

фортности проживання (що характеризується коефіцієнтом Клк), що дасть можливість оцінити їх об'єктивну цінність з урахуванням ступеня їх техногенного порушення. Такий підхід дасть можливість реально визначити арендну плату або земельний податок для тих земельних ділянок, які забруднені та порушені, але не використовуються як землі досліджень та розробок, гірничої промисловості та гірничих розробок та як землі промисловості [4].

*Список літератури:*

1. І.П. Манько. Грошова оцінка земель як важливий чинник регулювання земельних відносин /Манько І.П. //Землевпорядний вісник. -2005. - №3. -С. 60-62.
2. Д.С. Добряк. Грошова оцінка земель як важливий чинник регулювання ринку сільськогосподарських земель / Добряк Д.С., Вітвицька В.М. // Землеустрій і кадастр. -2010. -№ 1. -С. 5-16.
3. І.П. Манько. Грошова оцінка земель: екологічні чинники / Манько І.П. // Землевпорядний вісник. -2004. -№4. -С. 84-88.
4. Дмитро Сацький. Масова оцінка землі - справедлива та ефективна база для розрахунку земельного податку / Дмитро Сацький // Землевпорядний вісник. -2010. -№ 3. -С. 44-47.

УДК 622.235

А.І.КУПІН, д-р техн. наук, проф., І.О.МУЗИКА, канд. техн. наук  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ПЕРСПЕКТИВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ ГЕОСЕЙСМІЧНИХ ТЕХНОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ**

*Розглянуті питання появи небезпечних резонансних коливань капітальних споруд при проведенні масових вибухів у кар'єрі. Коротко проаналізовано засоби інформаційних технологій для проведення сейсмічного моніторингу.*

*Рассмотрены вопросы появления опасных резонансных колебаний капитальных сооружений при проведении массовых взрывов в карьере. Кратко проанализированы средства информационных технологий для проведения сейсмического мониторинга.*

*The issues of dangerous resonance oscillations of buildings at mass explosions in the mining pit are considered. Information technology tools for seismic monitoring are briefly analyzed.*

Як відомо, сейсмічний вплив гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) з відкритим типом видобування корисних копалин є одним з основних факторів, які визначають цілісність та довговічність експлуатації виробничих та цивільних будівель. Тому сьогодні гірничорудна промисло-

вість зацікавлена в пошуку ефективних методів проведення буровибухових робіт (БВР) з метою мінімізації сейсмічного техногенного впливу на навколишнє середовище, зокрема за рахунок впровадження прогресивних інформаційних технологій (ІТ).

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** У якості основного критерію сейсмічної небезпеки прийнято вважати швидкість коливань часток ґрунту біля основи інженерної споруди. Так при віддалені від точки підриву близько 1 км діапазон зміни амплітуд може бути у межах 0,01–0,4 см/с. Хоча ця величина в декілька разів менша за граничні вимоги нормативних документів, проте при великій частоті повторень вибухів можуть накопичуватися залишкові деформації. Крім того, як показують дослідження [1], хвилі різної частоти при рівних значеннях швидкості зміщення представляють небезпеку у неоднаковій мірі. Враховуючи власні коливання, особливо високих будівель, можливе виникнення сейсмічного резонансу, якого потрібно неодмінно уникати. Доцільно також зауважити, що вказана проблема актуальна не тільки для гірничо-видобувних промислів, але й для підземної розробки вугілля, видобування нафти та газу з океанського шельфу тощо.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Питаннями фізики вибуху, оцінки сейсмічного впливу займалося чимало вітчизняних та зарубіжних вчених. Можна відзначити роботи М. О. Садовського, І. О. Турчанінова, Я. І. Цейтліна, В. В. Штейнберга та ін. Науковцями достатньо глибоко вивчені питання подрібнюючої та сейсмічної дії вибуху на гірничі породи, експериментально підтвердженні диференційні рівняння коливань у суцільних та неоднорідних пружних середовищах [1–3]. Однак, як показав проведений аналіз, переважна більшість математичних моделей використовує велику кількість спрощень, зокрема актуальним залишається питання появи резонансних явищ у товщі гірничої маси при складних геометричних формах кар'єру та неоднорідних пластах породи. Застосування засобів обчислювальної техніки дозволяє сьогодні врахувати у моделі більше факторів та проводити прогнозування небезпечних сейсмічних наслідків.

**Постановка завдання.** Виходячи з вищезазначеного, авторами було вирішено прослідкувати математичні моделі появи сейсмічного резонансу при вибухах та провести короткий огляд засобів ІТ для сейсмічного моніторингу.

**Викладення матеріалу та результати.** При аналізі кінематичних елементів сейсмічних хвиль об'єктивно визначення сейсмічного ефекту найбільш повно дає векторне значення швидкості зміщення [2, 3]. Максимальна векторна швидкість визначається з урахуванням компонент X, Y, Z:

$$v_{XYZ} = \max\left(\sqrt{v_X^2 + v_Y^2 + v_Z^2}\right) \text{ [см/с]}, \quad (1)$$

де  $v_X$ ,  $v_Y$ ,  $v_Z$  – амплітуди швидкості зміщення за осями X, Y, Z відповідно.

На рис. 1 подано сейсмограми, зняті з будівлі адміністративно-побутового комплексу ГЗК, який знаходився на відстані 1070 м від точки підриву. З діаграм видно, що не тільки спектри коливань істотно відрізняються в залежності від висоти будівлі, але й амплітуда та час затухання коливань.

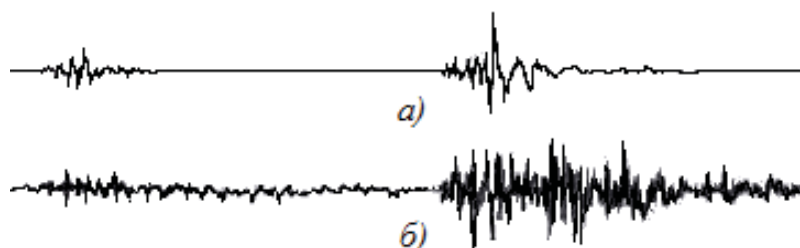


Рис. 1. Реєстрація вибухових сейсмічних коливань:  
а) основи будівлі; б) конструкції будівлі на висоті 6-го поверху

Дослідження сейсмічного впливу вибухів потрібно проводити з урахуванням особливостей коливальних процесів самих споруд. Будівлі, які знаходяться під впливом сейсмічних хвиль можна порівняти зі смуговим фільтром, котрий підсилює коливання, які близькі за частотою до власних частот конструкції, та послаблює інші. У табл. 1 наведено власні частоти коливань деяких будівель, що знаходяться на території ГЗК.

Таблиця 1

Власні частоти коливань деяких споруд ГЗК

Об'єкт ГЗК	$f_x$ , Гц	$f_y$ , Гц
Адміністративно-побутовий комплекс	2,75	1,96
Збагачувальна фабрика	2,51	1,65
Автобаза технологічного транспорту	1,19	1,18

Спектральний склад коливань, які збуджуються вибухами (рис. 2), і значення власних частот коливань будівель ГЗК підтверджують небезпечність виникнення резонансних явищ. Переважаючі частоти коливань ґрунту при вибухах знаходяться в діапазоні 1,5–2,5 Гц. На гістограмах літерою  $\eta$  позначено відносну частку випадків.

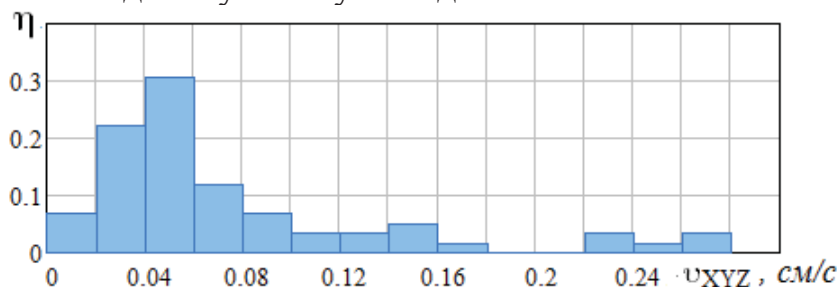


Рис. 2. Гістограма розподілу швидкостей зміщення часток ґрунту при вибухах

У роботі [1] рекомендується при виборі допустимої швидкості враховувати розкачування споруди. Тут під розкачуванням слід розуміти відношення максимального зміщення верху будівлі до максимального зміщення ґрунту. Аналогічно існує поняття розкачування за швидкістю. До-

свід проведення масових вибухів показує, що для жорстких будівель звичайного типу ( $f > 2,5$  Гц) величина розкачування складає від 2 до 3, а для гнучких ( $f < 1,8$  Гц) – від 4 до 5.

На рис. 3 можна прослідкувати появу сейсмічного резонансу, коли коефіцієнт розкачування за швидкістю перевищує значення 12. Хоч існує думка, що розкачування більше 10 пов'язано не лише з коливаннями ґрунту, а із впливом повітряно-ударної хвилі, все одно це не знижує актуальності задачі керування БВР для мінімізації сейсмічного впливу.

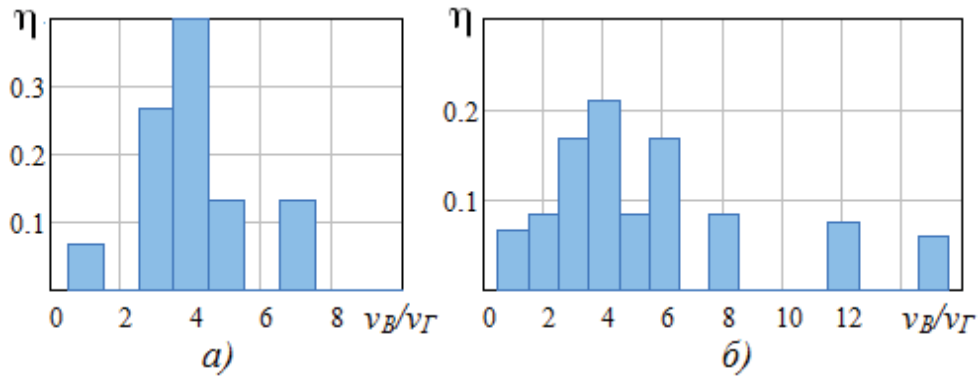


Рис. 3. Гістограми розподілу розкачування для (а) адміністративно-побутового комплексу та (б) автотранспортного цеху

Детальний огляд програмно-апаратних комплексів для сейсмічного моніторингу показав, що майже всі розробки такого типу призначені для попередження землетрусів у сейсмічно активних регіонах Землі. Застосування даних засобів ІТ на ГЗК обмежується не лише високою вартістю обладнання, але й значною складністю проблеми керування та прогнозування наслідків техногенних вибухів (рис. 4).



Рис. 4. Деякі галузі технічних наук, застосування яких потребують задачі геосейсмічного моніторингу та прогнозування

Сьогодні існує чимало потужних розробок у галузі сейсмічного моніторингу. Наприклад, система GITS ВАТ «Науково-дослідний інститут гірничої геомеханіки та маркшейдерської справи» (Росія) дозволяє проводити контроль природних та техногенних коливань, прогнозувати рух гірничих масивів. Програмне забезпечення GeoDAS від виробника GeoSIG Ltd. (Швейцарія) забезпечує оброблення даних від сейсмодатчиків у режимі реального часу. Останні програмні розробки дозволяють наочно прогнозувати результати сейсмічного впливу (рис. 5).

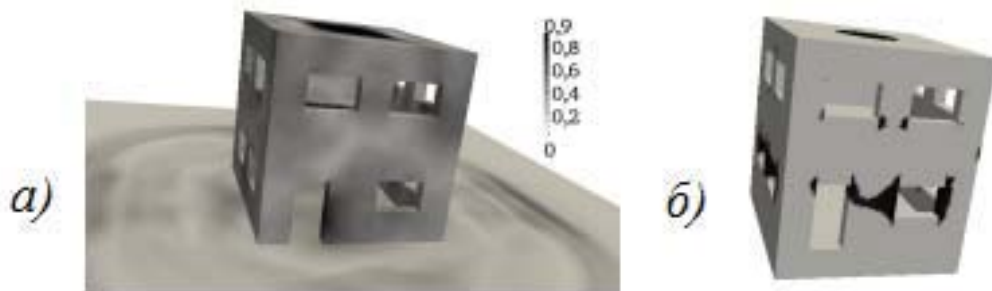


Рис. 5. Програма для аналізу сейсмічних процесів:  
а) розповсюдження хвиль; б) кінцеві пошкодження будівлі

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Таким чином, було підтверджено небезпечність появи сейсмічного резонансу при проведенні масових вибухів в кар'єрі ГЗК. Висока складність задач сейсмічного моніторингу та керування вимагає удосконалення та розробки нових математичних моделей і програмно-апаратних засобів ІТ, які дозволять збільшити довговічність експлуатації будівель та підвищити рівень безпеки праці.

#### *Список літератури*

1. Гриб Н.Н. Анализ сейсмических эффектов от массовых взрывов разреза «Нерюнгринский» / Н.Н. Гриб, А.Ю. Пазынич // Современные проблемы науки и образования. –2010. –№ 1. –С. 71–76.
2. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах / В.Н. Мосинец. –М.: Недра, 1976. –271 с.
3. Садовский М.А. Геофизика и физика взрыва. Избранные труды / М.А. Садовский. –М: Наука, 1999. –335 с.

УДК 622.698(01) , УДК 622.648

БІЛЕЦЬКИЙ В.С., д.т.н., проф. Полтавський національний технічний університет, ПОТАПЕНКО С.Ю., магістрант, Донецький національний технічний університет

## **ЕВОЛЮЦІЯ ВУГІЛЬНОЇ ФАЗИ ТА ВУГЛЕ-МАСЛЯНИХ СТРУКТУР ПРИ МАГІСТРАЛЬНОМУ ГІДРАВЛІЧНОМУ ТРАНСПОРТУВАННІ**

*Простежено еволюцію вугільної фази та вугільно-масляних структур при магістральному гідравлічному транспортуванні. Показано, що вугільна фаза під час гідротранспорту подрібнюється, окислюється, крупні зерна змінюють форму (обкатуються), обволікаються глинами. Вугільно-масляні структури вигідно відрізняються структурованістю, утворенням об'єктів типу «ядро-оболонка», в яких вугільні зерна захищені від подрібнення, окиснення і обволікання глинами. Це дозволяє зберегти їх технологічні характеристики як об'єктів зневоднення і коксування.*