

УДК 622.271

С.В. Сидельцев, В.В. Демьянов

**МЕТОДИКА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО
РАСПОЗНАВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРЕЩИНОВАТОСТИ
ПОВЕРХНОСТИ БОРТА КАРЬЕРА**

Разработано программное обеспечение дистанционного контроля трещиноватости откоса борта карьера, позволяющее производить автоматическую регистрацию изменений в откосе борта карьера, появление и изменение трещин, а также расчет и регистрацию площади трещин.

Ключевые слова: программное обеспечение, деформация откосов бортов карьеров, трещиноватость.

Семинар № 2

**S.V. Sideltsev, V.V. Demyanov
THE METHOD OF OPTIC AND
ELECTRONIC IDENTIFICATION OF
THE PARAMETERS OF THE
FRACTURING SURFACE OF THE
OPEN PIT BENCH**

The software of the remote control of the fracturing of the slope of the open pit bench is developed. The software allows automatically register the changes at the bench slope, the formation of the fractures and the calculation of their area.

Key words: software, deformation of the open pit benches, fracturing.

Достаточно длительное время для наблюдений за деформациями откосов бортов карьеров и отвалов используется стереофотограмметрическая съемка. При всех достоинствах фотометрических методов перед другими следует отметить, что они имеют существенные недостатки, т.к. достаточно трудоемки и не позволяют проводить оперативный непрерывный контроль устойчивости борта карьера, особенно в тех случаях, когда горные работы разбросаны на большие расстояния.

Для этих целей более приемлемыми являются оптико-электронные методы дистанционного непрерывного контроля, например, с использованием передающих телевизионных камер. Подобные системы можно отнести к так называемым промышленным системам видеонаблюдения или машинного зрения, применение которых в автоматизированных системах контроля и прогноза устойчивости бортов карьеров требует решения целого ряда технических проблем [1]. Одной из проблем является компьютерная обработка изображений объектов, полученных в электронном виде и автоматизированное распознавание степени нарушенности откоса борта карьера.

Распознавание степени трещиноватости массива горных пород производится по представленному электронному изображению которое представляет собой растровое изображение, отображенное в памяти компьютера в виде пикселей. Каждый пиксель несет числовое значение своей яркости в диапазоне от 0 до 255 (в случае монохромных изображений). Темным тонам соответствует низкое значение

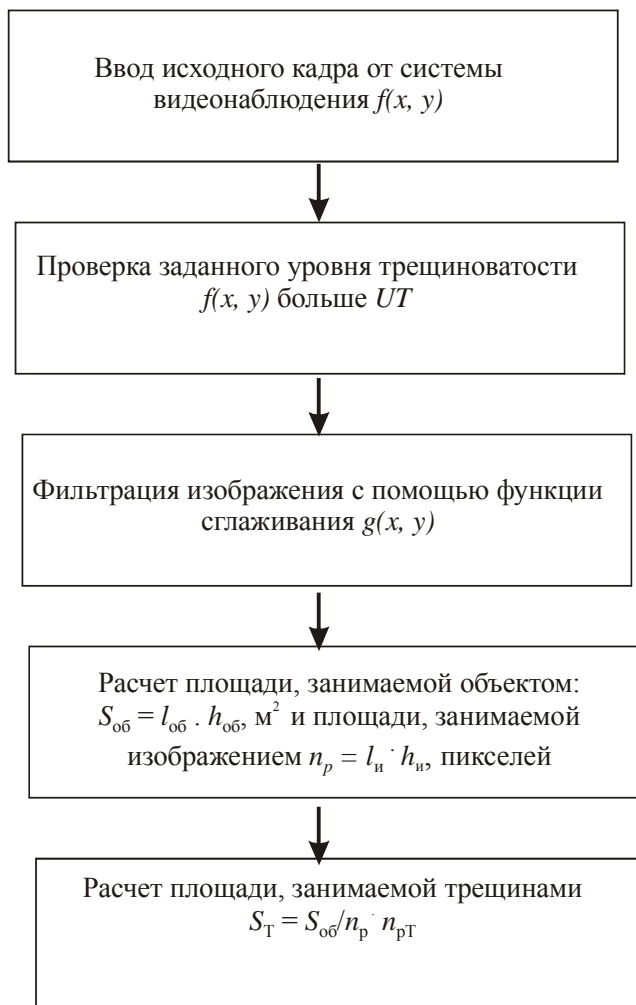


Рис. 1. Блок-схема расчета площади трещин: $S_{об}$ – площадь объекта, m^2 ; $l_{об}$ – длина объекта, m ; $h_{об}$ – высота объекта, m ; n_p – общее количество пикселей изображения; l_n – количество пикселей по горизонтали; h_n – количество пикселей по вертикали; S_T – площадь, занимаемая трещиной; n_{pT} – количество пикселей, удовлетворяющих условию (2)

то пиксели считаются скальной поверхностью, уровню яркости присваивается значение 255 (белый цвет), и эти пиксели не учитываются в дальнейших расчетах. Если

$$f(x, y) \leq UT, \quad (2)$$

то пиксели с таким уровнем яркости, наоборот, принимаются во внимание – количество их учитывается и уровню яркости присваивается значение 0 (черный цвет).

После преобразования изображения с явно выделенными трещинами возможно проявление помех в виде теней. Этот недостаток в расчетах устраняется путем

подбора значения UT . Если эти участки – отдельные пиксели и их число ничтожно мало, то ими можно пренебречь, т.к. они не оказывают существенного влияния при расчетах площади, занимаемой трещиной. Напротив, если таких участков множество и изменением уровня трещиноватости избавиться от них не получается, то необходимо применить функцию сглаживания.

Для определения степени трещиноватости массива горных пород было разработано программное обеспечение, в котором для распознавания трещины задается определенный уровень яркости пикселя, называемый уровнем трещиноватости (UT). Далее проверяется яркость каждого пикселя от точки (0,0) до точки ($M-1$, $N-1$) и сравнивается с UT . Если

$$f(x, y) > UT, \quad (1)$$

Функция сглаживания предназначена для устранения «шумов», которые свойственны цифровым изобра-

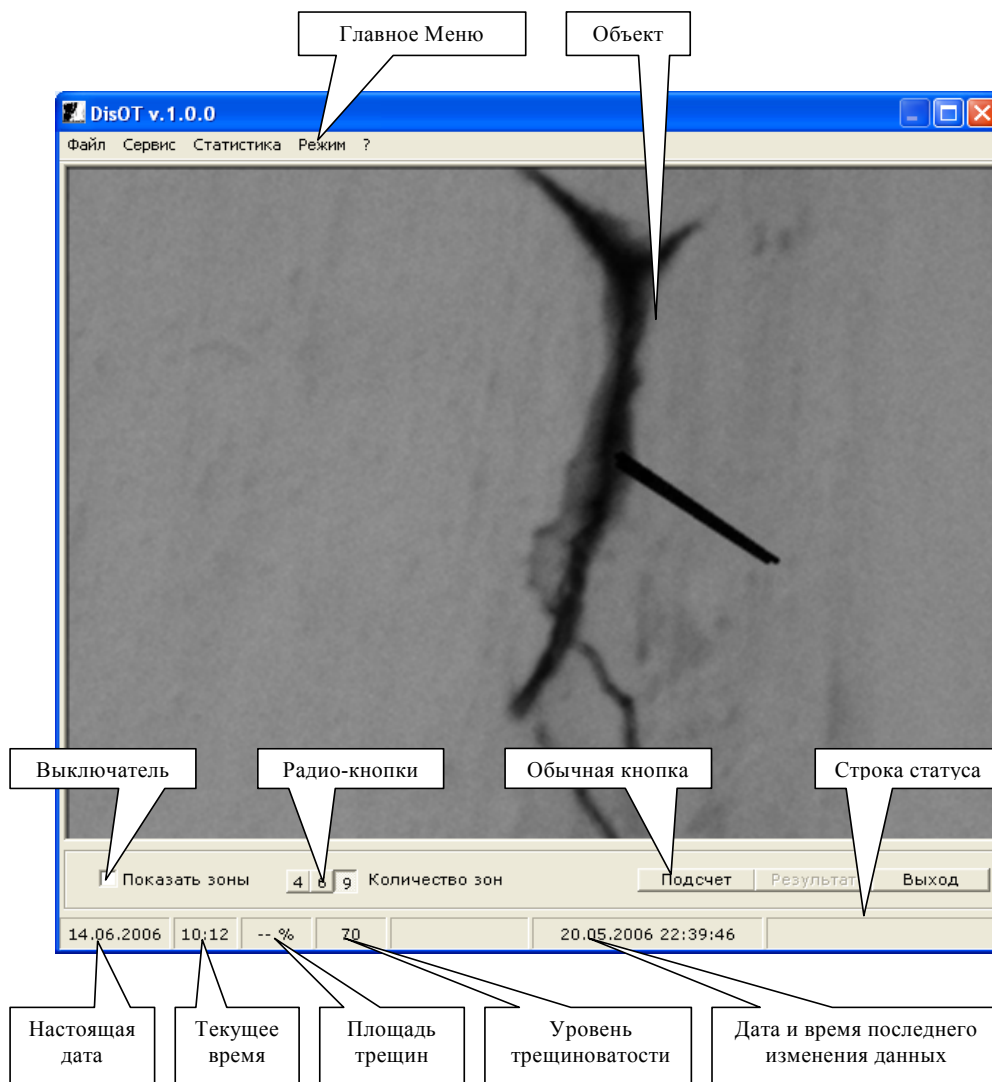


Рис. 2. Элементы интерфейса

жениям. Также данная функция полезна, когда при подборе уровня трещиноватости не удается избавиться от мелких точек с низкой яркостью [3].

Для функции сглаживания берется окрестность 3×3 вокруг точки (x, y) , т.е. восьмерка соседей $N_8(p)$ этой точки. Тогда новый уровень яркости получен путем суммирования уровней яркости $N_8(p)$ и $f(x, y)$, и делением этой

суммы на количество элементов окрестности:

$$g(x, y) = \frac{N_8(p) + f(x, y)}{N}, \quad (3)$$

где N – количество элементов окрестности точки (x, y) .

После завершения функции сглаживания, выделенная из общего фона, трещина не имеет посторонних элементов.

Для расчета площади, занимаемой трещиной, важны два условия:

- истинные размеры объекта, который исследуется на трещиноватость (единица измерения – метр);

- размеры полученного изображения (единица измерения – пиксель).

Размеры полученного изображения трещин программа вычисляет по схеме, представленной на рис. 1.

В программном обеспечении так же предусмотрена возможность контроля изменения объекта по зонам контроля, которые представляют собой деление основного изображения на равные части, например 4, 6, 9 и т.д. Разбиение на зоны контроля предполагает контроль места произошедших изменений объекта.

Программное обеспечение дистанционного контроля трещиноватости откоса борта карьера позволяет производить автоматическую регистрацию изменений в откосе борта карьера, например, появление и изменение трещин, а также расчет и регистрацию площади трещин.

Интерфейс программного обеспечения позволяет осуществлять как автоматический режим, так и режим ручной обработки. Режим выбирается

пользователем и может быть изменен в любое время. В основе дизайна пользовательского интерфейса заложено условие, при котором большую часть времени программа работает в автоматическом режиме и сводит вмешательство пользователя к минимуму. Элементы интерфейса программы изображены на рис. 2.

Пользователю предоставлена возможность настройки уровня трещиноватости, путем установления оптимального значения яркости трещины и визуальная проверка правильности выбора. При смене значения яркости трещины проводится дополнительный расчет текущего состояния объекта и в дальнейшем программа продолжает работать с выбранным значением, которое в свою очередь можно вновь сменить при необходимости. Дальнейшие расчеты будут проводиться с вновь установленным уровнем трещиноватости.

Статистика ведется по всем зонам контроля и хранится в базе данных, что дает возможность просмотра данных удаленным клиентом. Отображение статистики ведется в двух режимах: табличном и графическом. В программе реализована функция экспорта табличных данных в Microsoft Excel.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демьянов В.В., Простов С.М., Сидельцев С.В. Принципы оптико-электронного прогноза устойчивости бортов карьеров. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 3. – С. 84-86.

2. Потресов Д.К., Белопушкин В.И., Львов А.Д. Автоматизация процесса распо-

знавания степени трещиноватости массива горных пород. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2002. – № 3. – С. 188-189.

3. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. Перевод с английского под редакцией П.А. Чочиа-М.: Изд-во ТЕХНОСФЕРА, 2005, 1072 с. **ТИАЭ**

Коротко об авторах

Сидельцев С.В. – старший преподаватель кафедры электропривода и автоматизации,
Демьянов В.В. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электропривода и автоматизации,
Кузбасский государственный технический университет, kuzstu@kuzstu.ru