

О.І. Рибачук, к.т.н., доц.

І.М. Сашук, к.т.н., с.н.с.

В.В. Стрінада, викл.

*Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова НАУ*

О.І. Лящук, пров. інж.

*Головний центр спеціального контролю НКАУ*

### ВИКОРИСТАННЯ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕНЬ ПРИ ОПЕРАТИВНОМУ РОЗПІЗНАВАННІ ДЖЕРЕЛ ЗБУРЕНЬ

*У статті здійснено обґрунтування необхідності використання для розпізнавання збурень внаслідок грозової активності та від хімічних (промислових) вибухів з необхідними показниками оперативності апарата вейвлет-перетворень.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Прогнозування ризиків, зокрема прогнозування технологічних та екологічних катастроф у регіонах України, – ключова ланка визначення рівня екологічної безпеки держави. Тому особливу увагу слід приділяти завданням моніторингу геофізичної обстановки з метою виявлення змін її стану, викликаних збуреннями природного або штучного походження. Моніторинг геофізичної обстановки в Україні здійснюється технічними засобами Головного центру спеціального контролю (ГЦСК) Національного космічного агентства України (НКАУ), однією з систем якого є акустична система геофізичного моніторингу (АСГМ). АСГМ вирішує завдання контролю за виконанням умов Договору про всеосяжну заборону ядерних випробувань, оцінки координат промислових вибухів, шумового моніторингу довкілля тощо [1].

В основу функціонування АСГМ покладено реєстрацію та аналіз інфразвукових коливань атмосферного тиску, що виникають під час збурень атмосфери джерелами різного походження. Інфразвукові хвилі можуть генеруватися джерелами збурень (ДЗ) природного або штучного походження. До основних ДЗ штучного походження відносять хімічні (промислові) вибухи, польоти літаків, великі пожежі тощо [2]. До основних ДЗ природного походження належать збурення від грозової активності, вітрові перешкоди, перешкоди, що викликані турбулентністю атмосфери, землетруси, магнітні бурі, тайфуни та урагани тощо.

Аналіз реєстрації джерел геофізичних збурень одним з пунктів спостереження ГЦСК за три місяці 2007 р. свідчить [3] про те, що в більшості випадків (близько 68 % від загальної кількості) як ДЗ були визначені саме хімічні (промислові) вибухи. Розподіл кількості визначених ДЗ за вказаний період 2007 р. за класами показано на рис. 1.

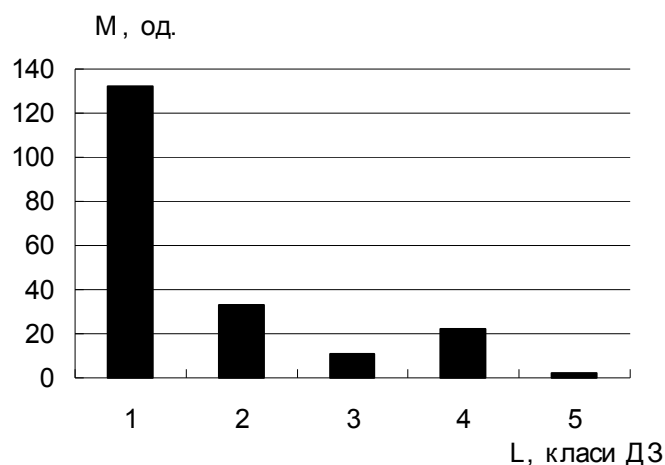


Рис. 1. Розподіл зареєстрованих джерел збурень

На рис. 1 позначення класів ДЗ такі: 1 – хімічні (промислові) вибухи; 2 – збурення від грозової активності; 3 – землетруси; 4 – вітрові перешкоди; 5 – інші.

На сьогоднішній день розпізнавання ДЗ АСГМ здійснюється в "ручному" режимі з використанням досвіду оператора-інтерпретатора. Суттєвими недоліками даного способу розпізнавання є низька оперативність, потреба в кваліфікованих досвідчених операторах, трудомісткість самого процесу

обробки та значна частка суб'єктивізму рішення інтерпретатора. Але в умовах ускладнення перешкодової обстановки внаслідок збільшення похибок візуального розпізнавання ДЗ, стає достатньо проблематичним здійснити розпізнавання ДЗ за час, що не перевищує 15 хв. з моменту надходження сигналу до пунктів спостереження [3].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій** свідчить про значний інтерес до питань використання інформації від АСГМ для розв'язання різнопланових завдань [1, 4–7].

Так, в [1] розглянуто методологічні підходи до створення системи акустичного групування з метою підвищення перешкодостійкості інфразвукових спостережень.

В [4] проведено аналіз можливості застосування АСГМ при розпізнаванні ДЗ штучного походження.

В [5, 6] доведено доцільність використання АСГМ для виконання завдань, пов'язаних з забезпеченням національної безпеки та оборони держави.

В [7] наведено методику розв'язання задачі розпізнавання збурень від двох сигналів: збурення внаслідок грозової активності та хімічних (промислових) вибухів у ближній зоні при використанні АСГМ. Вказано, що поставлена задача розпізнавання може бути розв'язана методом порівняння з еталоном. Методика розпізнавання двох класів ДЗ у ближній зоні при використанні АСГМ складається з двох основних етапів: етап визначення подібності прийнятого сигналу до одного з еталонних та етап прийняття відповідного рішення про віднесення ДЗ до одного з двох класів збурень [7]. На першому етапі здійснюється оцінювання коефіцієнта кореляції  $r_{xy}^{\zeta}$  між прийнятим і еталонним сигналами за виразом:

$$r_{xy}^{\zeta} = \frac{K_{xy}^{\zeta}}{\sqrt{D_x \cdot D_y}}, \quad (1)$$

де  $K_{xy}^{\zeta}$  – оцінка значення кореляційного моменту для еталонного  $x(t)$  та досліджуваного  $y(t)$  акустичних сигналів;

$D_x, D_y$  – оцінки дисперсій  $x(t)$  та  $y(t)$  відповідно.

Відомо, що умови проведення промислових вибухів, потужність збурення та умови реєстрації акустичних сигналів суттєво впливають на їх форму. В [7] показано, що найбільший вплив на значення  $r_{xy}^{\zeta}$  між сигналами одного джерела здійснюють точність визначення часу надходження  $\tau$  сигналу та його середнього періоду коливань  $T_x$ .

Для зменшення впливу помилок у визначенні часу надходження сигналу необхідно розрахувати множину оцінок коефіцієнта кореляції на дискретній сітці значень часу надходження сигналу  $r_{xy}^{\zeta}(\tau_i)$  та визначити її максимум формулою:

$$r_{xy}^{\zeta}(\tau_i) = \max_i r_{xy}^{\zeta}(\tau_i), \quad i = 1 \dots n. \quad (2)$$

При цьому інтервал дискретизації  $\delta\tau = \tau_{i+1} - \tau_i$  визначається максимальною частотою у спектрі акустичного сигналу; а  $n$  – співвідношенням  $\delta\tau$  й максимальною помилкою часу надходження сигналу.

Для зменшення впливу розбіжності характерного періоду коливань акустичного сигналу необхідно виконати операцію (2) для всіх  $J_k$  еталонних сигналів класу, що розпізнається, й обрати максимум:

$$r_{xy}^{\zeta} = \max_{J_k} r_{xy}^{\zeta}(T_x), \quad (3)$$

де  $J_k$  – необхідна кількість еталонних сигналів для класу  $K$ .

Розрахований за виразами (2), (3) показник будемо приймати за міру подібності акустичного сигналу невідомого походження одному з класів, що розпізнаються. Показник  $r_{xy}^{\zeta}$  розраховується для кожного класу окремо за відповідними даному конкретному класу еталонними сигналами. В результаті отримаємо для двох вказаних класів сигналів два значення  $\epsilon_{xy1}$  й  $\epsilon_{xy2}$  відповідно.

Наступним етапом розпізнавання двох класів ДЗ має бути етап прийняття рішення про віднесення збурення до того або іншого класу. На цьому етапі необхідно максимум  $r_{xy}^{\zeta}$  підставити в значення функції правдоподібності та прийняти рішення про віднесення невідомого сигналу до того або іншого класу ДЗ.

Переважає більшість часу розпізнавання складає розрахунок значень виразу (3). Недоліком наведеної методики є значний час для здійснення розрахунків, що вимагає застосування більш ефективних, з огляду оперативності, обчислювальних процедур.

Відомо [2], що акустичні сигнали належать до групи нестационарних сигналів. В [8] показано, що при аналізі саме нестационарних сигналів знайшов широке використання апарат вейвлет-перетворення (ВП).

**Метою статті** є викладення методики розрахунку максимуму оцінки коефіцієнта кореляції з необхідними показниками оперативності з використанням вейвлет-перетворень.

**Виклад основних результатів досліджень.** ВП полягає в розкладі сигналу на дві складові – апроксимуючу (грубе наближення) та деталізуючу (що уточнює апроксимуючу) складову, з подальшим розкладом апроксимуючої складової [8]. Для визначення апроксимуючої складової розраховують масштабуючу функцію  $\varphi(t)$ , що задовольняє вимогу:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(t) dt = 1. \tag{4}$$

Для визначення деталізуючої складової використовують вейвлет функцію  $\psi(t)$ , що задовольняє умову:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \psi(t) dt = 0. \tag{5}$$

На практиці для швидкого розрахунку значень апроксимуючих та деталізуючих складових застосовують схему послідовного ділення, яку називають пірамідою або алгоритмом Маллата [8, 9]. Дерево вейвлет-розкладання зображено на рис. 2 ( тут М – рівень розкладання ).

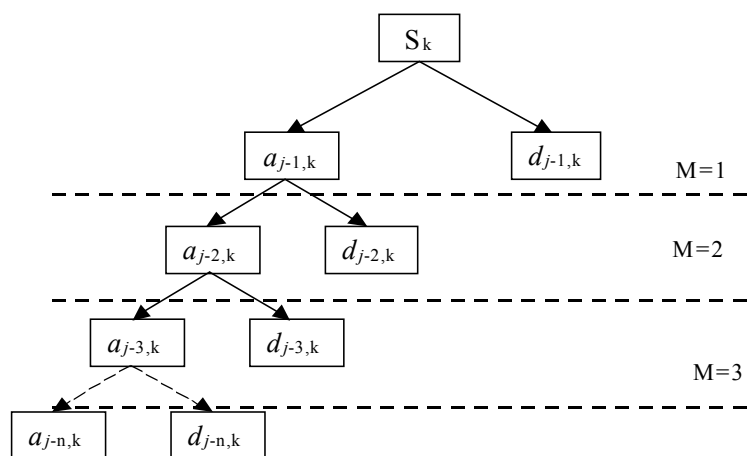


Рис. 2. Алгоритм вейвлет-розкладання Маллата

Слід зазначити, що, незважаючи на зменшення кількості дискрет, апроксимуюча складова є усередненим вхідним сигналом, тобто відображає його у більш низькочастотній області спектра, а тому значною мірою зберігає хвильову форму акустичного сигналу. Таким чином, існує можливість використати в процесі розпізнавання не сам сигнал, а його вейвлет-зображення апроксимуючою складовою.

Кожний набір вейвлет-функцій отримують з функції  $\psi(t)$  шляхом зміни її масштабу та зсуву в часовому просторі:

$$\psi(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi_0 \left( \frac{t-b}{a} \right), \tag{6}$$

де  $a$  – параметр, що задає масштаб вейвлета;

$b$  – параметр, що задає положення вейвлета в часовій області;

$\psi_0(t)$  – базисна функція (вейвлет).

Базисні функції мають такі властивості [8]: часова та частотна локалізація, нульове середнє значення та автомодельність. На сьогодні існує велика кількість базисних функцій: вейвлети Добеши, Симлета, Койфлета, Гауса, Морле, Хаара та інші [9].

При здійсненні ВП будь-якого сигналу постає завдання вибору певної базисної функції. Незважаючи на значне поширення ВП в різних галузях науки і техніки, цей процес залишається досить суб'єктивним. В літературі наведені різні підходи щодо застосування кількісних критеріїв, що характеризують ефективність розкладу певного сигналу за обраною базисною функцією. До них належать: міра регулярності вейвлета, кількість його нульових моментів, кількість вейвлет-коефіцієнтів, що перевищують деяке порогове значення [9]. Але при розпізнаванні методом порівняння з еталонними сигналами такі критерії використовувати недоцільно, оскільки вони не відображають особливостей

розпізнавання ДЗ АСГМ. У зв'язку з тим, що при розпізнаванні ДЗ використовується метод порівняння з еталонними сигналами [7], обґрунтованість застосування певної базисної функції пов'язана із здатністю ВП як можна краще зберегти форму вхідного сигналу в часовій області. Для перевірки цього використовують процес реконструкції (зворотне ВП) сигналу за допомогою обраної базисної функції, а далі порівнюють між собою вхідний та відновлений сигнали.

З метою кількісного визначення міри подібності вхідного та відновленого сигналів доцільно використати такі вирази [10]:

$$A = \frac{\overline{(y(t) - y_0(t))^2}}{\overline{y(t)}} = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} (y(t) - y_0(t))^2 dt}{\int_{-\infty}^{+\infty} y(t) dt}; \quad (7)$$

$$B = \frac{\overline{(y(t) \cdot y_0(t))}}{\overline{y(t)}} = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} (y(t) \cdot y_0(t)) dt}{\int_{-\infty}^{+\infty} y(t) dt}, \quad (8)$$

де  $y_0(t)$  – відновлений сигнал.

Під відновленим сигналом будемо розуміти результат прямого та зворотного ВП вхідного сигналу при відсутності перешкод. ВП дає приблизну рівність амплітуд вхідного та відновленого сигналів з можливими відхиленнями відновленого сигналу за формою та фазою.

Мінімальне значення  $A(y(t)) = 0$  та максимальне значення  $B(y(t)) = 1$  відповідає повній подібності сигналів. Тому, перевірка якості ВП сигналу  $y(t)$  з використанням виразів (7) і (8) потребує мінімізації  $A(y(t))$  при одночасній максимізації  $B(y(t))$ .

Перейдемо до функціоналу такого виду:

$$C = \sqrt{A^2 + (B - 1)^2}. \quad (9)$$

Вираз (9) є нелінійною комбінацією розглянутих функціоналів  $A(y(t))$  та  $B(y(t))$ . З (9) видно, що мінімізація  $A(y(t))$  та максимізація  $B(y(t))$  відповідає мінімізації  $C(y(t))$ .

Для визначення подібності об'єкта розпізнавання відповідному еталону слід знайти максимум значення оцінки коефіцієнта кореляції за виразом (3).

Таким чином, при розпізнаванні ДЗ методом порівняння з еталонними сигналами здійснюють ВП досліджуваного сигналу. Вибір базисної функції ВП здійснюється за результатами значень виразів (7)–(9). Після цього визначають максимум значення оцінки коефіцієнта кореляції (3). На етапі прийняття рішення про розпізнавання відповідного класу збурень необхідно максимум значення  $r_{xy}$  підставити в значення функції правдоподібності та за результатами порівняння цієї функції прийняти рішення про віднесення невідомого сигналу певного класу.

Дана методика була реалізована у вигляді програми в системі Matlab 6.5 на ПЕОМ з CPU Celeron 633 МГц, RAM 512 МВ.

Розглянемо приклад. Нехай необхідно розв'язати задачу розпізнавання джерела збурення за записом сигналу, що зареєстрований в одному з пунктів спостереження ГЦСК. Акустичний сигнал від промислового вибуху наведено на рис. 3.

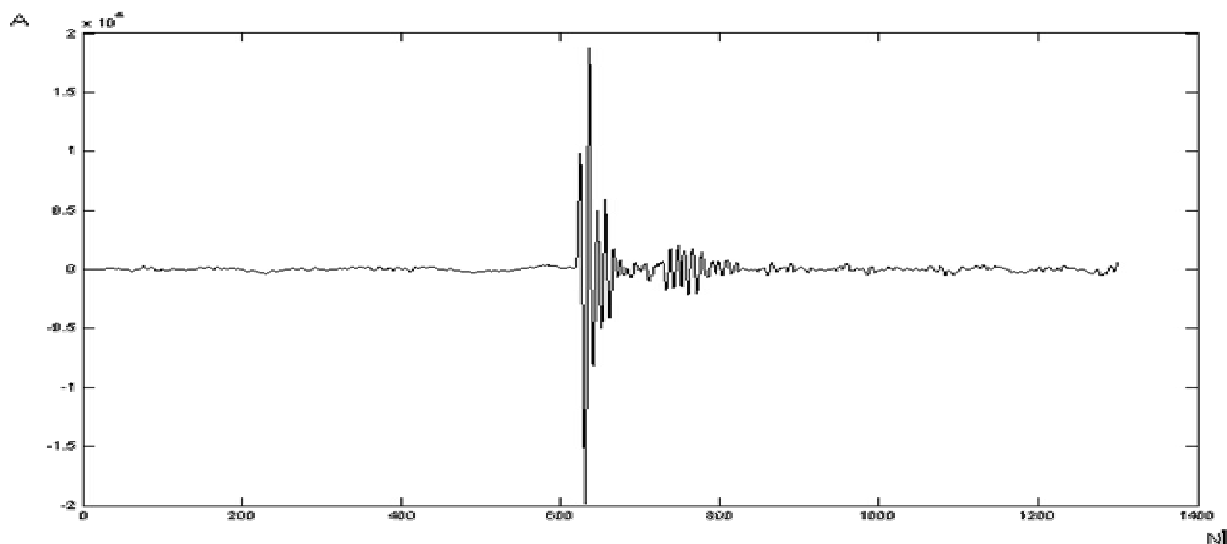


Рис. 3. Форма хвильового пакета акустичного сигналу від промислового вибуху

Для вибору базисної функції дослідимо значення функціоналів відповідно до виразів (7)–(9). За результатами досліджень встановлено, що оптимальним за критерієм мінімуму  $C(y(t))$  для даного сигналу є вейвлет Добеши “db1” на 1-му рівні розкладу. Обрану базисну функцію застосуємо для ВП сигналу, що зображено на рис. 3. ВП такого сигналу наведено на рис. 4.

Величини максимальних значень  $r_{XY}^*$ , розрахованих за виразами (2), (3), наведені в таблиці 1. Ці значення було отримано для реальних акустичних сигналів, ДЗ яких знаходилися в одному районі та зареєстровані на одному пункті спостереження [3] при використанні методик розпізнавання без ВП та із застосуванням ВП відповідно.

Таблиця 1

	Сигнали	Сигнал 1 (без ВП)	Сигнал 1 (з ВП)	Сигнал 2 (без ВП)	Сигнал 2 (з ВП)
Оцінка коефіцієнта кореляції	Сигнал 1	0,94821	0,9515	0,17634	0,17234
	Сигнал 2	0,17468	0,1728	0,9269	0,92829

Під сигналом 1 тут розуміємо сигнал від промислового вибуху з тротиловим еквівалентом 0,005...0,008 кг (рис. 3), під сигналом 2 – сигнал від збурення внаслідок грозової активності.

Аналіз даних таблиці 1 свідчить про те, що різниця значень між оцінками коефіцієнтів кореляції для сигналів № 1 та № 2 незначна. Отже з огляду на оцінювання коефіцієнта кореляції для розпізнавання ДЗ можливе використання як без ВП так і з ВП.

Покажемо, що застосування методики визначення максимуму  $\epsilon_{XY}$  з використанням ВП є більш доцільним з точки зору оперативності розпізнавання ДЗ. Розрахуємо кількість операцій для визначення максимуму  $\epsilon_{XY}$  (3) для методик без використання ВП та із застосуванням ВП. Кількість операцій множення та додавання було розраховано для акустичного сигналу тривалістю 1 хв. та із застосуванням 12 еталонів. Порівняння кількості операцій  $K$  для даних методик наведено на рис. 5.

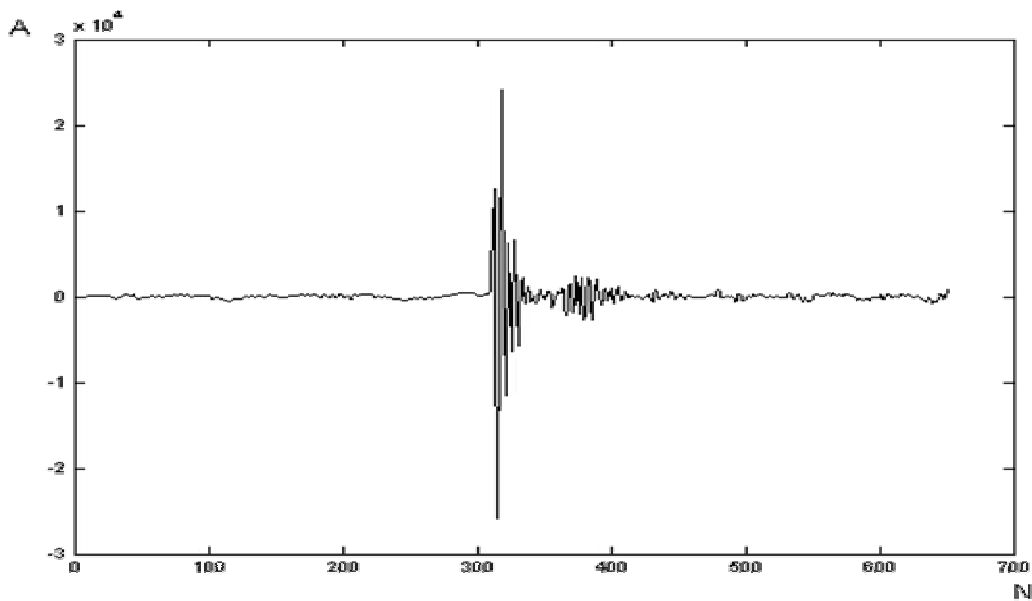


Рис. 4. ВП сигналу (базисна функція – db1, рівень розкладу – 1 )

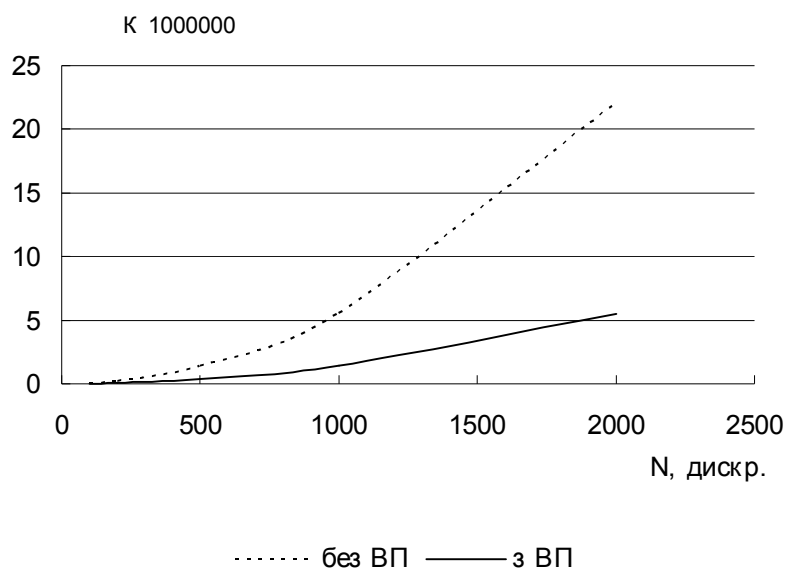


Рис. 5. Порівняння кількості операцій при використанні різних методик

Аналіз наведених на рис. 5 даних свідчить про те, що використання ВП при розрахунках максимуму  $r_{xy}^c$  значно скорочує обчислювальні витрати, тому з огляду оперативності є більш доцільним.

Розглянемо, яким чином змінюється оперативність розпізнавання при використанні методик розпізнавання без ВП та із застосуванням ВП відповідно. Природно, що оперативність у визначенні максимуму  $r_{xy}^c$  при розпізнаванні класів ДЗ значною мірою залежить від тривалості сигналу, що необхідно проаналізувати, та кількості використовуваних еталонів. В [7] доведено, що для розпізнавання вказаних класів ДЗ тривалість дискретних сигналів з частотою дискретизації 40 Гц має бути в межах 2...3 хв. та мінімальна кількість еталонних сигналів з різними періодами – майже досягати 40 од. Визначення часу виконання відповідних операцій було здійснено за вбудованими функціями системи MatLAB 6.5 [11].

Відомо, що під оперативністю обробки інформації (в даному контексті – розпізнавання) розуміють властивість системи виконувати свої функції за час, що дозволяє органам управління своєчасно виконувати певні завдання [12]. Наявність цієї властивості характеризується часом  $t_p$ , потрібним для

виконання задачі розпізнавання при відомому часі, що є у розпорядженні, або показником оперативності  $P_o$ .

На рис. 6 наведено залежність часу розпізнавання  $t_p$  вказаних класів ДЗ від тривалості сигналу (кількість еталонів 40 од.) при використанні таких методик: розпізнавання здійснюється без використання ВП; розпізнавання здійснюється з використанням наведеної методики (порогове значення часу розпізнавання – 15 хв.).

Аналіз даних, наведених на рис. 6, свідчить про те, що при використанні запропонованої методики є можливість зменшити на 800 с час, потрібний для розпізнавання.

Під показником оперативності  $P_o$  розпізнавання будемо розуміти кількісний показник, що характеризує можливість проведення розпізнавання відповідних класів збурень за час, який є в розпорядженні оперативно-чергової зміни.

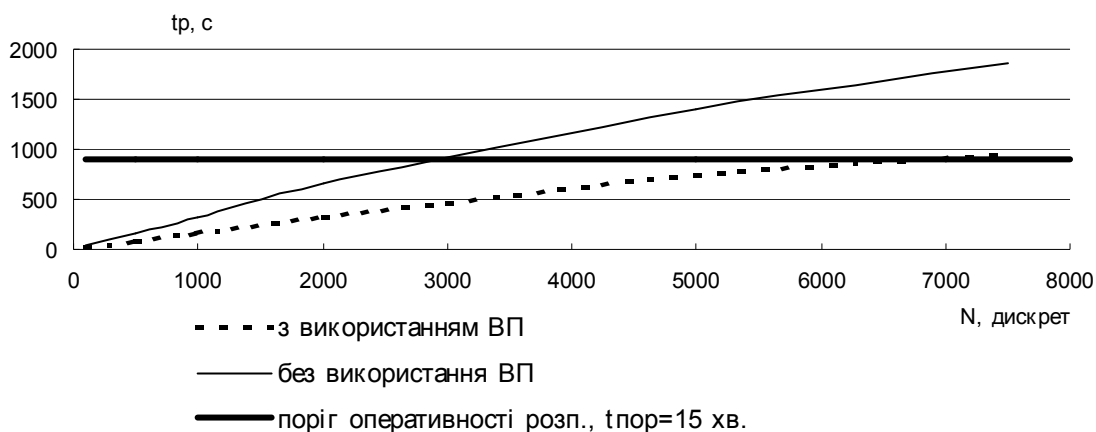


Рис. 6. Залежність часу розпізнавання від тривалості сигналу при використанні різних методик

Вираз для показника оперативності розпізнавання можна подати як [12]:

$$P_o = P(T_n < T_p) = \Phi \left( \frac{T_p - m_{T_n}}{\sigma_{T_n}} \right), \tag{10}$$

де  $T_p$  – час, який є в розпорядженні (згідно вимог до системи дорівнює 15 хв.);

$T_n$  – середній час, який потрібний для розпізнавання;

$\Phi$  – інтеграл імовірності [13];

$m_{T_n}$  – математичне сподівання часу, який потрібний для розпізнавання;

$\sigma_{T_n}$  – середньоквадратичне відхилення значення  $T_n$ .

В результаті експертної оцінки часу, затраченого на обробку матеріалів реєстрації акустичних сигналів за три місяці 2007 р. на одному з пунктів спостереження ГЦСК, отримано: при використанні методики розпізнавання без ВП  $m_{T_n 1} = 17,1 \text{ min.}$ ;  $\sigma_{T_n 1} = 2,7 \text{ min.}$ , а при використанні методики розпізнавання з ВП  $m_{T_n 2} = 12,3 \text{ min.}$ ;  $\sigma_{T_n 2} = 2,6 \text{ min.}$

Розрахувавши  $P_o$  для двох методик, визначили, що для методики без використання ВП  $P_{o1} = 0,227$  та для методики з використанням ВП  $P_{o2} = 0,832$ . Це свідчить про ефективність запропонованої методики розрахунку максимуму оцінки коефіцієнта кореляції при автоматичному розпізнаванні збурень від грозової активності та хімічних (промислових) вибухів у ближній зоні АСГМ.

**Висновки:**

1. Для забезпечення необхідних показників оперативності розпізнавання ДЗ запропоновано використовувати при розрахунках максимуму оцінки коефіцієнта кореляції апарат вейвлет-перетворень.
2. Ефективність застосування вейвлет-перетворень залежить від типу базисної функції, яку обирають з умов міркувань збереження форми вхідного сигналу в часовій області.

3. Нормованість функціоналів (7)–(9) дозволяє порівнювати розклад акустичних сигналів за базисами різних вейвлет-функцій, незалежно від параметрів самих сигналів та базисних функцій.

4. Застосування методики розпізнавання двох класів ДЗ (збурення від грозової активності або промислових вибухів) АСГМ в ближній зоні при використанні ВП покращує показник оперативності розпізнавання до значення 0,832 та зменшує на 800 с час, потрібний для розпізнавання.

**Перспективами** подальших досліджень слід вважати пошуки механізмів створення еталонних акустичних сигналів для розпізнавання ДЗ в ближній зоні при використанні АСГМ.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Гордиенко Ю.А., Карягин Е.В., Лящук А.И., Солонец А.И. Построение систем акустического группирования для реализации инфразвукового мониторинга // 36. науч. пр. ХУ ПС, 2006. – Вып. 3 (52). – С. 36–42.
2. Э.Э. Госсард, У.Х. Хук. Волны в атмосфере: Пер. с англ. / Под ред. Г.С. Голицына. — М.: Мир, 1978. – 524 с.
3. www.gcsk.gov.ua
4. Кирилюк В.А., Стрінада В.В., Лящук О.І., Шанка В.М. Застосування акустичної системи геофізичного моніторингу при здійсненні ідентифікації джерел збурень техногенного походження в ближній зоні. – Вісник ЖДТУ. – 2007. – № 2 (41). – С. 77–82.
5. Гуков В.М., Пастушенко Н.С., Солонец А.И., Терещенко И.В., Федотов В.П. О возможности использования сети наблюдения ГЦСК в интересах Вооруженных Сил // 36. науч. пр. ХВУ. – 2001. – Вып. 4 (34). – С. 123–127.
6. Гордиенко Ю.А., Лящук А.И., Солонец А.И. Возможности инфразвукового мониторинга для использования в интересах Вооруженных Сил // 36. науч. пр. ХУ ПС. – Х.: ХУ ПС. – 2006. – Вып. 4 (53). – С. 207–210.
7. Рибачук О.І., Кирилюк В.А., Стрінада В.В., Лящук О.І., Клівець С.І. Методика розпізнавання джерел збурень в ближній зоні при використанні акустичної системи геофізичного моніторингу // Системи обробки інформації. – 2008. – Вып. 1 (68). – С. 73–78.
8. Daubechies J. Ten lectures on wavelets, CBMS-NSF conference series in applied mathematics. – SIAM Ed., 1992.
9. Яковлев А.В. Основы вейвлет-преобразования сигналов. – Москва: Физматлит, 2003. – 176 с.
10. Кравченко В.Ф., Смирнов Д.В. Новые методы цифровой обработки сигналов атомарными функциями и вейвлетами // Успехи современной радиоэлектроники. – 2005. – № 2. – С. 3–80.
11. Дьяконов В.В., Абраменкова И.Н. Matlab – обработка сигналов и изображений. – С-Пб.: Питер, 2002. – 602 с.
12. Городнов В.П., Дробаха Г.А., Єрмаков М.О., Смирнов Є.Б., Ткаченко В.І. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): Монографія. – Харків: ХВУ, 2004. – 409 с.
13. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (Для научных работников и инженеров). / Под общей редакцией И.Г. Арамановича. – М.: Наука, 1974.

РИБАЧУК Олег Ігорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри спеціальних систем озброєння Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

– розробка методичного та алгоритмічного забезпечення функціонування складних інформаційних систем.

САЩУК Ігор Миколайович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник наукового центру Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

– обробка даних у складних інформаційних системах.

СТРІНАДА Віктор Васильович – викладач кафедри спеціальних систем озброєння Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

– розробка алгоритмічного забезпечення функціонування складних інформаційних систем.



ЛЯЩУК Олександр Іванович – провідний інженер науково-дослідного та випробувального відділу Головного центру спеціального контролю Національного космічного агентства України.

Наукові інтереси:

– моніторинг геофізичних явищ техногенного походження.

E-mail: alex @ gcsk. gov. ua

Подано 19.05.2008

**Рибачук О.И., Сашук И.Н., Стринада В.В., Лящук А.И.** Использование вейвлет-преобразования при оперативном распознавании источников возбуждения.

**Рибачук О.І., Сашук І.М., Стрінада В.В., Лящук А.І.** Використання вейвлет-перетворень при оперативному розпізнаванні джерел збурень.

**Ribachuk O.I., Sashuk I.N., Strinada V.V., Lyashuk A.I.** Application of wavelet-decomposition for increasing the expediency of recognition of the sources of acoustic excitements.

УДК 550.34:621.371

**Использование вейвлет-преобразования при оперативном распознавании источников возбуждения / О.И. Рибачук, И.Н. Сашук, В.В. Стринада, А.И. Лящук**

В статье осуществлено обоснование необходимости использования для распознавания источников возбуждения от грозовой активности и от химических (промышленных) взрывов с необходимыми показателями оперативности аппарата вейвлет - преобразования.

УДК 550.34:621.371

**Application of wavelet-decomposition for increasing the expediency of recognition of the sources of acoustic excitements / O.I. Ribachuk, I.N. Sashuk, V.V. Strinada, A.I. Lyashuk**

In the article of the necessity of application in the process of excitation recognition being the result of storm activity and chemical (industrial) explosions the functions of wavelet-decomposition with the necessary indexes of operative recognition is made.