

УДК 681.518

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННЫХ К САМОВОЗГОРАНИЮ ТОЧЕК ПОРОДНОГО ОТВАЛА

*Паришутина А.А., Адамов В.Г.*

*Донецкий национальный технический университет*

*Кафедра автоматизированных систем управления*

*г. Донецк, Украина*

*E-mail: tasm.tlink.td@yandex.ru*

*Определены основные параметры объекта исследования. Обоснован выбор метода нахождения точек породного отвала, в которых возможно окисление пирита и самовозгорание. Решена задача представления хромосомы. Выполнена оптимизация многомерных функций с помощью генетического алгоритма.*

### **Общая постановка проблемы**

На территории Украины в результате деятельности 500 промышленных предприятий только твердых отходов накоплено около 25 млрд. тонн. Эти отходы негативно влияют на природные ландшафты и экологические условия, занимая площадь около 150 тыс. га плодородных земель и ухудшая среду обитания человека. Техногенные месторождения приводят к исключению из хозяйственного оборота больших площадей земель, занятых отходами производства.

За 200 лет промышленной добычи каменных углей в Донбассе и их переработки накоплено громадное количество отходов: на каждого жителя этого региона приходится их около 4000 т. Из 1257 терриконов и отвалов угольных шахт до 35% подвержены процессам самовозгорания угля.

Негативное воздействие, которое оказывают породные отвалы, особенно горячие, на окружающую среду и здоровье людей, огромно. Источниками опасных процессов являются выделяющиеся газы (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S и др.), приводящие к загрязнению воздуха на прилегающих к отвалам территориях, снос атмосферными осадками с поверхности отвалов продуктов разрушения новообразованных минералов, крупные деформации, выбросы пород и пыли.

Поэтому проблема определения точек террикона, в которых возможно окисление пирита и самовозгорание, является чрезвычайно актуальной для нашего региона и для всей страны в целом.

Вопросами самовозгорания углей и пород терриконов угольных шахт долгое время занимались ученые как в Донбассе, так и в Подмосковном бурогольном бассейне [1, 2]. Была разработана модель самовозгорания углей и породных отвалов угольных шахт, учитывающая ряд параметров и факторов, влияющих на самовозгорание.

## Цели и задачи

Целью данной работы является определение опасных точек породного отвала, в которых возможно окисление пирита и самовозгорание.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить основные параметры породного отвала, влияющие на самовозгорание;
2. Обосновать выбор метода определения опасных точек породного отвала;
3. Представить хромосому вектором вещественных чисел;
4. Разработать программное обеспечение для выполнения поставленных задач.

## 1 Основные параметры породных отвалов

Основные параметры породных отвалов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные параметры породных отвалов и методы их получения

Показатель	Метод получения данных
Площадь (м <sup>2</sup> )	Подробная съемка (теодолитная съемка). Подробная съемка GPS оборудование. Спутниковые снимки. Аэрофотосъемка.
Форма (коническая, пирамидальная, др.)	Подробная съемка (теодолитная съемка). Подробная съемка GPS оборудование. Спутниковые снимки. Аэрофотосъемка.
Боковой откос/угол естественного откоса (°)	Подробная съемка (теодолитная съемка). Подробная съемка GPS оборудование. Спутниковые снимки. Аэрофотосъемка.
Высота (м)	Подробная съемка (теодолитная съемка). Подробная съемка GPS оборудование. Спутниковые снимки. Аэрофотосъемка.
Объем (м <sup>3</sup> )	Подробная съемка (теодолитная съемка). Подробная съемка GPS оборудование. Спутниковые снимки. Аэрофотосъемка.
Физическая стабильность (наличие или следы обвалов, оползней, др)	Геотехническое исследование
Характер работ по изменению формы отвалов (переформированию отвалов)	Визуальное изучение
Характер изолирующих слоев	Геотехническое исследование
Статус эрозии	Визуальное изучение

Основными параметрами породного отвала является его высота и площадь основания.

Для каждой точки основания породного отвала необходимо определить следующие параметры:

- 1) координаты точки  $x, y$ ;
- 2) высоту породного отвала в данной точке  $H$ ;
- 3) температуру  $T$ ;
- 4) кислотно-щелочной баланс  $pH$ ;
- 5) концентрацию сероводорода  $H_2S$ ;
- 6) концентрацию метана  $CH_4$ .

Перечисленные параметры задаются вещественными числами, температура – целочисленными.

## 2 Выбор метода исследования

Задача подразумевает представление хромосомы вектором вещественных чисел.

Оптимизацию необходимо выполнять для функций, которые содержат несколько переменных.

Данные требования определили выбор метода решения задачи – оптимизацию многомерных функций с помощью генетического алгоритма.

Выбранный метод имеет следующие преимущества:

- 1) использование непрерывных генов делает возможным поиск в больших пространствах;
- 2) способность к локальной настройке решений;
- 3) удобство представления решений, поскольку отсутствуют операции кодирования/декодирования.

Блок-схема генетического алгоритма представлена на рис. 1.

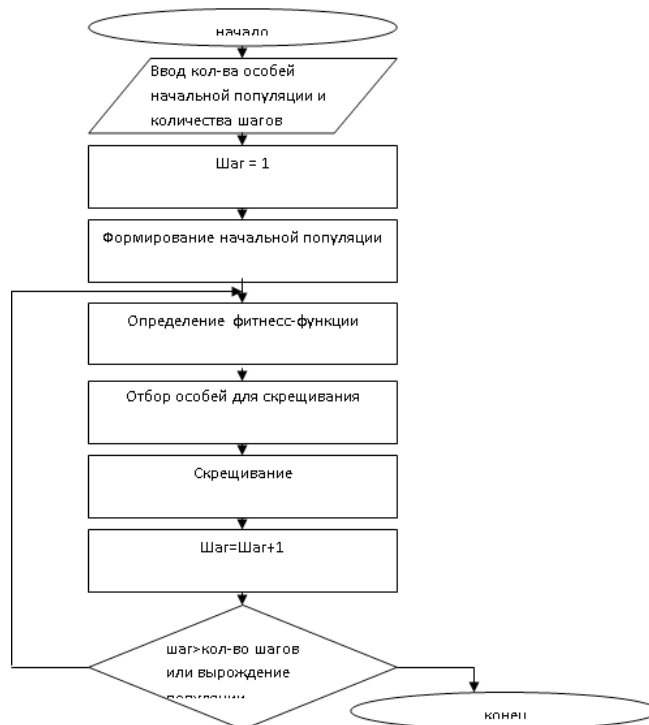


Рисунок 1. Блок-схема генетического алгоритма

### 3 Описание построения хромосомы

Хромосома – упорядоченная последовательность генов в виде закодированной структура данных  $S = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ , определяющая решение (в простейшем случае двоичная последовательность – стринг, где  $s_i = 0, 1$ ).

Хромосома представлена вектором вещественных чисел

$$C_i = (x_i, y_i, H_i, T_i, pH_i, H_2S_i, CH_4_i), \quad (1)$$

где  $x_i$  – абсцисса точки породного отвала,  $y_i$  – ее ордината,  $H_i$  – высота террикона в данной точке,  $T_i$  – температура пород,  $pH_i$  – кислотно-щелочной баланс,  $H_2S_i$  – концентрация сероводорода,  $CH_4_i$  – концентрация метана.

Популяция – множество особей – потенциальных решений, которые представляются хромосомами.

### 4 Описание построения фитнес-функции

Фитнес-функция (полезности) – важнейшее понятие, определяющее меру приспособленности данной особи в популяции. В задачах оптимизации часто представляется целевой функцией или определяет меру близости к оптимальному решению. В обучении может принимать вид функции погрешности (ошибки). На каждой итерации ГА приспособленность каждой особи популяции оценивается с помощью фитнес-функции.

Для решения задачи использованы две фитнес-функции.

Формула (2) отображает возможность окисления пирита в данной точке породного отвала, (3) – предрасположенность точки к самовозгоранию.

$$F_1 = F(H_i, pH_i, T_i), \quad (2)$$

$$F_2 = F(H_i, T_i, H_2S_i, CH_4_i), \quad (3)$$

где  $H_i$  – высота террикона в данной точке,  $T_i$  – температура пород,  $pH_i$  – кислотно-щелочной баланс,  $H_2S_i$  – концентрация сероводорода,  $CH_4_i$  – концентрация метана.

Наиболее опасные точки будут характеризоваться максимальной фитнес-функцией.

Таким образом, после начальной популяции работать будем с двумя отдельными группами точек.

Репродукция – это процесс, в котором хромосомы копируются в промежуточную популяцию для дальнейшего «размножения» согласно их значениям целевой (фитнес-) функции. При этом хромосомы с лучшими значениями целевой функции имеют большую вероятность попадания одного или более потомков в следующее поколение.

В качестве операторов отбора можно использовать рулетку, турнирный метод, случайный.

В данной работе отбор производится по рулетке.

### 5 Обоснование выбора операторов рекомбинации

Оператор скрещивания непрерывного ГА, или кроссовер, порождает от пары родителей двух потомков.

Пусть родительские особи:

$$C_1=(x_1,y_1,H_1,T_1,pH_1,H_2S_1,CH_{41}), \quad (4)$$

$$C_2=(x_2,y_2,H_2,T_2,pH_2,H_2S_2,CH_{42}). \quad (5)$$

Тогда потомки будут иметь вид:

$$C_3=(x_1,y_2,H_1,T_2,pH_1,H_2S_1,CH_{41}), \quad (6)$$

$$C_4=(x_2,y_1,H_2,T_1,pH_2,H_2S_2,CH_{42}). \quad (7)$$

Таким образом, операторы репродукции и скрещивания очень просты – они выполняют копирование особей и частичный обмен частями хромосом.

## Выводы

Определены основные параметры породного отвала, влияющие на процесс окисления пирита и самовозгорание.

Выбрана оптимизация многомерных функций с помощью генетического алгоритма как метод определения опасных точек террикона.

В качестве хромосомы использован вектор вещественных чисел.

В работе использованы две фитнес-функции. Особи с максимальными фитнес-функциями являются критическими точками породного отвала.

Для селекции хромосом используется случайный поиск на основе колеса рулетки.

Разработано программное обеспечение поиска опасных точек породного отвала.

## Печрень источников

- [1] Голынская Ф.А. Методика исследования самовозгорания углей в пластах // Межвуз. научн. тематич. сб. «Геология угольных месторождений» – Екатеринбург, 2001. – С. 268-270.
- [2] Зборщик М.П., Осокин В.В. Предотвращение самовозгорания горных пород. – К.:Техника, 1990. – 176 с.
- [3] Сайт профсоюза работников угольной промышленности Украины. Режим доступа:<http://www.prupu.org/smi/9717/>
- [4] И.Н. Кузык «Формирование критериев экологической опасности породных отвалов шахт» Режим доступа: [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Eip/2009\\_12/PDF\\_articles/Kuzik.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Eip/2009_12/PDF_articles/Kuzik.pdf)
- [5] Макарова «Оценка влияния породных отвалов шахт Донбасса на окружающую среду». Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2008/fgtu/makarova/library/st6.htm>
- [6] Горная энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия. Под редакцией Е. А. Козловского. 1984—1991.
- [7] Леонов П.А. , Сурначев Б. А. «Породный отвал угольных шахт», Недра, 1970.