

Таблиця 2

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\delta x_{22i}$	16.28	6.97	15.08	5.38	3.43	8.03	10.56	5.64	5.90	4.58
$\delta x_{21i} \cdot 10^3$	1.03	0.92	0.94	1.02	1.11	0.90	1.16	1.16	0.95	0.97
$\delta y_{22i}$	19.81	15.61	29.95	8.85	15.24	10.19	17.59	10.69	9.10	7.14
$\delta y_{21i} \cdot 10^3$	4.99	3.85	3.86	3.76	4.35	4.06	5.49	4.07	3.88	3.92

Аналогічними будуть результати аутентифікації ДВП всіх інших класів.

Великі відмінності (більше, ніж в тисячу разів) в дискримінантних числах, продемонстровані в таблицях, роблять критерій класифікації підпису та розпізнавання особи надійним та незалежним від випадкових неконтрольованих змін в підписі, від похибок обробки, котрі зумовлюють зміщення вектора ознак в просторі для різних ідентифікацій того самого образу. Отже, можна стверджувати про вірність класифікації.

#### Література

1. Луцків А.М. Алгоритм роботи системи аутентифікації особи за динамічно введеним підписом//Проблеми інформації та управління – К.:НАУ – 2006. – №1–с.111–117.
2. Абакумов В.Г., Рибін О.І., Сватош Й. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг – К.: Нора-прінт, 2001. – 516 с.

<p><i>Кузьменко О.М., Ніжебецька Ю.Х., Рибіна І.О. Застосування кореляційної матриці до розв'язання задачі аутентифікації особи за динамічно введеним підписом. Проілюстровано роботу методу з використанням кореляційної матриці при розв'язанні задачі аутентифікації особи за динамічно введеним підписом.</i></p> <p><b>Ключові слова:</b> аутентифікація особи, електронний підпис</p>
<p><i>Кузьменко О.М., Ніжебецька Ю.Х., Рыбина И.А. Применение корреляционной матрицы к решению задачи аутентификации особи по динамически введённой подписи. Проілюстровано роботу метода с использованием корреляционной матрицы при решении задачи аутентификации особи по динамически введённой подписи.</i></p> <p><b>Ключевые слова:</b> аутентификация личности, электронная подпись</p>
<p><i>Kuzmenko O.M., Nizhebetska Y.Kh, Ribina I.O. Application of correlation matrix for solving the task of authentication of person after the dinamically entered signature. The work of method with use of correlation matrix for solving the task of authentication of person after the dinamically entered signature is illustrated.</i></p> <p><b>Key words:</b> authentication of person, electronic signature</p>

УДК 621.372.061

## УМОВНА ДЕКОНВОЛЮЦІЯ ОБРАЗУ В ОБЛАСТІ ПРОСТОРОВИХ ВЛАСНИХ ЧАСТОТ

*Наталенко С.С., Рибін О.І.*

### Вступ. Постановка задачі

При обробці образу первинного параметра, відображуваного системою, завжди постає проблема його спотворення, що з'являється через похибки багаторазового перетворення сигналу, наявність шуму, арте-

фактів методів перетворення, тощо.

Тому виникає задача реставрації з метою якнайкращого наближення до образу первинного параметра. В роботах [1,2] запропоновано для реставрації методом умовної деконволюції в області трансформант Фур'є. В роботі приведені результати отримані при виконанні умовної деконволюції по просторовим трансформантам перетворення RTF.

### Теоретичні викладки

Як відомо, використання будь-якого прямого і зворотного дискретного ортогонального перетворення сигналу призводить до точного

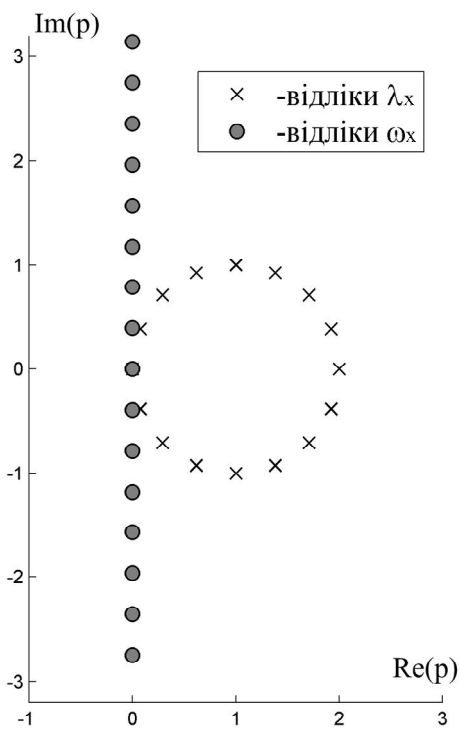


Рис. 1 Відліки на операторній площині

(відволікаючись від операційної похибки) відновлення значень вхідного сигналу в точках дискретизації.

Так, на ілюстраціях наведено вхідний сигнал (крива 1), його похідна, обчислена за дискретним перетворенням Фур'є (крива 2) та похідна, крива 3 — отримана за перетворенням RTF (множенням на  $\lambda_i$  для кожної  $i$ -тої складової). Крива 3 повністю співпадає з результатом, отриманим диференціюванням заміною похідної поділеною різницею, що й відповідає множенню дискретного Фур'є образу вхідного сигналу на  $\lambda_i$ .

Результат диференціювання, наведені на рис. 2, очевидно, що при збільшенні формату похибка при використанні перетворення Фур'є,

хоча і зменшується, але залишається суттєво великою у порівнянні до "точного" результату. Результат операції інтегрування показаний на рис. 3.

Аналогічно до описаного в [1] методі, переводимо алгоритм обробки по трансформантам Фур'є в алгоритм обробки по трансформантам RTF. У випадку одномірного образу в операторну функцію  $K(p)$  обчислення проводимо не по частотним відлікам  $\omega_x$ , а по відлікам власних частот  $\lambda_x$  (рис. 4). Для двомірного випадку відповідно по  $\lambda_{x,y}$ .

Модель деградації  $\bar{V} = \bar{\bar{G}} \cdot \bar{f} + \bar{v}$ , можна записати у наступному вигляді  $V(m,n) = F(\lambda_x, \lambda_y)G(\lambda_x, \lambda_y) + v(m,n)$ , де операнди  $V(m,n)$ ,  $v(m,n)$  одержані з оригіналів в натуральних координатах за допомогою дискретного перетво-

рення Фур'є, а  $F(\lambda_x, \lambda_y)$ ,  $G(\lambda_x, \lambda_y)$  значення функцій на відповідних відліках власних частот.

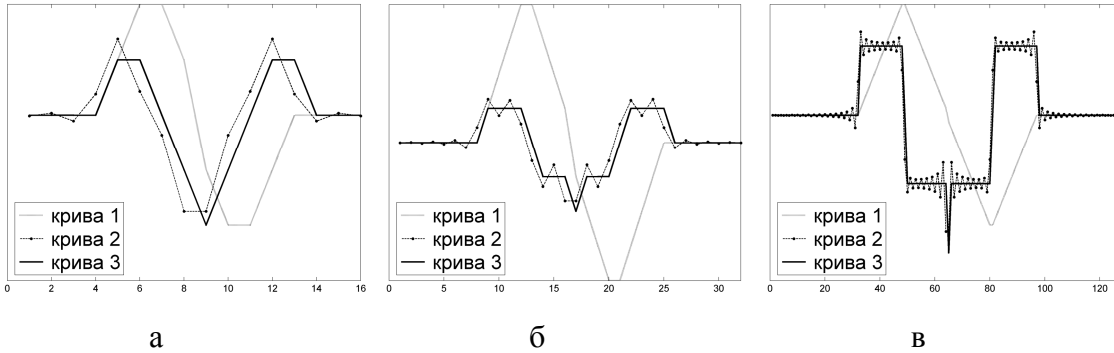


Рис. 2 Результат операції диференціювання

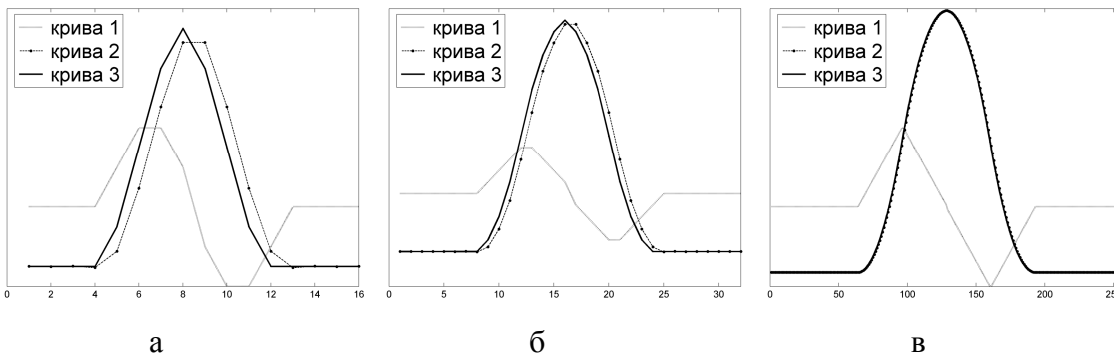


Рис. 3 Результат операції інтегрування

Умова "гладкості" (у двовимірному випадку) має вигляд

$$P^2 \sum_{m=0}^{p-1} \sum_{n=0}^{p-1} |c(\lambda_x, \lambda_y) \cdot \mathcal{F}(m, n)|^2 = \min,$$

де  $c(\lambda_x, \lambda_y)$  - перетворення від функції "гладкості"

$$[c] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

В результаті обчислень та спрощень аналогічних [3] отримуємо коефіцієнт передачі фільтра:

$$K_F(\lambda_x, \lambda_y) = \frac{1}{G(\lambda_x, \lambda_y)} \frac{|G(\lambda_x, \lambda_y)|^2}{p^2 \cdot \left( |G(\lambda_x, \lambda_y)|^2 + \frac{1}{k} |c(\lambda_x, \lambda_y)|^2 \right)}$$

Новий фільтр дуже (за формою) нагадує Вінерівський фільтр [1,3].

Але замість корегуючого доданка  $\frac{W_{vv}(\omega_x, \omega_y)}{W_{ff}(\omega_x, \omega_y)} = \frac{W_{vv}(m, n)}{W_{ff}(m, n)}$ , він має

інший корегуючий доданок  $\frac{1}{k} |c(\lambda_x, \lambda_y)|^2$ , який відображає умову "гладкості" з вагою  $\frac{1}{k}$ .

### Результати експериментальних досліджень



Рис. 2. Вхідний образ

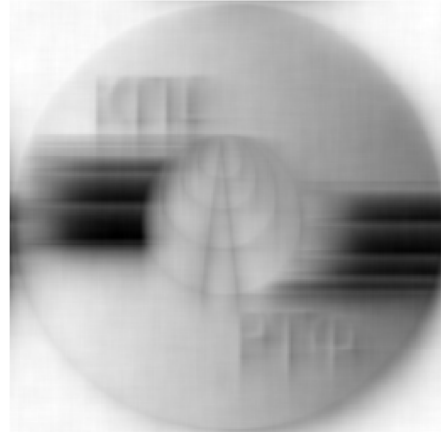


Рис. 3. Деградований образ

Вхідний образ (рис.2) спотворюється імпульсною характеристикою системи та до спотвореного вхідного сигналу додається адитивний шум, в результаті отримуємо деградований образ (рис. 5).

На Рис. 4 показано результат реставрації при обробці по трансформантам RTF, та результат реставрації при обробці по трансформантам Фур'є на рис. 5.

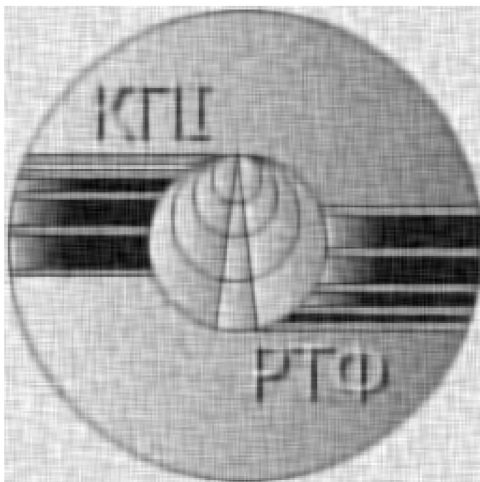


Рис. 4 Реставрований образ по трансформантам RTF

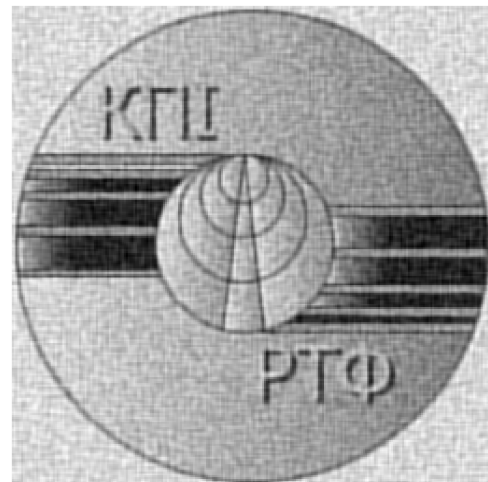


Рис. 5 Реставрований образ по трансформантам Фур'є

## Висновки

Реставація методом умовної деконволюція по трансформантам RTF дає кращі результати відносно деконволюції по трансформантам Фур'є з точки зору шуму. Подальшим етапом розвитку даної роботи є обробка різних видів двомірних образів і порівняння їх з іншими методами реставації.

## Література

1. Рибін О. І., Корольов В. Ю. Реставація образів методом умовної деконволюції в області просторових частот // Вісник Технологічного університету Поділля.— 2000.— №1.— С.145 – 147.
2. Рыбин А. И., Королёв В. Ю. Алгоритм условной деконволюции изображений в частотной области // Радиоэлектроника. — 2000.— № 4.— С. 51 – 55. (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Ильясова Ю.Х., Шарпан О.Б. Анализ линейных систем в области преобразования RTF при не минимальных разносных уравнениях //Вісник НТУУ "КПІ". Сер. — Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2007 – №35. – с.23-29

*Наталенко С.С. Рибін О.І. Умовна деконволюція образу в області просторових власних частот* Запропонована методика переносу алгоритму реставації методом умовної деконволюції в область власних частот

**Ключові слова:** деконволюція, перетворення Фур'є, фільтрація шум, образ

*Наталенко С.С. Рыбин А.И. Условная деконволюция образа в области пространственных собственных частот* Предложена методика переноса алгоритма реставації методом условной деконволюции в область собственных частот

**Ключевые слова:** деконволюция, преобразование Фурье, фильтрация, шум, образ

*Natalenko S. Rybin A. Conditional deconvolution of image in the domain of spatial own frequencies* Offered methods of the carrying the algorithm restorations by method Conditional deconvolution in the domain of spatial own frequencies

**Key words:** deconvolution, Fourier transform, filtration, noise, image