что использование программы позволяет более точно рассчитать количество реагента для проведения процесса дубления кожи или пропитки древесины красителем, определить скорость массопередачи, а также уменьшает трудоёмкость и материалоёмкость исследований по подбору режимов обработки материалов.

Использование авторской программы в других областях знаний также показало положительные результаты.

Программа дважды использовалась для проработки возможности мониторинга качества пищевых продуктов по цифровому изображению. Первым таким примером является изучение процессов окисления свежей и соленой рыбы при её хранении в условиях низких температур ( $-30^{\circ}\text{C}$ ). Исследователями были предприняты попытки оценить степень окисления рыбы с использованием фотосъёмок срезов образцов и последующей обработкой изображений с помощью программы. Параллельно процесс окисления был зафиксирован традиционным спектрофотометрическим методом. Программой были определены количественные показатели оттенков жёлтого цвета на изображении среза образцов хранящейся рыбы. В результате проведенных исследований по определению степени окисления рыбы при хранении установлена взаимосвязь между площадью оттенков желтого цвета мышечной ткани рыбы и значениями тиобарбитуровых чисел, определяемых спектрофотометрическим методом [8]. Таким образом, исследования показали, что имеется возможность определять степень окисления рыбы с помощью авторской программы, экономя при этом реактивы и время проведения лабораторных исследований.

Вторым примером использования программы при исследовании качества пищевых продуктов может служить работа в области определения качественных характеристик варёных и варёно-копчёных колбас [9]. В результате исследований в этом направлении установлено, что цифровой метод определения качества продукта подтверждает данные, полученные в результате экспертной оценки.

В заключение следует привести пример использования программы с целью количественной оценки химического состава плёнокообразных структур, образовавшихся в культуральных жидкостях микробиологического происхождения как побочный продукт при проведении экспериментов по биоутилизации яичной скорлупы [10]. Изучая строение и химический состав плёнокообразных структур, исследователи столкнулись с проблемой количественной оценки того или иного цвета на цифровом изображении образцов, окрашенных гистохимическими методами. В программе были обработаны выполненные ранее цифровые изображения, что позволило объективно оценить и сделать выводы в отношении химического состава исследуемых объектов. Примеры выполнения данных исследований отображены на рис. 1,2.

Более подробно с проведением и результатами исследований, представленными в данной статье можно ознакомиться в работах [2–10].

## **ВЫВОДЫ**

Таким образом, приведённые примеры демонстрируют широкие перспективы использования авторской программы «Определение цветов на цифровом изображении» и её прикладное значение. Программа позволяет качественно выполнить объективную оценку наличия пикселей заданных цветов на цифровом изображении. Авторская программа может быть использована в разных областях, где требуется такая обработка: на пищевых производствах для определения качества продукции, сырья, в медицине при оценке гистохимических исследований, а также в случаях оценки и объективной интерпретации экспериментальных данных и лабораторных исследований, зафиксированных с помощью цифровых изображений.

## **ЛИТЕРАТУРА**

Дамдинова Т.Ц., Жимбуева Л.Д. Определение цветов на цифровом изображении. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014617030, опублик. 09.07.2014 г. (Роспатент)

Дамдинова Т.Ц., Советкин Н.В., Мисюркеева Т.Н., Тармаев Д.В. Условия съемки и качество цифровых изображений в цветометрии. В сб: Материалы III Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием «Экологобезопасные и ресурсосберегающие технологии и материалы» Улан-Удэ, Изд-во Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН, 2017. с. 264–265.

Раднаева В.Д., Дамдинова Т.Ц., Шимин А.Р., Нимаева Б.Б. Совершенствование метода определения концентрации оксида хрома в водном растворе хромового дубителя. В сб: Материалы III Всероссийской молодежной научн. конф. с межд. участием «Экологобезопасные и ресурсосберегающие технологии и материалы» Улан-Удэ, Изд-во Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН, 2017. С. 273–275

Раднаева В.Д., Советкин Н.В., Дамдинова Т.Ц., Емельянов И.Д. Способ определения скорости массопередачи в капиллярно-пористых телах. Патент на изобретение RUS 2567510 17.11.2014

Раднаева В.Д., Советкин Н.В., Дамдинова Т.Ц., Жимбуева Л.Д. Определение глубины проникания дубителя в дерму на основе цифрового изображения. В кн: Материалы X Международной научно-практической конференции «Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование» – Улан-Удэ, Изд-во ВСГУТУ, 2014. – С. 11–14.

Дамдинова Т.Ц., Раднаева В.Д., Жимбуева Л.Д. Использование методов обработки изображений для исследования процесса пропитки материалов. // Динамика систем, механизмов и машин. Омск, Изд-во: Омский государственный технический университет 2016. № 3. С. 137–141.

Damdinova T., Radnaeva V., Zhimbueva L. Using of image processing to study impregnation process in materials. В сборнике: 2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics, 2016.

Никифорова А.П., Дамдинова Т.Ц., Столярова А.С. Изучение органолептических свойств рыбных продуктов с применением методов цифровой обработки изображений. // Вестник ВСГУТУ. 2018. № 4 (71). С. 135–142

Никифорова А.П., Дамдинова Т.Ц. Оценка качества мясных продуктов методом цифровой обработки изображений. // Контроль качества продукции. 2019. № 3. С. 32–38.

Прудова Л.Ю., Данилова Т.Е., Дамдинова Т.Ц. Использование программных средств для изучения цифровых изображений плёнообразных структур. В сб: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Биотехнология в интересах экономики и экологии Сибири и Дальнего Востока» – Улан-Удэ, Изд-во ВСГУТУ, 2016. С. 90–94.