

# АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОДНОРОДНОСТИ МНОГОЦВЕТНЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ПО ЦВЕТНЫМ ФОТОИЗОБРАЖЕНИЯМ

*Алибекова А.А., Осипов С.П., Осипов О.С.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный  
сотрудник Российско-китайской научной лаборатории радиационного  
контроля и досмотра*

## 1 Введение

В современном строительстве широко используются декоративные строительные материалы (ДСМ) [1, 2]. Многие из них являются мелкозернистыми материалами со случайным распределением разноцветных зерен. К потребительским характеристикам ДСМ помимо размеров зерен, их формы и цвета относится степень однородности по цвету по испытываемой поверхности [3, 4]. Имеющиеся в литературе алгоритмы оценки качества ДСМ отличаются сложностью, поэтому необходима разработка упрощенного алгоритма.

К исследуемому типу ДСМ относятся материалы природного и искусственного происхождения. Из природных каменных материалов следует выделить гранит и мрамор [2], а материалов искусственного происхождения – искусственные каменные материалы, керамические плитки. Для иллюстрации на рис. 1 приведены изображения некоторых ДСМ, относящихся к области исследований.

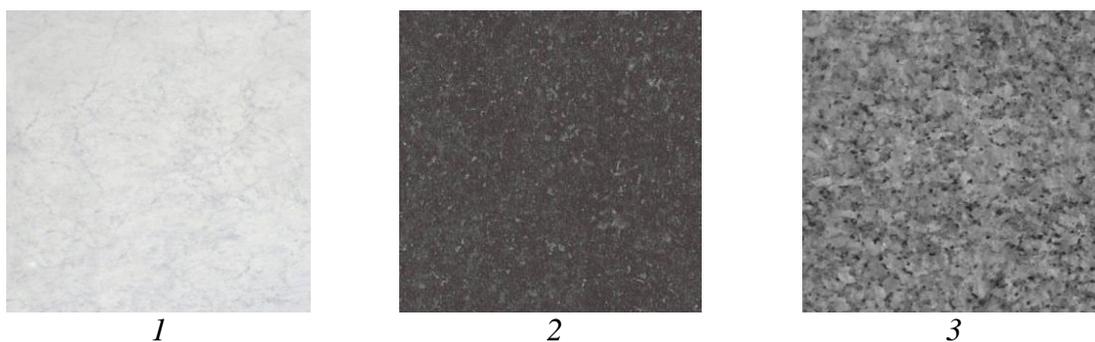


Рис. 1.1. – серый мрамор; 2 – черный гранит; 3 – гранит

## 2 Алгоритм оценки степени однородности изображений

В работах [5, 6] рекомендовано использовать анализ полутоновых и цветных оптических изображений исследуемых объектов для оценки

качества строительных материалов и изделий. На первом этапе следует выделить информативные параметры оптических изображений, необходимые для оценки качества декоративных строительных материалов.

## 2.1 Информативные параметры изображений

Уровень серого (полутон) или значения цветовых координат можно рассматривать в качестве случайных величин. Исходя из этого, к информативным параметрам полутоновых изображений следует отнести  $gr_a$  – среднее значение уровня серого по локальной области  $a$ ,  $a \in A$ , здесь  $A$  – множество точек максимальной области интереса. Для цветных изображений  $r_a, g_a, b_a$  – средние значения цветовых координат в системе RGB по области  $a$ . В качестве дополнительных информативных характеристик для полутоновых изображений для рассматриваемой задачи выступают  $\sigma gr_a$  – среднеквадратические отклонения уровня серого по области  $a$ ,  $a \in A$ . Для цветных изображений –  $\sigma r_a, \sigma g_a, \sigma b_a$  – среднеквадратические отклонения цветовых координат в системе RGB по области  $a$ .

## 2.2 Алгоритм обработки информации

Алгоритм оценки степени однородности базируется на вычислении изменения совокупности информативных параметров полутоновых и цветных оптических изображений по мере уменьшения площадей областей  $a$ . На практике размер минимальной области  $a$  ограничен размером цветового зерна. Практично рассматривать множества  $A$  и  $a$  в форме квадратов размерами  $n_A \times n_A \text{ pix}^2$  и  $n_a \times n_a \text{ pix}^2$ . Выражения для оценки информативных параметров для полутоновых изображений имеют вид

$$gr_a = \frac{\sum_{(i,j) \in a} gr_{i,j}}{\dim a}, \quad \sigma gr_a = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in a} (gr_{i,j} - gr_a)^2}{\dim a - 1}}, \quad (1)$$

здесь  $\dim a = n_a \times n_a$  – количество точек в локальной области  $a \in A$ .

Информативные параметры для цветных изображений оцениваются по следующим формулам

$$r_a = \frac{\sum_{(i,j) \in a} r_{i,j}}{\dim a}, \quad g_a = \frac{\sum_{(i,j) \in a} g_{i,j}}{\dim a}, \quad b_a = \frac{\sum_{(i,j) \in a} b_{i,j}}{\dim a},$$

$$\sigma r_a = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in a} (r_{i,j} - r_a)^2}{\dim a - 1}}, \quad \sigma g_a = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in a} (g_{i,j} - g_a)^2}{\dim a - 1}}, \quad \sigma b_a = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in a} (b_{i,j} - b_a)^2}{\dim a - 1}}. \quad (2)$$

Приведем основу алгоритма, которая включает в себя исходные данные, ограничения, последовательность действий.

*Замечание 1.* Возможно несколько подходов к уменьшению размеров локальных множеств. Первый подход связан с уменьшением размера множества  $a$  на каждом этапе в два раза. Во втором подходе на первом этапе размер уменьшается в два раза, на втором в три раза и т.д.

К исходным данным относится само изображение **I** (полутоновое или цветное), множество  $A$ , минимальный размер множества  $a - n_{a \min}$ , количество шагов по изменению размера локального множества  $k_a$ .

*Замечание 2.* Количество строк, равное количеству столбцов, определяется количеством шагов по изменению размера локального множества  $k_a$  и подходом к уменьшению (смотри замечание 1). Для первого подхода  $n_A \sim 2^{k_a}$ , а для второго подхода  $n_A \sim k_a + 1$ .

Соблюдение требований замечания 2 к размерам исходного изображения обеспечивает равенство условий для сравнения исследуемых характеристик изображений.

Перечислим последовательность действий алгоритма:

1. Обнуляем счетчик номеров этапов  $k=0$ .
2. Вычисляем  $gr_A$  и  $\sigma gr_A$  для полутоновых изображений или  $r_A, \sigma r_A, g_A, \sigma g_A, b_A, \sigma b_A$  для цветных изображений.
3. Увеличиваем номер этапа  $k = k + 1$ .
4. Проверяем условие  $k > k_a$ , если условие выполняется, то заканчиваем расчеты для анализируемого полутонового или цветного изображения и переходим к этапу сравнения (пункт 7).
5. В соответствии с выбранным подходом определяем  $n_{a(k)}$  размер локальных множеств  $a(k)$

$$n_{a(k)} = \frac{n_A}{2^{k_a}}, \text{ первый подход, } n_{a(k)} = \frac{n_A}{k + 1}, \text{ второй подход.}$$

6. Формируем матрицы информативных параметров  $k$ -го этапа  $gr_{lmk}$  и  $\sigma gr_{lmk}$  для полутоновых изображений или  $r_{lmk}, \sigma r_{lmk}, g_{lmk}, \sigma g_{lmk}, b_{lmk}, \sigma b_{lmk}$ .

7. Переход к пункту 2.

8. Этап анализа. Последовательно сравниваем значения информативных параметров, полученных на этапах обработки.

### **3 Обработка экспериментальных данных**

Для иллюстрации возможностей алгоритма (пункт 2) было обработано изображение черного гранита (рис. 1.2). Был использован подход к уменьшению размеров локальных множеств, основанный на уменьшении линейного размера локального множества на каждом этапе в два раза. В силу особенностей объекта анализировалось его полутоновое изображение. В таблице 1 приведены результаты первых

трех этапов алгоритма применительно к изображению 2 на рис. 1.

Средний уровень яркости изображения 31,8, а среднеквадратическое отклонение 10,4. В одном из углов объекта наблюдается незначительное просветление – около 12 градаций серого. Испытанный образец отличается высокой степенью однородности по градациям серого цвета.

### Заключение

В работе приведен и экспериментально апробирован алгоритм оценки степени однородности полутоновых или цветных изображений по средним значениям и среднеквадратическим отклонениям градаций серого или цветовых координат для любого уровня детализации.

Таблица 1. Результаты обработки изображения 1.2 (черный гранит)

$k$	Среднее значение яркости								Среднеквадратические значения							
0	31,8								10,7							
1	31,8	31,3							10,3	10,5						
	33,8	31,4							11,2	10,8						
2	32,2	31,3	31,6	31					9,8	10,6	10,4	10,3				
	35,1	30,6	32	32,7					10,4	10,1	10,5	11,4				
	35,9	32	32,3	31					10,8	10,3	10,7	10,7				
	35,1	34,1	33	31,2					10,5	13	11,3	10,7				
3	32,6	32,7	32,8	32,6	32,2	32,1	30,2	30,3	8,8	11,1	10,6	14	11,4	10,5	8,5	9,1
	34,5	33,2	31,4	32,3	31,9	34,3	34,7	32,7	10,5	10	9,3	9	9,3	11,3	12,5	11,1
	36	36,6	32,3	31	33,8	33	35,1	34	9	11,5	10,2	9,6	13,1	10,9	12,7	13,2
	37,2	35,3	32,2	31	31,7	33,7	32,1	34	10,9	11,4	11,1	10,7	9,8	8,9	9,4	10,9
	39	34	32,8	31,7	32,4	33	33,4	32,4	10,9	9,4	10,6	9,1	10,7	10	13,1	10,1
	39,7	35,8	34,8	32,8	32,3	35,8	30,9	31,5	11,3	11,9	10,7	11,8	9	13,7	9,7	10,6
	36,7	34,9	34,7	34,3	33,1	35,2	33,4	31,2	11,2	10,7	12	14,4	10,8	11	10,1	11,9
	37,7	35,4	38,9	33	32,3	35,9	31,5	32,5	10,5	10,7	15,7	9,9	9,7	14,1	11,4	10,6

### Список информационных источников

1. Попов, Л.Н. Новые отделочные и декоративные материалы в строительстве XXI века // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2007. – № 2-С. – С. 36.

2. Бакка, Н.Т., Ильченко, И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений: Справочник. – М. : Изд-во Недр. – 1992. – 303 с.

3. Купкін, Є.С., Подчашинський, Ю.О. Спосіб контролю зовнішнього вигляду поверхні виробів з облицовального каменю. Патент Україна, № 20031212802. Бюл. № 11. – 2004. – 3 с.

4. Подчашинський, Ю.О., Деревьянко, О.В. Контроль яркости

поверхности декоративно-облицовочного камня на основе фрактальной обработки видеоинформации / /Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – Т. 5. – № 2 (35). – С. 38–44.

5. Иванова, Н.Н., Жолобова, О.А. Предложения по расширению области применения цифровой фотографии при оценке состояния строительных конструкций // Интернет-журнал Науковедение. – 2012. – № 3. – 5 с.

6. Жолобова О. А. Перспективы развития дистанционных методов измерительного контроля качества строительной продукции // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 26. – №. 3 (26). – 5 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КАПИЛЛЯРНЫХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

*Андреев И.Д.*

*Томский политехнический университет*

*Научный руководитель: Лобанова И.С., ст. преподаватель  
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В последнее время композиционные материалы очень часто используют в качестве конструкционных материалов, так как они обладают большей прочностью и износостойкостью по отношению к металлическим материалам.

Композиционный материал - искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с чёткой границей раздела между ними.

Композиты различают по составу материала матрицы и упрочнителя. В качестве матрицы в композитах на основе пластмасс используют различные полимеры (обычно синтетические смолы), а в качестве наполнителя — хлопчатобумажные ткани (текстолит), стекло или минералы (стеклопласты, асбопласты), углеродные волокна (углепласты) и т. д.

Изделия из композиционных материалов применяются во многих отраслях. Самые распространённые: ракетно- и самолетостроение; наземный транспорт; судостроение; электрорадиотехника; строительство; химическая промышленность; военное дело и средства безопасности.

В пластмассе, керамике, бетоне могут возникать дефекты типа раковин и пузырей. Они образуются в результате неплотной набивки формы при прессовке и литье, при выделении газов в результате