

Продолжение работ в области совершенствования методики может привести к ее использованию как составляющей системы технического зрения при проведении экологических исследований.

#### **Список цитированных источников**

1. Синергетика и фракталы в материаловедении / В.С. Иванова [и др.]. – Москва: Наука, 1994.
2. Федер, Е. Фракталы / Е. Федер. – Москва: Мир, 1991. – 254 с.
3. Шредер, М. Фракталы, хаос и степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая / М. Шредер. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 528 с.
4. Встовский, Г.В. Введение в мультифрактальную параметризацию структур материалов / Г.В. Встовский, А.Г. Колмаков, И.Ж. Бунин. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 116 с.
5. Гнатюк, С.П. Тезисы докладов II Всероссийской научной конференции «Проектирование инженерных и научных приложений в среде Matlab» / С.П. Гнатюк, А.Б. Лихачев. – 2004. – С. 620–628.
6. Гнатюк, С.П. Тезисы докладов II международного симпозиума «Фотография в XXI веке» / С.П. Гнатюк, М.В. Домасёв, А.Б. Лихачев. – Москва, 2006. – С. 143–146.
7. Гнатюк, С.П. Тезисы докладов II международного симпозиума «Фотография в XXI веке» / С.П. Гнатюк, М.В. Домасёв, А.Б. Лихачев. – Москва, 2006. – С. 146–149.
8. Maxim V. Domasev, Andrey B. Lihachev and Sergey P. Gnatyuk // Conference proceedings book The International Conference "Printing technology. SPb'06". – P. 77–79.
9. Мультифрактальный подход к исследованию топологических особенностей поверхности материалов: тезисы докладов на Третьей Всероссийской конференции «Химия поверхности и нанотехнология» / С.П. Гнатюк [и др.]. – СПб. – Хилово, 2006.

УДК 504.064

### **МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ЗНАЧИМЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

**Гнатюк С.П., Лихачев А.Б., Мавринский Л.Д., Аделева Д.И., Басов С.В. \***  
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения», г. Санкт-Петербург, Россия; \* Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест Республика Беларусь, [ieih@bstu.by](mailto:ieih@bstu.by)

*The method of allocation of information – significant components of the images of ecological objects and systems is offered. It can lay in a base of creation of OSR for continuous monitoring of their condition with the set level of reliability of the received quantitative information*

#### **Введение**

При проведении исследований в различных областях человеческой деятельности широко применяются методы, которые основаны на разнообразных физических принципах регистрации, анализа и отображения структуры изучаемого объекта или системы (всевозможные оптические методы регистрации и распознавания, методы оптической, электронной, туннельной, атомно – силовой микроскопии и др.). Однако интерпретация таких результатов носит ка-

чественный характер, что связано с объективными трудностями при получении количественных оценок их параметров даже при условии использования перспективных цифровых технологий (например, часто возникает проблема оценки достоверности полученных данных в связи с потерей части информации в результате цифровой фильтрации и пр.). Это провоцирует появление новых методик выделения и реконструкции информационно-значимых составляющих изображений, которые основаны в том числе и на статистическом подходе к анализу параметров исходных изображений, что обеспечивает получение результатов с заранее определяемым уровнем достоверности.

### Основная часть

Основным понятием, которое широко используется в многочисленных методах, лежащих в основе системного подхода к анализу информации, является понятие энтропии, причем выражения для "термодинамической" (в трактовке Больцмана) и "кибернетической" энтропии совпадают. С энтропией тесно связано определение термина «информация», точнее – ее количество. Если исходное состояние системы можно характеризовать определенной начальной энтропией, а после преобразования сигнала ее текущим значением, то количество информации определяется их разностью, что позволяет проводить как количественную оценку искажений, вносимых аналитической системой в исходное изображение объекта, так и идентификацию их природы. Поэтому исходные данные для оценки значений факторов, определяющих свойства объекта можно почерпнуть посредством вычисления информационных характеристик его изображения, например, из анализа особенностей гистограммы.

Предлагаемый метод в своей основе использует параметры ее математической модели

$$Y = \sum_{i=1}^n K_i * f_i(p_{i,1}, p_{i,2}), \quad (1)$$

где  $K_i$  – масштабные коэффициенты;  $f_i(p_{i,1}, p_{i,2})$  – функции Гаусса - Лапласа, аппроксимирующие яркостные характеристики групп пикселей, образующих  $i$ -й фрагмент изображения объекта, параметры которых рассчитывались с использованием методов условной оптимизации (в качестве критерия оптимизации приняли минимум суммы квадратов отклонений экспериментальных значений распределения пикселей по яркостям от  $Y$ , ошибка адекватного математического описания гистограмм исходных изображений не превышала 3 – 5 %), таблица.

**Таблица – Значения параметров  $p_{i,1}, p_{i,2}$  составляющих  $f_i(p_{i,1}, p_{i,2})$  аддитивной модели гистограммы исходного изображения**

$i$ – номер группы	$p_{i,1}$ – положение максимума распределения значений яркости в таксоне, усл. ед.	$p_{i,2}$ – значение полуширины распределения значений яркости в таксоне, усл. ед.
1	73	5
2	200	15
3	63	5
4	243	9
5	228	8
6	88	5
7	128	25
8	168	14
9	97	10

Продолжение таблицы

10	217	15
11	83	5
12	125	15

Как следует из таблицы, положение максимумов распределения яркости элементов изображения, принадлежащих различным группам и их дисперсии, варьируют в довольно широких пределах.

Это привело к идее использования методов кластерного анализа для объединения близких по характеристикам групп элементов исходного изображения в кластеры, таксоны, принадлежащие к соответствующей информационно-значимой его части, реконструкцию бинарного изображения которой осуществляли посредством выделения соответствующих элементов из всей совокупности пикселей исходного изображения.

Методы кластерного анализа широко представлены алгоритмами агломеративного иерархического группирования объектов и признаков, позволяющими наглядно представлять стратификационную структуру исследуемой совокупности объектов. Критерием качества выполнения процедуры кластеризации может служить различие в расстояниях между объектами внутри кластера и расстояниями между соседними кластерами. В настоящей работе объекты классифицировались по методу "дальних соседей" с метрикой "квадрат евклидова расстояния". Подобный выбор продиктован особенностью алгоритма "дальних соседей", который заключается в формировании кластеров сферической формы по принципу минимального расстояния объектов внутри класса. Таким образом, реализовалась возможность выделения кластеров, не имеющих пересечения между собой, рис. 1.



Кластеры: 1 – □, 2 – △, 3 – ○; центры тяжести – +.

**Рисунок 1** – Диаграмма рассеяния групп элементов исходного изображения по результатам кластерного анализа

Результатом выполнения процедуры кластеризации стало определение уровней бинаризации для каждого класса элементов изображения. Это значительно снизило неопределенность, обусловленную появлением в реконструированном изображении пикселей с уровнями интенсивности, значительно отличающимися от первоначальных. Полученные подобным образом реконструированные изображения информационно-значимых элементов представлены на рис. 2.



а) – исходное изображение объекта исследования (1, 2, 3 – информационно-значимые его составляющие), б), в), г) – реконструированные двухградационные изображения его информационно-значимых составляющих, 1-й, 2-й и 3-й, соответственно

**Рисунок 2** – Реконструированные изображения информационно-значимых элементов

Анализ результатов кластеризации показал тесную связь количества групп пикселей с величинами энтропии исходных изображений объектов, что в соответствии с ее физическим смыслом является оценкой количества выделенных классов, идентификация которых снизила бы неопределенность процедуры реконструкции до минимума.

#### **Заключение**

Описанный метод может лечь в основу создания систем технического зрения для непрерывного мониторинга параметров состояния объектов и систем различной природы с заданным уровнем достоверности получаемой количественной информации.

УДК 551.492

### **НОВЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОПРОСА ОТРАБОТАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ, СОДЕРЖАЩЕГО МАРГАНЕЦ**

**Годунов Е.Б., Горичев И.Г., Артамонова И.В.**

Московский государственный технический университет «МАМИ», г. Москва, Российская Федерация, gen225@rambler.ru

*Solution of the ecological problem of processing the worked out chemical-battery power supplies containing manganese, with the use of a citric acid is proposed in the article. Experimental data and optimum conditions on the leaching of manganese from the ores and the worked out chemical-battery power supplies are given.*

#### **Введение**

Проблемы сбора и утилизации отработанных марганецсодержащих ХИТ в России остаются крайне важными, однако они в настоящее время практически не решены. На сегодняшний день отработанные марганецсодержащие ХИТ захораниваются на полигонах твердо-бытовых отходов (ТБО), приводя к различным экологическим последствиям.

#### **Основная часть**

Продукты разложения отработанных ХИТ попадают не только в атмосферу, но и в почву и в воду. Вещества, попавшие в атмосферу, взаимодействуют с другими веществами, приводя к образованию еще более сложных со-