

Интерактивный метод выбора оптимальных параметров обработки космических изображений и его применение в задаче обнаружения и анализа объектов захоронения отходов

Рихтер А.А. (1); Мурынин А.Б. (1, 2)

1/ НИИ АЭРОКОСМОС

Москва, Гороховский пер., 4, 105064, Россия

E-mail: www.aerocosmos.info

2/ Вычислительный центр РАН

Москва, ул. Вавилова, 40, 680021, Россия

E-mail: www.ccas.ru

Докладчик: Рихтер Андрей Александрович

Постановка задачи

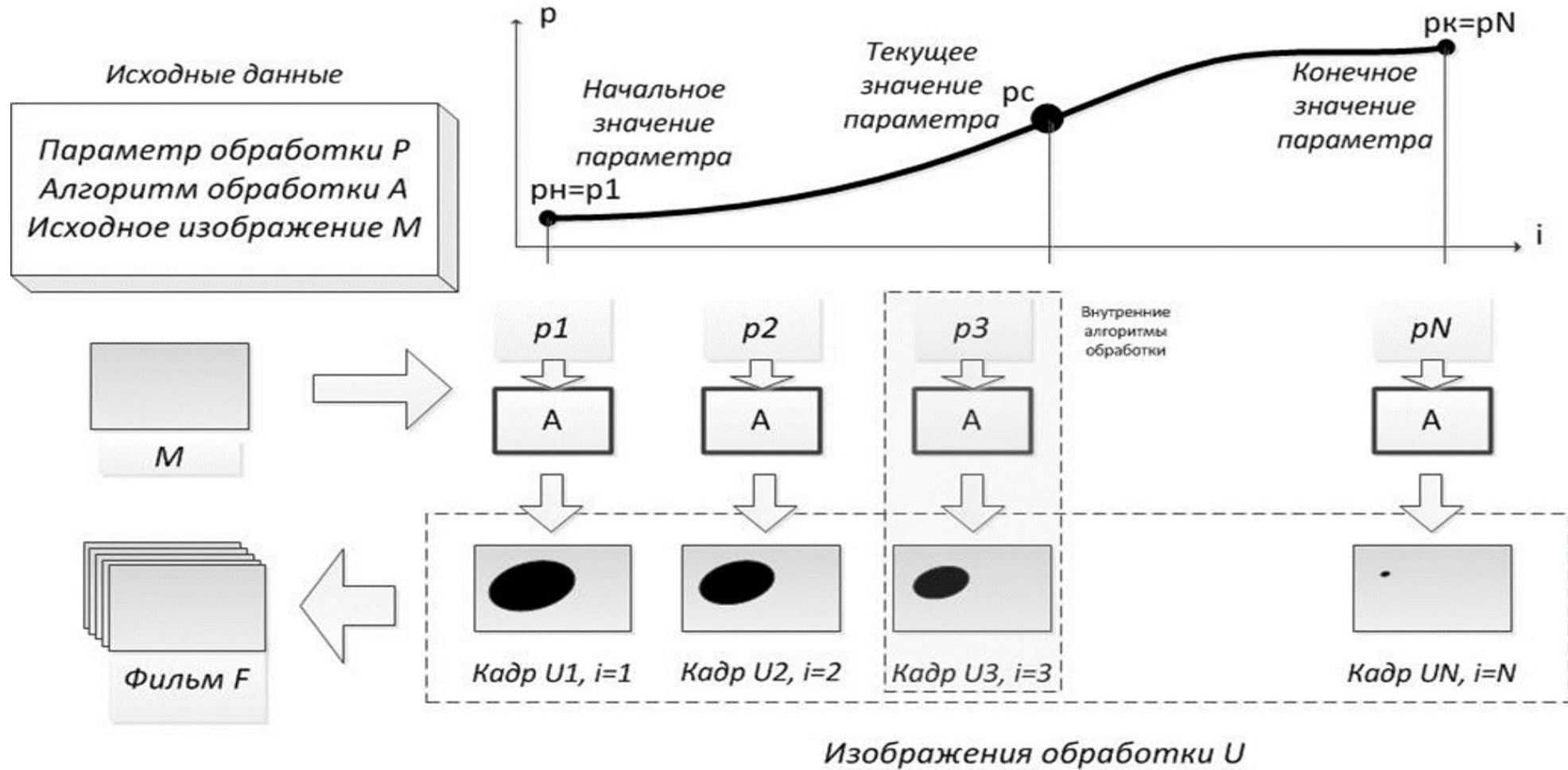
Число алгоритмов и соответствующих методов автоматического детектирования объектов поверхности земли растет с годами. Но эти методы имеют многочисленные ошибки детектирования на всех этапах обработки.

Предлагается метод интерактивной обработки изображений в задаче космического мониторинга, состоящий в отображении изображений обработки на экране в режиме реального времени при изменении тех или иных параметров обработки. Контроль над типом и значением параметра проведением определенных манипуляций в программе позволяет оперативно получить матрицу информационных признаков, соответствующую области детектирования, наиболее близкой к реальной. Введением инструментов коррекции изображений обеспечивается избавление от ошибок первого и второго рода.

Методы интерактивной обработки изображений

1. Блочная интерактивная обработка – обработка изображений составлением систем управления из блоков управления и отображение результатов обработки в блоках-индикаторах в режиме реального времени;
2. Пространственная интерактивная обработка – обработка и отображение на экране изображений в режиме реального времени посредством манипуляций мышью;
3. Мультимедийная интерактивная обработка – обработка изображений с использованием принципа «кино», состоящая в автоматическом «перелистывании» изображений результатов обработки при непрерывном изменении значений информационных признаков.

Мультимедийная интерактивная обработка



Математическая модель видеообработки изображений

$$F = U[M, p], \quad p = f(t) \quad F_0 = U[M, p_0], \quad p_0 = f(t_0)$$

$$t = g(i), \quad i = 1, 2, \dots, N \quad k = \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

F – фильм, который состоит из последовательности изображений обработки (видеоизображение), t – текущий момент времени, M – исходное изображение, $U[M, p]$ – текущее изображение обработки, p – параметр (параметры) обработки над исходным изображением, U – оператор, обрабатывающий исходное изображение M по заданному алгоритму, воздействуя на M параметром обработки p , $f(t)$ – функция параметра обработки p от времени t (параметрическая функция).

F_0 – кадр фильма, представляющий собой значение функции $U_0=[M, p_0]$ в определенной точке $p=p_0$ для постоянного исходного изображения M , t_0 – момент времени, в который отображается данный кадр (например, на экране дисплея).

k – скорость прорисовки кадров: количество кадров ΔN в единицу времени Δt .

i – номер кадра фильма, меняющийся от 1 до N , N – число кадров, $g(i)$ – функция времени t от дискретного значения номера кадра i (временная функция).

Определенному моменту t_0 соответствует свой уникальный номер кадра i_0 , т.е. $t_0=g(i_0)$ в данном видеоизображении.

Частные случаи видеообработки

1. Видео-контрастирование
$$U(x, y) = M_{\min} + \frac{M_{\max} - M_{\min}}{m_{\max} - m_{\min}} \cdot (M(x, y) - m_{\min})$$

$$p^1 = M_{\min}$$

$$p^2 = M_{\max}$$

m_{\min} – минимальное значение КСЯ на изображении M , m_{\max} – максимальное значение КСЯ на изображении M , M_{\min} – требуемое минимальное значение КСЯ на изображении обработки U , M_{\max} – требуемое максимальное значение КСЯ на изображении обработки U , M и U – полутоновые изображения

2. Видео-кластеризация
$$U(x, y) = \begin{cases} i, & M(x, y) \in C_i \\ 1, & M(x, y) \in C_i, \quad i = 1, 2, \dots, c \\ 0, & M(x, y) \notin C_i \end{cases}$$

$$p^1 = c$$

$$p^2 = i$$

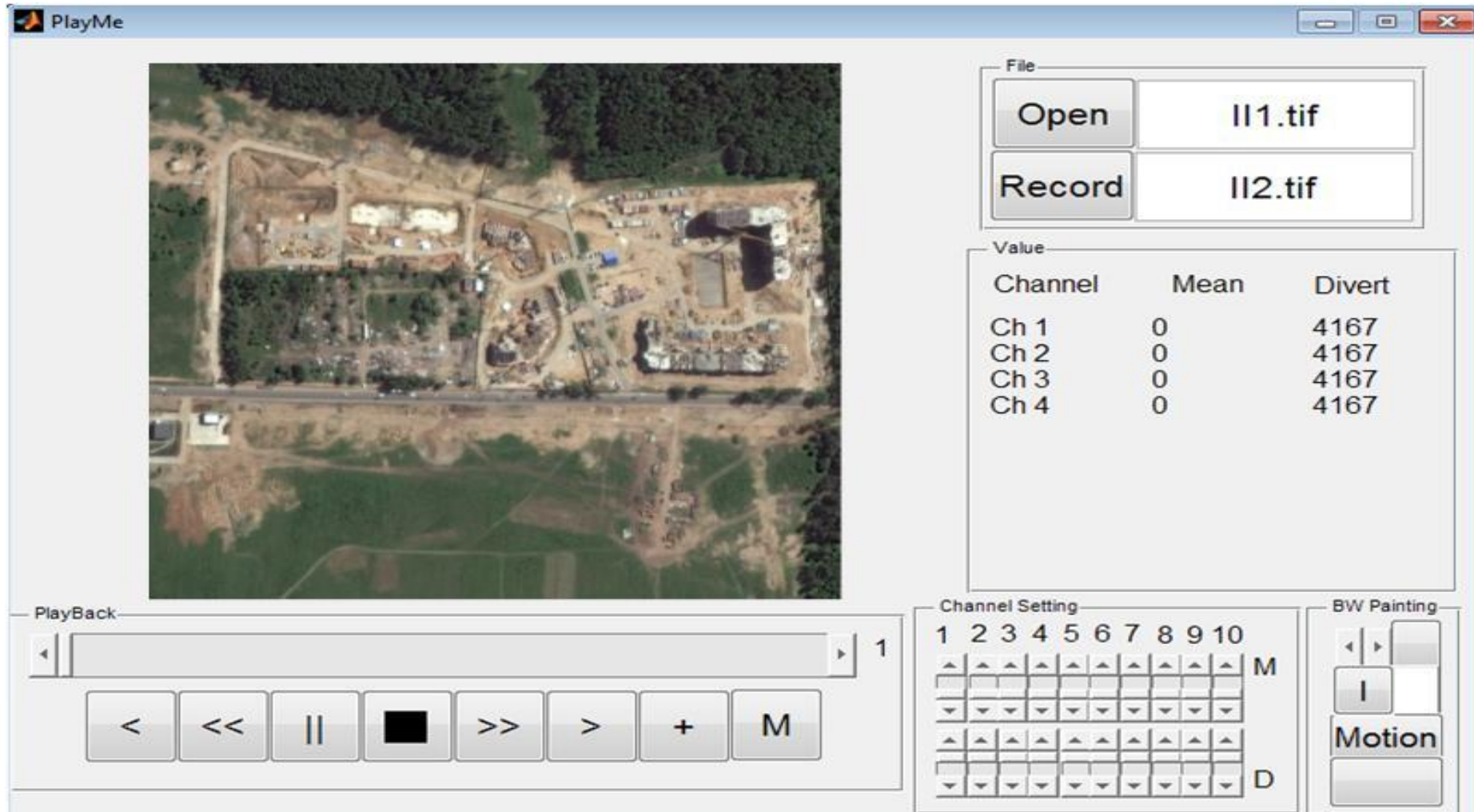
i – номер кластера, C_i – i -й кластер, которому принадлежит или не принадлежит пиксель $M(x, y)$, c – число кластеров, M и U – полутоновые изображения (для U КСЯ принимают значения от 1 до c).

3. Видео-дилатация
$$U(x, y) = D[M(x, y), r]$$

$$p^1 = r$$

$D[M, r]$ – оператор дилатации r раз над исходным изображением M , M и U – бинарные изображения (область детектирования на изображениях размечена КСЯ, равными 1).

Программа-мультимедиа пороговой фильтрации



На экране: изображение стройзоны на окраине мкр. Павлино, г.о. Железнодорожный (видимое изображение, Google Earth, лето, 2016)

Проведение эксперимента на примере космического мониторинга объектов захоронения отходов

Рис. 1. Область наблюдения, программа Google Планета Земля

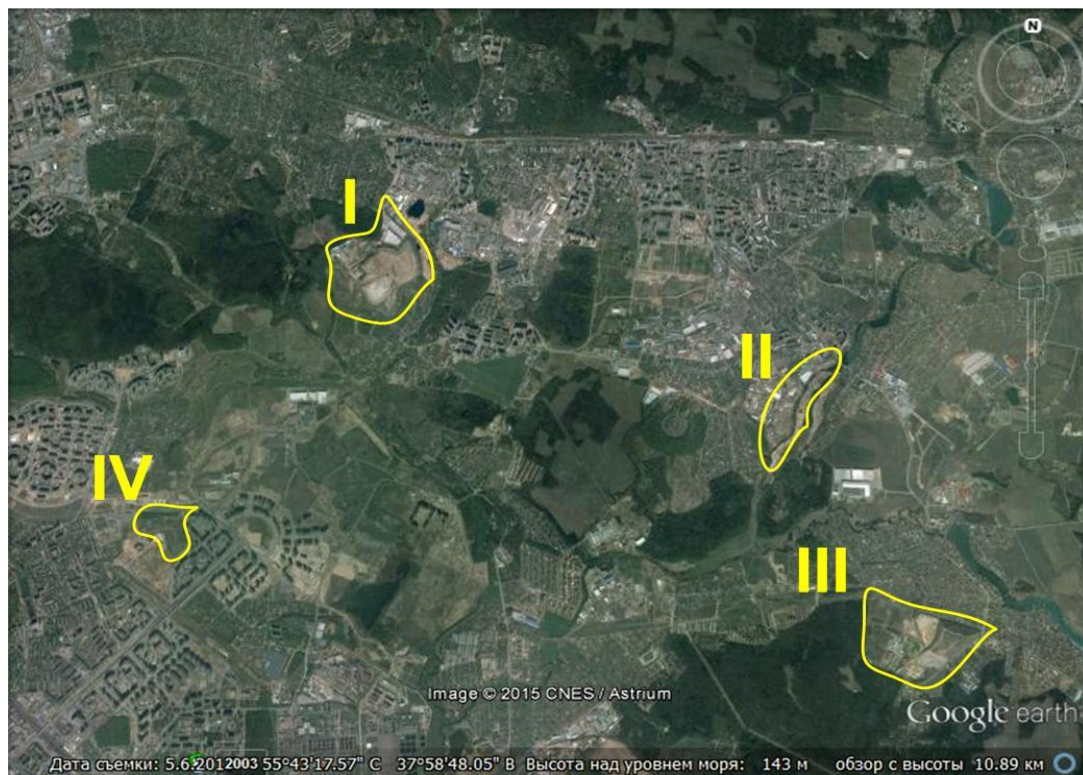


Рис. 2. Исходное изображение, Landsat 5 ТМ (июнь, 2010 г.)



Эталонные объекты (основные полигоны ТБО окрестностей):
I – Кучино, II – Савино, III – Торбеево, IV – Некрасовка

Результаты работы программы на примере космического мониторинга объектов захоронения отходов

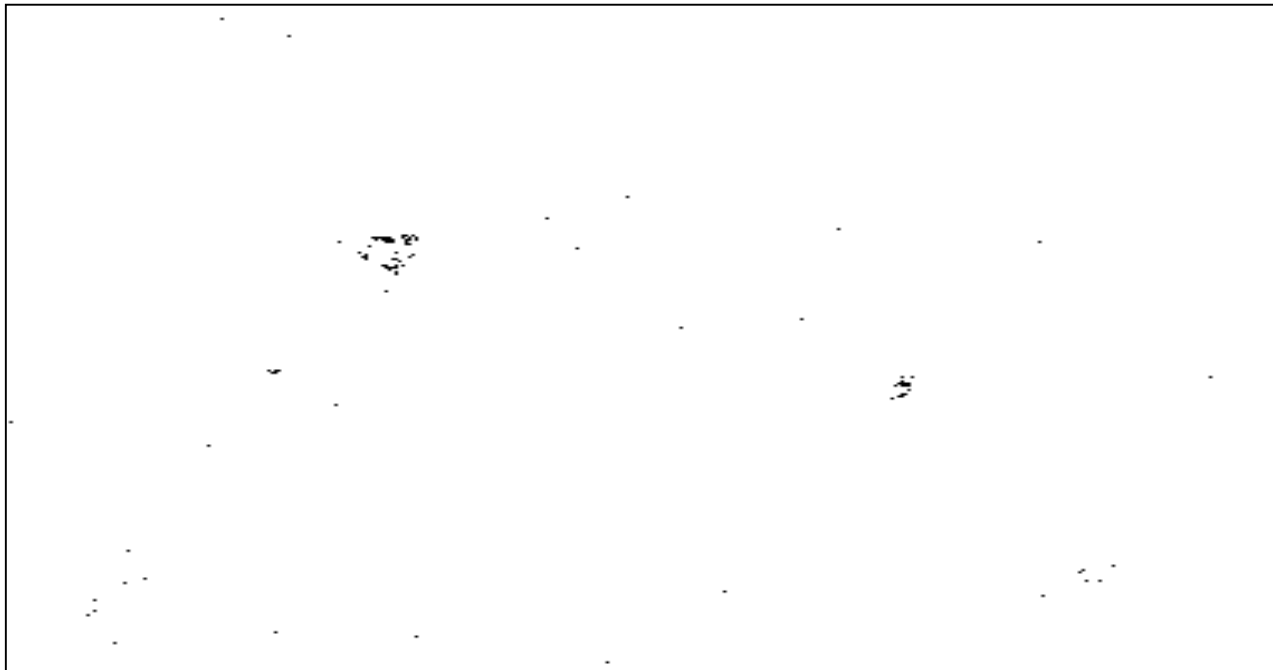


Рис. 3. Карта обнаружения ОЗО

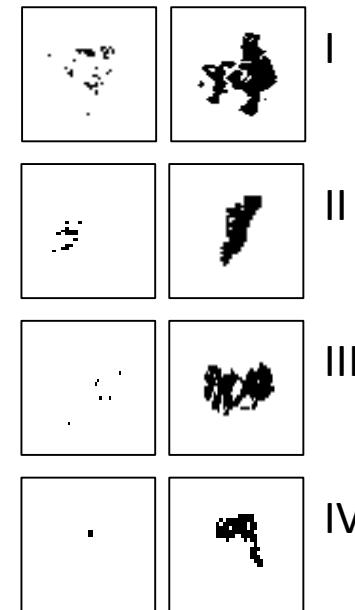


Рис. 4. Обнаружение и выделение эталонных ОЗО

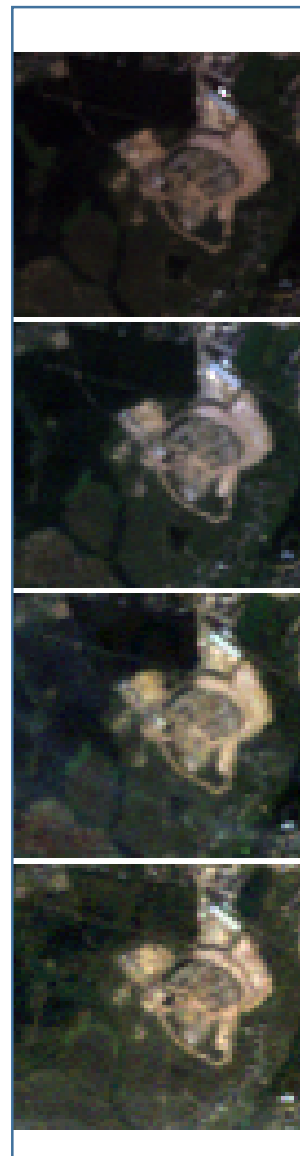
B	m_1	m_2
1	93	255
2	65	91
3	67	255
4	9	80
5	89	234
6	125	178
7	3	75

Табл. 1. B – канал, $[m_1, m_2]$ – полоса пропускания

Карта ОЗО (рис. 3) получена регулированием полосы пропускания на всех каналах и выбором одного из вариантов ее оптимального значения (табл. 1), при котором максимально наполняется эталонная область и минимально – фоновая. Выделение эталонных объектов (рис. 4) проводится расширением полосы пропускания «на месте».

Примеры видеоизображений

Видеорис. 1. Съёмка поверхности земли во времени



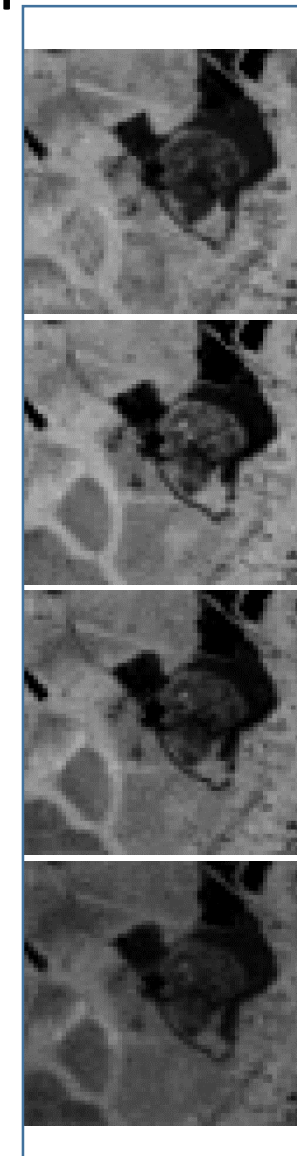
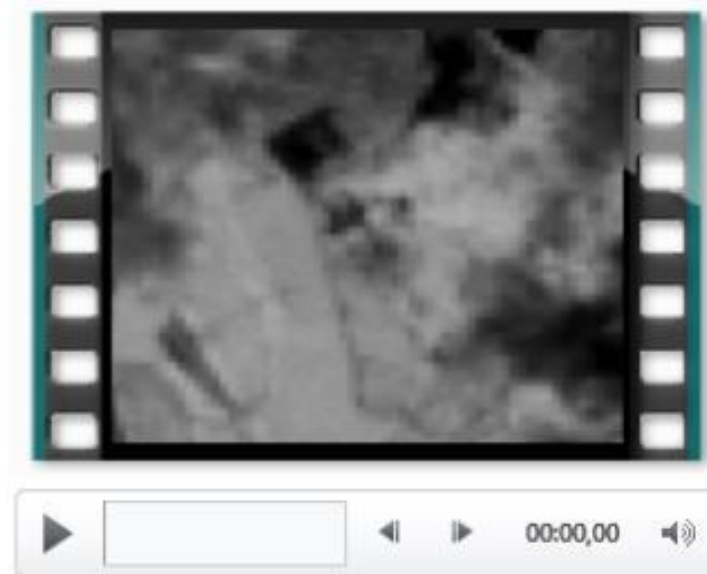
08.10.
2007

08.17.
2007

08.24.
2007

10.04.
2007

Видеорис. 2. Изображения степеней деградации почвы во времени



08.10.
2007

08.17.
2007

08.24.
2007

10.04.
2007

$p=t$ – параметр обработки

*Полигон ТБО Кучино,
Московский регион*

Выводы

1. Представленная программа-мультимедиа пороговой фильтрации может быть обобщена до мультимедийной обработки по любым алгоритмам введением опции их загрузки в программу;
2. Интерактивная обработка изображений позволяет дать оценку оптимального вектора значений параметров обработки, составляющих аргументы заданного алгоритма обработки, изменением одних параметров (просмотром видеоизображения) и подрегулированием других;
3. Интерактивная обработка может быть не только мультимедийная. Пространственная интерактивная обработка позволяет управлять изображениями обработки при пространственном перемещении курсора по экрану и управлением кнопками мыши. Блочная интерактивная обработка позволяет строить алгоритмы обработки в форме, близкой к их блок-схемам, рассматривая сигналы в виде потоков изображений, и просматривать видеоизображения, видеотекст и другую динамическую информацию на каждом шаге обработки одновременным или последовательным изменением различных параметров обработки.