



**«АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ
ИНФОРМАТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ
СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С
ПОСЛЕДУЮЩИМ МОНИТОРИНГОМ
ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ»**

Алтыник Борис

**студент кафедры информационных технологий и систем
Национальная металлургическая академия Украины**

АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОСЛЕДУЮЩИМ МОНИТОРИНГОМ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ:

Разработать алгоритм повышения информативности многоканальных спутниковых изображений с последующим мониторингом городской инфраструктуры.

Оценить эффективность разработанного алгоритма повышения информативности многоканальных спутниковых изображений.

Проведение оперативного мониторинга техногенных объектов.

АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ



а)



б)

а) панхроматическое;

б) многоканальное;

Рисунок 1 - Спутниковые снимки WorldView-2

АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

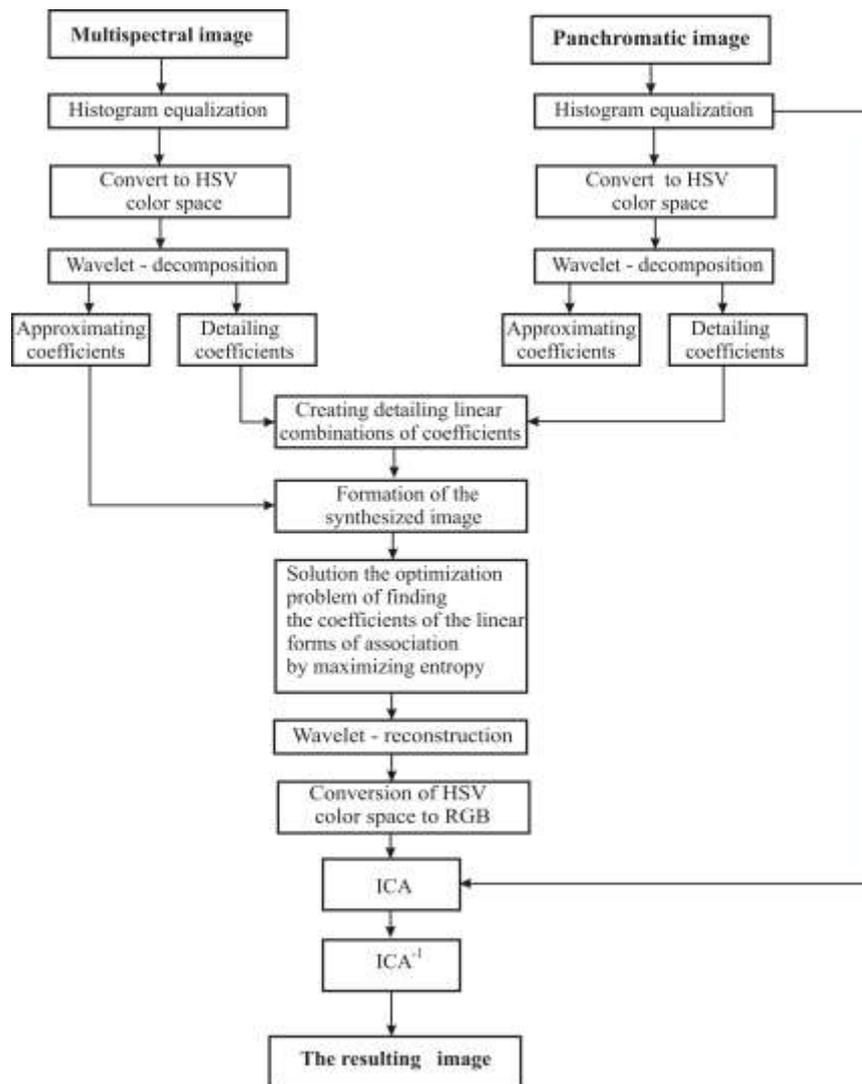


Рисунок 2 - Схема алгоритма

АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Преобразование изображения в цветовую модель HSV осуществляется, следующим образом:

$$\begin{bmatrix} V \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{-2}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{-1}{\sqrt{2}} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} H &= \arctg \left[\frac{V_2}{V_1} \right] \\ S &= \sqrt{(V_1)^2 + (V_2)^2} \end{aligned} \quad (1)$$

Алгоритм включает в себя Вейвлет декомпозицию первого уровня, в результате чего для каждого из изображений получают матрицы аппроксимирующих и детализирующих коэффициентов. Полученные детализирующие коэффициенты обоих изображений образуют линейные комбинации с учетом численных значений коэффициентов линейных форм совмещения (а, b):

$$\begin{cases} App_i^N = c_i^N, \\ Det_i = \sum_{l=1}^N \left(\{a \cdot d_P^{l,1} + b \cdot d_i^{l,1}\}, \{a \cdot d_P^{l,2} + b \cdot d_i^{l,2}\}, \{a \cdot d_P^{l,3} + b \cdot d_i^{l,3}\} \right) \end{cases} \quad (2)$$

где App_i^N и Det_i - аппроксимирующая и детализирующая Вейвлет- составляющие нового изображения.

АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

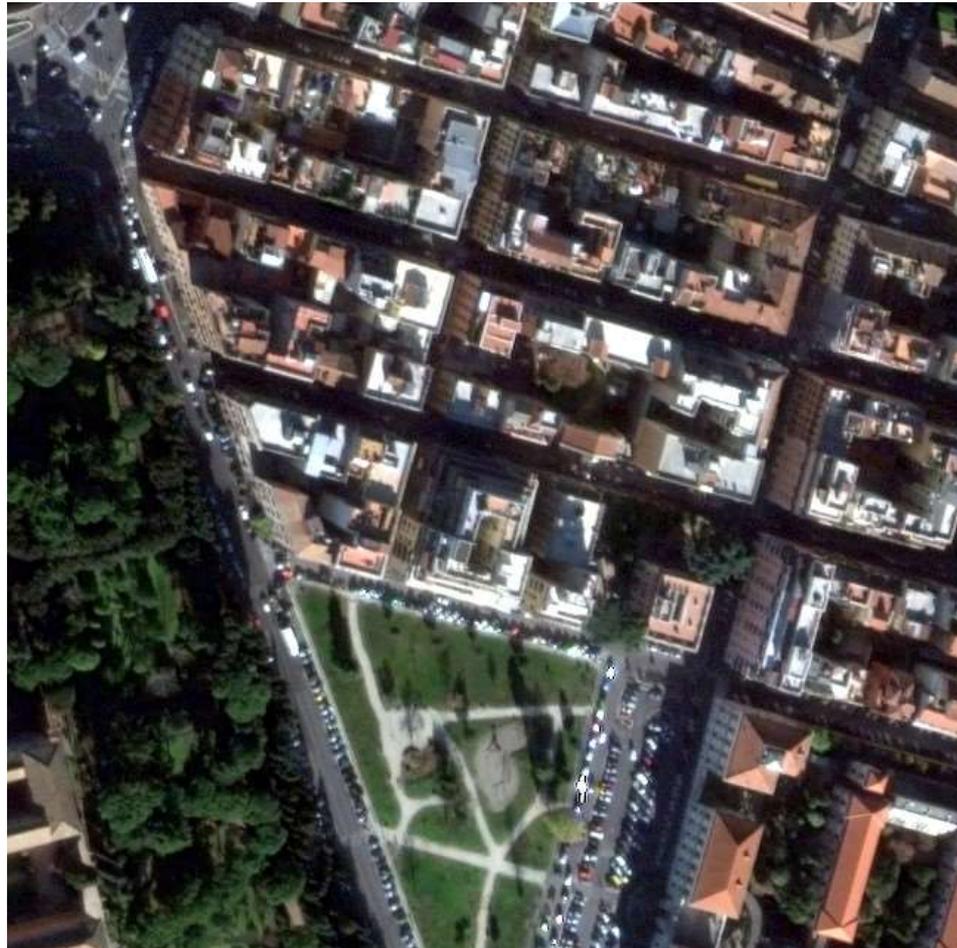


Рисунок 3 - Синтезированное изображение по алгоритму повышения информативности многоканальных спутниковых изображений с последующим мониторингом городской инфраструктуры

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО АЛГОРИТМА ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Таблица 1. Значение SSIM

| Метод | R | G | B |
|-----------------------------|------|------|------|
| РСА | 0.51 | 0.49 | 0.47 |
| Грама - Шмидта | 0.46 | 0.45 | 0.44 |
| HSV | 0.48 | 0.57 | 0.55 |
| Вейвлет | 0.49 | 0.52 | 0.47 |
| Синтезированное изображение | 0.61 | 0.63 | 0.67 |

Индекс структурного подобия определяется следующими выражениями:

$$SSIM = \left(\frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} \right) \left(\frac{2\bar{X}\bar{Y}}{(\bar{X})^2 + (\bar{Y})^2} \right) \left(\frac{2\sigma_X \sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2} \right) \quad (3)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N x_{ij}, \quad \bar{Y} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N y_{ij} \quad (4)$$

$$\sigma_X^2 = \frac{1}{(M-1)(N-1)} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (x_{ij} - \bar{X})^2 \quad (5)$$

$$\sigma_Y^2 = \frac{1}{(M-1)(N-1)} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (y_{ij} - \bar{Y})^2 \quad (6)$$

$$\sigma_{XY} = \frac{1}{(M-1)(N-1)} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (x_{ij} - \bar{X})(y_{ij} - \bar{Y}) \quad (7)$$

где SSIM – индекс структурного подобия.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО АЛГОРИТМА ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Таблица 2. Значение ERGAS

| Метод | ERGAS |
|-----------------------------|-------|
| РСА | 2.21 |
| Грама - Шмидта | 1.95 |
| HSV | 2.48 |
| Вейвлет | 1.89 |
| Синтезированное изображение | 1.58 |

Относительная безразмерная глобальная ошибка ERGAS вычисляется:

$$ERGAS = 100 \frac{h}{l} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left(\frac{RMSE(n)}{\mu(n)} \right)^2} \quad (8)$$

где $\frac{h}{l}$ - соотношение между пиксельными размерами панхроматического и многоканального изображения;
 $\mu(n)$ - среднее; n - канал; N - общее число спектральных каналов.

СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

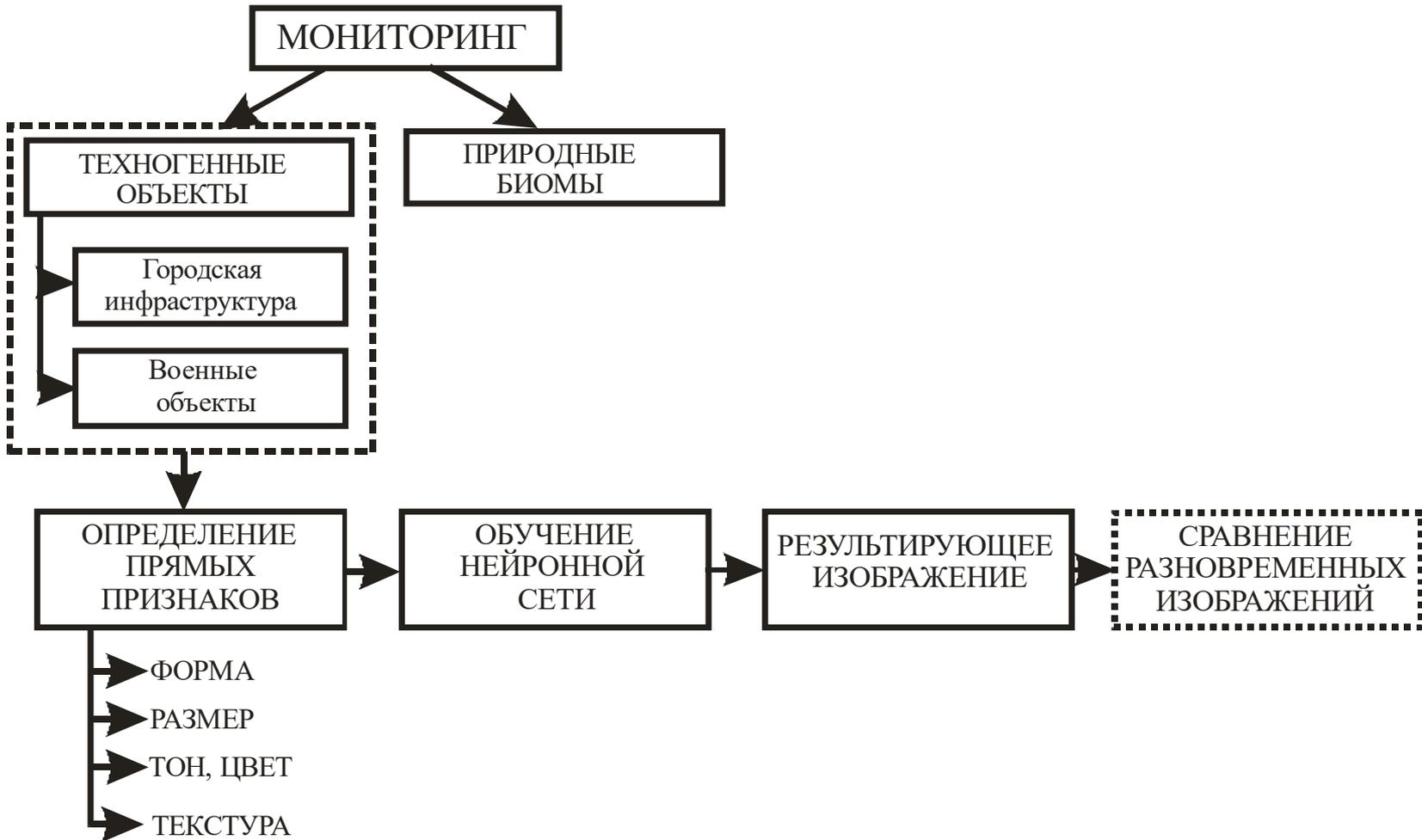


Рисунок 4 - Общая схема системы оперативного мониторинга техногенных объектов

A photograph of a space station in orbit over Earth. The station's complex structure, including solar panels and various modules, is visible against the bright, curved horizon of the planet. The background is a deep, dark space.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!