

# ARFIMA-МОДЕЛЬ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ІМПУЛЬСІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

Гарматенко О.М.

Науковий керівник: канд. техн. наук, доц. Дегтяренко І.В.  
Донецький національний технічний університет, Україна  
E-mail: alexgarmatenko@gmail.com

**Анотація** — Доповідь присвячена використанню ARFIMA-моделі для прогнозування послідовностей імпульсів акустичної емісії вугільних пластів. Розраховані параметри даної моделі. Доведена ефективність використання запропонованої моделі при аналізі реальних даних.

## 1. Вступ

Процеси руйнування земної кори під час ведення вуглевидобувних робіт досі є неконтрольованими. Це постійно представляє серйозну небезпеку для персоналу та устаткуванню. Ефективним методом контролю стану гірських масивів є метод акустичної емісії. Він передбачає аналіз динаміки активності імпульсів акустичної емісії, пов'язаних з руйнуванням вугільного масиву. Розробка прогностичної моделі таких процесів є дуже актуальною задачею.

## 2. Основна частина

Процеси руйнування гірничих порід, які виникають в шахтах, відбуваються під спільним впливом гірничого і газового тисків, які збільшуються з часом. При навантаженні понад 85 % від руйнуючих гірничі породи починають активно випромінювати імпульси акустичної емісії, які супроводжуються поділом вугілля та розльоту його на частини [1].

Важкість прогнозу процесів руйнування пов'язана з відсутністю в них детермінованості. Це є наслідком їх фрактальності, яка напряму визначає дрібну розмірність цих процесів. Важливим параметром фрактальних процесів є існування довготривалої пам'яті [2]. Остання передбачає існування залежності між спостереженнями, що далеко відстоять один від одного у часі. Процес  $X_t$  є процесом з довготривалою пам'яттю, якщо його автокореляційна функція (АКФ) має повільно спадаючу залежність, яка гіперболічно зменшується при збільшенні зсуву. Наявність такої АКФ дає можливість визначити горизонт прогнозу. Для досліджуваних даних про активність імпульсів акустичної емісії теоретичний горизонт прогнозу склав близько 75 годин.

Для прогнозу досліджуваних даних була використана модель ARFIMA [2, 3]. Налаштування ARFIMA-моделі супроводжується шляхом розрахунку параметрів  $p, d, q$ . Параметри  $p$  і  $q$  обираються із вимог найшвидшого спаду нормованої АКФ моделі, причому перевага віддається меншим значенням параметрів. Для визначення параметра  $d$  для ARFIMA-моделі використовується метод Виттла (Whittle) [3], заснований на трансформації вхідних даних за рахунок їх апроксимації. Метод заснований на пошуку мінімуму функції  $R(d)$ :

$$d = \operatorname{argmin}_{d \in D} R(d),$$

$$\text{де } R(d) = \log \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m I_u(\lambda_j) - 2 \cdot d \cdot \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \log(\lambda_j),$$

$$\lambda_j = \frac{2 \cdot \pi \cdot j}{m}, \text{ де } m \text{ — довжина даних.}$$

Результати достовірного прогнозу із використанням налаштованої моделі ARFIMA (4; 0,389; 3) були

отримані на 300 хвилин або 5 годин. На рис. 1 показані результати використання моделі ARFIMA.

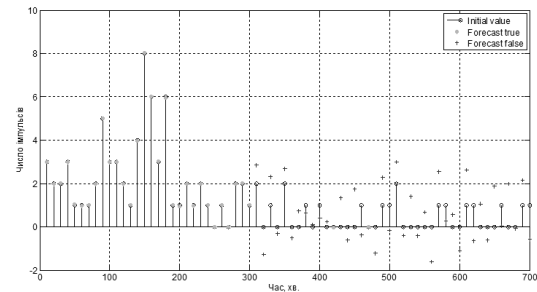


Рис. 1

При цьому слід зазначити, що ці інтервали достатньо легко збільшити майже у двічі, якщо додати обмеження на прогностні значення згідно з апіорно відомою зміною кількості імпульсів акустичної емісії.

## 3. Висновки

Розроблено прогностичну модель послідовностей імпульсів акустичної емісії вугільних пластів яка базується на моделі ARFIMA. Розраховано параметри даної моделі. Показана висока ефективність застосування ARFIMA-моделі для передбачення поведінки імпульсів акустичної емісії вугільних пластів. Запропоновану модель можна використовувати в системах інтелектуальної підтримки рішень щодо оцінки безпеки ведення вуглевидобувних робіт.

## 4. Список літератури

- [1] Кулаков Г.И. Акустическая эмиссия и стадии процесса трещинообразования горных пород / Г.И. Кулаков, Г.Е. Яковичский // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. — 1993. — № 2. — С. 11 — 15.
- [2] Lildholdt P. Long memory and ARFIMA modelling / P. Lildholdt. — Aarhus.: University of Aarhus and center for dynamic modelling in economics, 2000. — 59 p.
- [3] Дегтяренко І.В. Прогностична модель послідовностей імпульсів акустичної емісії вугільних пластів / І.В. Дегтяренко, О.М. Гарматенко // Моделювання та інформаційні технології. — Київ, 2013. — С. 111 — 118.

## ARFIMA-MODEL ACOUSTIC EMISSION PULSES SEQUENCES IN COAL BEDS

Garmatenko O.M.

Scientific adviser: Degtyarenko I.V.

Donetsk National Technical University, Ukraine

**Abstract** — The report is devoted to the development of acoustic emission pulses sequences in coal beds forecasting model. The parameters of model were estimated. The effectiveness of proposed model in the analysis of real data is shown.