

**УДК 622.831.322**

Ю.А. Диук, аспирант.(ФИЦ УУГ СО РАН, г. Кемерово)  
С.В. Сороковых, старший научный сотрудник.(АО НЦ «ВостНИИ»,  
г.Кемерово)

Diyuk Julia, a graduate student. (FIZ UUG SB RAS, Kemerovo)  
Sorokovoh Svyatoslav, Senior Researcher. (JSC NC "VostNII" Kemerovo)

**ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ВЫБРОСООПАСНОСТИ СПЕКТРАЛЬНО-АКУСТИЧЕСКОГО  
МЕТОДА НА ШАХТАХ «БУТОВСКАЯ» И «РАСПАДСКАЯ-ЮЖНАЯ»**

**STUDY ALGORITHM FOR DETERMINING THE OUTBURST  
SPECTRAL-ACOUSTIC METHODS AT THE MINE "BUTOVO" AND  
"RASPADSKAYA-SOUTH"**

**Аннотация**

В работе рассматриваются необходимые технические решения для организации мониторинга опасности проявления газодинамических явлений (ГДЯ) в подземных угольных шахтах, включающие разработку переносного устройства спектрально-акустического контроля опасности проявления ГДЯ и программного обеспечения.

**Abstract**

The paper deals with the necessary technical solutions for organization of sudden outburst of gas and coal monitoring in coal mines, which include the working out of a portable device for realization of spectral-acoustic monitoring of dangerous occasion of gas-dynamic phenomena in mines and software

В настоящее время большое количество угольных предприятий используют инновационные технологии по добычи угля. Это приводит к увеличению скорости проходки и, следовательно, увеличивается риск проявления опасных аварийных ситуаций.

Правилами безопасности в угольных и сланцевых шахтах регламентируется оснащать горные выработки шахт системами и средствами, обеспечивающими безопасное ведение горных работ. Эти системы должны быть объединены в многофункциональные системы безопасности (МФСБ), которые должны обеспечивать, в том числе, контроль и прогноз газодинамических явлений (ГДЯ) [1].

В настоящее время наиболее применяемыми методами автоматизированного прогноза ГДЯ на угольных предприятиях, являются сейсмоакустический и спектрально-акустический [2]. Благодаря стремительному развитию информационных и технических наук, появилась возможность разрабатывать системы, которые дают возможность выполнять трудоемкие алгоритмы по обработке информации при малом потреблении

мощности, что позволяет создавать оборудование в искрозащищенном исполнении.

Ранее нами уже была описана блок-схема портативного устройства для контроля ГДЯ с цифровой обработкой сигнала на базе спектрально-акустического метода. Также был разработан алгоритм и написана программа для метрологической поверки прибора в лабораторных условиях с помощью пакета прикладных программ (ППП) Matlab [3].

Алгоритм определения выбросоопасности включает следующие операции: оцифровывание сигнала, формирование экспериментальных выборок (блоков) из оцифрованных сигналов, быстрое Фурье преобразование выборок и определение амплитуд спектра исследуемого сигнала, расчет показателя выбросоопасности.

На шахтах «Бутовская» и «Распадская-Южная» был проведен эксперимент по записи на внешний накопитель шумов: «ударов кувалдой по анкерной крепи» и шум «работающего органа комбайна».

Разработанная нами программа позволила изучить эти записи и оценить изменчивость спектрального состава шумов комбайна в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях действующего горного предприятия при изменении напряженного состояния, а также рассчитать показатель выбросоопасности  $K$  (3).

Показатель  $K$  был рассчитан как отношение норм высокочастотной области к низкочастотной, поскольку как показано в работе [4] этот метод является наиболее точным и относительная погрешность при таком расчете составляет менее 5%. Результаты расчетов представлены в таблице 1 и в таблице 2.

Параметры анализируемого акустического сигнала следующие:

- Частоты, соответственно, для низкочастотной области: от 10 Гц до 600 Гц, и для высокочастотной области: от 700 Гц до 1500 Гц. При выборе областей частот исходили из результатов ранее проведенных исследований [5];
- Частотный диапазон анализируемого сигнала: 10-1500 Гц;
- Частота дискретизации 8 кГц;
- Длина экспериментальных выборок 512 отчетов.

Нормы сигнала в низкочастотной области определяем по следующей формуле:

$$E_H = \sqrt{\sum_{i_{min}}^{i_{max}} A_i^2} \quad (1)$$

где  $i$  – номер гармоники в низкочастотной области спектра,  $A$  – амплитуда гармоник;

Нормы сигнала в высокочастотной области определяем по следующей формуле:

$$E_B = \sqrt{\sum_{j_{min}}^{j_{max}} A_j^2} \quad (2)$$

где  $j$  – номер гармоники в высокочастотной области спектра,  $A$  – амплитуда гармоник;

Показатель выбросоопасности определяем как отношение нормы сигнала на высоких частотах к норме сигнала на низких частотах:

$$K = \frac{E_B}{E_H} \quad (3)$$

**Таблица 1**

Значения показателя выбросоопасности  $K$  по сигналу «ударов по анкерной крепи» для шахты «Бутовская».

$K = E_B/E_H$	$E_B/E_H$
$K$	0,576

**Таблица 2**

Значения показателя выбросоопасности  $K$  по сигналу «шум проходческого комбайна» для шахты «Распадская-Южная».

$K = E_B/E_H$	$E_B/E_H$
$K$	0,096

Низкие значения показателя выбросоопасности обусловлены следующими причинами.

1. Геофон установлен очень близко к борту выработки, где велика степень нарушенности угля. Поэтому высокочастотные компоненты акустического сигнала здесь сильно затухают.

2. Зона пласта – не выбросоопасна.

Таким образом разработанные алгоритм и программа для его реализации на персональном компьютере позволяют оценить выбросоопасность спектрально-акустическим методом с цифровой формой обработки экспериментального сигнала.

Результаты работы могут быть использованы для обоснования предложений по осуществлению спектрально-акустического прогноза выбросоопасности на шахтах Кузбасса.

### Список литературы

1. Пугачев, Е. В. Особенности эксплуатации многофункциональных систем безопасности на угольных предприятиях Кузбасса / Е. В. Пугачев, В. В. Бих, А. А. Журавлев // Уголь и майнинг 2013. – 201- 203 с.
2. Шадрин, А.В. Автоматизированный мониторинг противовыбросных мероприятий при разработке угольных пластов: дис. д-ра техн. наук: 25.00.20

/ Александр Васильевич Шадрин; Кузбасский гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2004. – 356 с.

3. Бирева, Ю. А. Программное обеспечение для метрологической поверки переносного устройства спектрально-акустического контроля опасности проявления газодинамических явлений // Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей – материалы X (XLII) Международной научно-практической конференции / Кемеровский государственный университет. – Кемерово: 2015. – Вып. 15. / сост. Поддубиков В.В.; под общ. ред. В.А. Волчека. С. 2852-2854.

4. Шадрин, А.В. Оценка точности спектрально-акустического прогноза выбросоопасности в условиях узкополосных и широкополосных помех различной амплитуды / А.В. Шадрин, Ю.А. Бирева // Безопасность труда в промышленности 2016 №7. – 77 – 81 с.

5. Мирер С.В. Спектрально-акустический прогноз выбросоопасности угольных пластов / С.В. Мирер, О.И. Храма, А.В. Шадрин. Кемерово: Кузбассвуиздат, 1999. – 22,44,80 – 82 с.