

УДК 681.325.5.068

Н. В. САЧАНЮК-КАВЕЦЬКА**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СУБ'ЄКТІВ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є**

В статті розглядаються можливості використання ряду Фур'є у логіко-часовому середовищі для підвищення ефективності обробки інформації. Детально описано спосіб розпізнавання зображень з виділенням ознак. Розглянуто класи логіко-часових функцій та доведено за допомогою теореми А.В. Кузнєцова їх замкнутість відносно операцій диференціювання та нерівнозначного віднімання. В якості наукової новизни розглянуто представлення логіко-часових функцій у матричній формі та реалізація дискретного перетворення Фур'є в логіко-часовому середовищі. Результати досліджень можуть бути використані при ефективній обробці образів для ідентифікації суб'єктів в системах захисту інформації.

Ключові слова: логіко-часова функція, матриця, нерівнозначне віднімання, ідентифікація суб'єктів, дискретне перетворення Фур'є

В статье рассматривается возможность использования ряда Фурье в логико-временной среде для повышения эффективности обработки информации. Детально описан способ распознавания изображений с выделением характерных свойств. Рассмотрены классы логико-временных функций и доказана их замкнутость относительно операций дифференцирования и неравнозначного вычитания. В качестве научной новизны рассмотрено представление логико-временных функций в матричной форме и реализация дискретного преобразования Фурье в логико-временной среде. Результаты исследований могут использоваться при эффективной обработке образов для идентификации субъектов в системах защиты информации.

Ключевые слова: логико-временная функция, матрица, неравнозначное вычитание, идентификация субъектов, дискретное преобразование Фурье

The article discusses the possibility of using Fourier transformation in the logical-time environment to improve the efficiency of information processing. The method of pattern recognition characteristics is described in detail. The classes of logic-time functions are considered and confirmed their relative isolation to the operation of non-equivalent subtraction and differentiation. As scientific novelty the ideas of logic-time functions in matrix form and implementation the discrete Fourier transformation in logical-time environment. The research results can be used for efficient image processing for the identification of subjects in information security systems.

Practical rule of representation of logic-time functions in the form of a matrix is developed. It is possible to calculate the Fourier coefficients and to make the appropriate number.

The effectiveness of the discrete Fourier transformation in the logical-time environment is characterized by a reduction of computational complexity and protection level of the source data and conversion results.

Practical advantage of the proposed method is further simplification for data encryption and decryption data that provides a low cost of computational time required to perform operations related to the protection of information.

The proposed approach implements a stream data encryption.

Keywords: logic-time functions, matrix, non-equivalent subtraction, identification of subjects, discrete Fourier transform.

Вступ. Розпізнавання образів – об'єктів, сигналів, ситуацій, явищ чи процесів – являє собою одну із найбільш розповсюджених задач, які людина розв'язує практично з першого і до останнього дня свого життя. Для розв'язування цієї задачі ми використовуємо свої потужні мозкові ресурси, вмикаючи одночасно, паралельно близько 7-8 мільярдів нейронів. Саме цей факт дає людині можливість практично миттєво впізнавати один одного, з великою швидкістю читати друковані та рукописні тексти тощо. Розпізнавання є задачею перетворення вхідної інформації, в якості якої доцільно використовувати деякі параметри, ознаки об'єктів, що розпізнаються у вихідну, яка є висновком про те, до якого класу відноситься даний образ. Зрозумілим є той факт, що для розпізнавання складних об'єктів та явищ потрібно створювати спеціальні системи розпізнавання для ідентифікації суб'єктів.

Однією з фундаментальних операцій комп'ютерної обробки інформації є дискретне перетворення Фур'є (ДПФ) [1, 10]. Ця операція лежить в основі технологій обробки сигналів, зокрема, зображень та звуків. ДПФ перетворює послідовність цифрових вимірів сигналу через певні проміжки часу в спектральне представлення сигналу у вигляді набору амплітуд та фаз синусоїд, сума яких його відтворює. Для сучасного етапу розвитку інформаційних технологій характерним є динамічне розширення інтерфейсу між зовнішнім світом та засобами комп'ютерної обробки інформації [2, 9].

З розвитком цифрової техніки змінилися способи зберігання та оброблення даних. Наразі, домінуючу роль в процесі комп'ютерної обробки інформації відіграють засоби цифрової обробки сигналів, в основі яких лежить ДПФ. Це означає, що коло застосування ДПФ розширюється з кожним роком, як і вимоги до якості перетворення. Потужний імпульс використанню ДПФ надає розповсюдження систем відео нагляду та ідентифікації суб'єктів. Ці системи широко використовуються в технологічних процесах, системах регулювання, а також, є технічною основою боротьби з проявами тероризму. Окрім того, для більшості застосувань ДПФ, дані, які обробляються, носять конфіденційний характер. Тому важливою є ідентифікація суб'єктів в системах захисту інформації.

Характерним для таких систем є те, що вони працюють у реальному часі, а це диктує вимоги щодо швидкості реалізації ДПФ. Таким чином, важливою проблемою є пошук резервів для підвищення ефективності та прискорення реалізації ДПФ. Одним із таких резервів є можливість використання ДПФ в логіко-часовому середовищі [3, 6].

Основні задачі побудови систем розпізнавання образів для ідентифікації об'єктів в системах захисту інформації. Розглянемо основні задачі, які виникають в процесі побудови систем розпізнавання образів для ідентифікації об'єктів в системах захисту інформації.

Задача 1. Задача полягає у детальному та ретельному вивченні об'єктів, для розпізнавання яких проєктується дана система. Її мета – встановити особливості об'єктів, що вивчаються.

Задача 2. Полягає у проведенні класифікації об'єктів та явищ. Основне в даній задачі – вибір потрібного принципу класифікації. Останній визначається вимогами, що висувуються до системи розпізнавання і які залежать від того, які рішення будуть прийматись за результатами розпізнавання.

Задача 3. Ця задача полягає у складанні словника ознак, що використовується для апріорного опису кожного невідомого об'єкта чи явища. При розробці словника ознак потрібно пам'ятати про певні обмеження. По-перше, в словник можуть бути включені лише ті ознаки, відносно яких може бути отримана апріорна інформація, достатня для опису класів на мові цих ознак. По-друге, не доцільно включати до словника усі ознаки.

Задача 4. Задача полягає у описі класів об'єктів мовою ознак. Вона не має однозначного розв'язку і в залежності від обсягу апріорної інформації для її розв'язування можуть бути використані методи безпосередньої обробки вхідних даних, навчання чи самонавчання.

Задача 5. Задача полягає у розробці алгоритмів розпізнавання, що забезпечують віднесення об'єкту чи явища до того чи іншого класу.

Задача 6. Задача полягає у розробці спеціальних алгоритмів керування роботою системи. Їх призначення полягає в тому, щоб процес функціонування системи розпізнавання був оптимальним та обраний критерій якості цього процесу досягав екстремального значення.

Задача 7. Задача полягає у виборі показників ефективності системи розпізнавання та оцінки їх значень.

Сучасний розвиток суспільства пов'язаний з необхідністю збору та обробки великих об'ємів інформації. Саме ефективна і своєчасна обробка інформації та розпізнавання образів є однією з найважливіших науково-технічних проблем створення систем розпізнавання зображень на рівні людського сприйняття та мислення.

Мета роботи. Метою даної статті є розгляд можливості ефективного використання ДПФ в логіко-часовому середовищі для ідентифікації об'єктів в системах захисту інформації.

Математичні перетворення розпізнавання зображень із виділенням ознак в логіко-часовому середовищі. Одним із шляхів розпізнавання зображень є спосіб виділення ознак [4, 6], в якому при допомозі нових математичних операцій виділення спільних амплітудно-часових частин та ієрархічного додавання досягаються паралельна обробка усієї поверхні та створення неявно виражених ознак різних типів. Зокрема цей спосіб можна використовувати для ідентифікації та розпізнавання двовимірних та тривимірних зображень.

Ідентифікація зображень складається з результатів аналізу описів ознак з геометричними даними об'єкта. Структурно-символьний опис містить відомості про тип і форму, положення й орієнтацію об'єкта в полі зору відеодатчика. Для підвищення оперативності і якості такого розпізнавання необхідно вводити геометричні ознаки, які можна сформувати із силуетного контура зображення.

Розпізнавання зображення відбувається на якісно новому рівні шляхом генерації неявно виражених характерних ознак з організацією еволюціонуючої бази знань та врахуванням впливу цих ознак одна на одну та на вихідну функцію, яка може описувати характеристики реального об'єкта, не залежно від типу вхідного сигналу.

В якості такої функції використано логіко-часову функцію (ЛЧФ) [3], яка є подальшим розвитком апарату векторно-перемикаючих функцій Рабиновича З. Л. [5]. В апараті ЛЧФ використовується період існування аргументу T_i , особливості k -значної логіки, момент початку відрізка існування t_i . Оскільки за носія інформації ЛЧФ використовує час, то з'являється можливість перетворення будь-якого набору вхідних сигналів на часові інтервали і отримання шляхом певної обробки на виході пристрою деякого інтегрального показника, за допомогою якого можна ідентифікувати як стаціонарні зображення, так і об'єкти в динаміці.

У способі розпізнавання зображень з виділенням ознак паралельно проєктують зображення та перетворюють всі параметри об'єкта у ЛЧФ [4, 7]. Обробка отриманої системи ЛЧФ відбувається одночасно по кількісним та якісним каналам. При цьому в каналах якісної обробки з ЛЧФ синтезують відповідні ознаки об'єкта, а в каналах кількісної обробки з ЛЧФ формують комутаційні коди ознак. За результатами обробки ЛЧФ формують цільовий кодер. На основі синтезованих ознак та цільового кодера формують ідентифікаційну ЛЧФ. Розпізнають зображення шляхом порівняння отриманої ідентифікаційної ЛЧФ з еталонними зразками бази знань. За умови неповного розпізнавання зображення здійснюється розширення бази знань, шляхом запису отриманого результату порівняння в пам'ять бази в якості нового еталонного зразка та визначення найбільш близького до отриманого еталонного зразка.

Спосіб розпізнавання зображень з виділенням ознак здійснюється за допомогою способу паралельного складання на основі виділення спільної амплітудно-часової частини для усіх сигналів, які надходять, не залежно від їх типу. Під спільною амплітудно-часовою частиною розглядається мінімальний відрізок існування ЛЧФ з однаковою амплітудою. Спочатку всі сигнали підлягають попередній обробці у вхідному блоці 1 (рис. 1), під час якої відбувається перетворення сигналу у ЛЧФ. Потім виділяють одночасно декілька спільних амплітудно-часових частин, які характеризують ознаки зображення у вигляді фізичних розмірностей та якісних характеристик зображення. В блоці 2 відбувається аналіз якісних характеристик сигналів, за допомогою якого відбувається розподіл вхідної інформації на два канали: якісний канал 3 та кількісний канал 4; обробка даних в цих каналах проводиться паралельно і в результаті отримуються ЛЧФ. Операція синтезу ознак містить в собі ієрархічне додавання згідно з ієрархіч-

ною структурою, яка формується у відповідності з конкретними вимогами, що висуваються до розпізнавання зображень. В блоці 5 формується цільовий кодер, який в результаті виконання спеціальних операцій модифікується у ідентифікаційну ЛЧФ. Кожну нову ідентифікаційну ЛЧФ аналізують та порівнюють в 6-му блоці з еталонними зразками бази знань.

Експериментальна ідентифікація складається з аналізу отриманої ключової функції на інформативність, визначення найбільш близького еталону з метою з'ясування типу зображення та визначення можливих варіантів розширення бази знань за ступенем наближення отриманого результату до еталону з подальшим емпіричним уточненням.

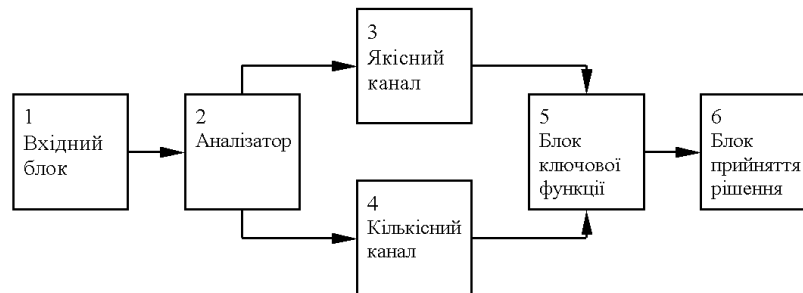


Рис. 1 – Схема розпізнавання зображень

Для аналізу інформації у логіко-часових середовищах та аналітичного представлення ідентифікаційної ЛЧФ було запропоновано [4] математичний апарат, що описує операції над ЛЧФ і за допомогою якого було доведено можливість паралельної обробки даних, які представлені за допомогою апарату ЛЧФ. Для розширення можливостей розпізнавання зображень у логіко-часовому середовищі, розглянуто спеціальні операції над ЛЧФ, які базуються на введеному понятті Δ -розбиття, що дозволило перейти від аналогового представлення ЛЧФ до дискретного. Зокрема, для покращення можливостей виділення контурів зображення введено операцію диференціювання ЛЧФ та доведено основні властивості цієї операції, які дозволяють: розробити класифікацію ознак об'єктів; підвищити швидкість обробки зображень шляхом незалежної обробки окремих його фрагментів; розробити методи апаратного визначення похідної ЛЧФ для виділення контуру зображення.

Виділено три класи ЛЧФ k -значної логіки, які замкнуті відносно операцій диференціювання та нерівнозначного віднімання. За теоремою А.В. Кузнецова доведено базову функціональну повноту системи ЛЧФ k -значної логіки. Перерахуємо вказані класи ЛЧФ: клас ЛЧФ, що між двома нулями приймають стале значення ($f(t, t_1, T_1, a_1)$, де t – поточне значення часу, t_1 – часова координата, T_1 – тривалість відрізка існування, a_1 – амплітуда, $a_1 = \overline{0, k-1}$, $T_1 \neq t_{k+1} - t_k$); клас ЛЧФ, які мають m часових координат, причому їх відрізки існування не перетинаються ($f(t, t_1, \dots, t_m, T_1, \dots, T_m, a_1, \dots, a_m)$, $a_i = \overline{0, k-1}$, $i = \overline{0, m}$); клас монотонних функцій (ЛЧФ $f(t, t_1, \dots, t_m, T_1, \dots, T_m, a_1, \dots, a_m)$ називається зростаючою (спадною) ЛЧФ, якщо часові координати, починаючи з другої, утворюються за допомогою першої часової координати та відповідних тривалостей відрізків існування

$$t_i = t_1 + \sum_{j=1}^{i-1} T_j,$$

$i = \overline{2, m}$ і справедлива нерівність $a_i < a_{i+1}$ ($a_i > a_{i+1}$), $i = \overline{1, m}$.)

Ще однією формою аналізу логічних даних, знаходження якісних і кількісних ознак є дискретне перетворення Фур'є (ДПФ) [9, 10]. Це потужний засіб дослідження сигналів різної фізичної природи. Теоретичний та практичний інтерес до цього перетворення з роками не зменшується, оскільки воно застосовується у різноманітних галузях науки та техніки.

Розвиток апарату ДПФ в теорії логіко-часових функцій дозволить використати його для ефективного розв'язування задач розпізнавання властивостей та належності ЛЧФ до заданого класу та для синтезу і аналізу дискретних пристроїв.

Найбільш перспективно реалізувати це перетворення у логіко-часовому базисі, застосувавши матричну форму представлення ЛЧФ, яка ґрунтується на введеному понятті Δ -розбиття [4, 8].

Нехай маємо деяку ЛЧФ k -значної логіки $f(t, t_1, t_2, \dots, t_k, T_1, T_2, \dots, T_k, a_1, a_2, \dots, a_k)$, де t_1, \dots, t_m – часові координати; T_1, \dots, T_m – відповідні відрізки існування; a_1, \dots, a_m – амплітуди, що відповідають даним відрізкам існування; яка розглядається на деякому часовому проміжку $[t_i, t_{i+1}]$.

Усі тривалості часових інтервалів T_i , $i = \overline{1, k}$ можна виразити в Δ -інтервалах, тому:

а) якщо $t_{i+1} - t_i = mn\Delta_i$, то

$$F = \begin{pmatrix} \underbrace{a_1 \ a_1 \dots a_1}_{T_1 \text{ раз}} & \underbrace{a_2 \ a_2 \dots a_2}_{T_2 \text{ раз}} & & \\ \dots & \dots & & \\ \dots & & \underbrace{a_k \ a_k \dots a_k}_{T_k \text{ раз}} & \end{pmatrix}_{m \times n}.$$

б) якщо $t_{i+1} - t_i = p\Delta_i$ та $p < mn\Delta_i$, то

$$F = \begin{pmatrix} p \left\{ \begin{array}{cc} \underbrace{a_1 \ a_1 \dots a_1}_{T_1 \text{ раз}} & \underbrace{a_2 \ a_2 \dots a_2}_{T_2 \text{ раз}} \\ \dots & \dots \\ \underbrace{a_{k-1} \ a_{k-1} \dots a_{k-1}}_{T_{k-1} \text{ раз}} & \underbrace{a_k \ a_k \dots a_k}_{T_k \text{ раз}} \end{array} \right. \\ m-p \left\{ \dots \right. \\ \left. \begin{array}{cc} * \ * \dots * \ * \ * \dots * \\ * \ * \dots * \ * \ * \dots * \end{array} \right. \end{pmatrix}_{m \times n},$$

де символ “*” може набувати довільне із значень від 0 до $k-1$, яке обирається з огляду на поставлену задачу.

Пара ДПФ у базисі B_n визначається матричним співвідношенням виду:

$$F = B_n T; T = B_n^{-1} F,$$

де у першому виразі T – вектор вихідних даних розмірності n , який піддається перетворенню;

F – вектор результату (спектр сигналу) тієї ж розмірності; B_n – квадратна матриця перетворень розмірності n .

У другому виразі F – вектор вихідних даних; B_n^{-1} – матриця, обернена до матриці перетворень; T – спектр сигналу.

Використання рядів Фур’є, які дозволяють виконувати згортку функцій є одним із потужних методів обробки зображень.

Априорне переконання в тому, що ряд Фур’є інтегрованої функції реалізує поточкове представлення цієї функції базується на співвідношеннях ортогональності. Як можна переконатись, це співвідношення виконується для рядів Фур’є достатньо гладких функцій. Однак ці вимоги не виконуються для функцій із більш широких класів. Але можна досягти цікавих результатів замінюючи поняття збіжності ряду можливістю підсумовування. Варто додати, що аналогічні питання виникають і при тлумаченні диференціювання, оскільки поточкове диференціювання, якщо не робити обмежень на клас функцій, також не завжди ефективне в якості технічного апарату.

Для розвинення ЛЧФ в ряд, подібний до ряду Фур’є будемо використовувати оператор узагальненого інтегрування:

$$\int_m (f_i \omega_i) dt,$$

де f_i – інформація, що міститься в i -му визначнику; m – кількість отриманих функцій; ω_i – вагові коефіцієнти функцій систем визначників; \int_m – узагальнений

оператор інтегрування.

Підінтегральні функції представляються у матричній формі і їх множення це є логічний кон’юнктивний добуток матриць (логічним кон’юнктивним добутком матриць X_n та Y_n назива-

ється матриця $X_n Y_n (\wedge)$, кожен елемент якої обчислюється за формулою $\bigwedge_{i=1}^n x_{il} y_{ij}$, $i, j = \overline{1, n}$).

Зрозуміло, що довільна ЛЧФ та її інверсія є ортогональними функціями, оскільки

$$\int_m g(t) \cdot \overline{g}(t) dt = 0.$$

Зауваження.

Для спрощення записів довільну логіко-часову функцію $g(t, t_1, t_2, \dots, t_k, T_1, T_2, \dots, T_k, a_1, a_2, \dots, a_k)$, будемо позначати $g(t)$.

Нехай $f(t, t_1, t_2, \dots, t_k, T_1, T_2, \dots, T_k, a_1, a_2, \dots, a_k)$ – довільна інтегрована функція. Тоді коефіцієнтами Фур’є відносно логіко-часових функцій k -значної логіки називаються функції

$$C_k = \int_m g(t) \cdot f(t) \cdot \overline{g}(t) dt,$$

де $g(t), \overline{g}(t)$ – базис перетворення.

Для довільної інтегрованої ЛЧФ можна обчислити коефіцієнти Фур’є та скласти відповідний ряд:

$$\sum_{k=1}^{\infty} g(t) \cdot C_k \cdot \overline{g}(t).$$

Оскільки можливих класів ЛЧФ k -значної логіки є три, то для кожного класу формується свій базис перетворення.

$$g(t, t_1, \Delta_i, a_1) = \begin{cases} 0, & t < t_1; \ t > t_1 + \Delta_i \\ a_1, & t_1 < t < t_1 + \Delta_i \end{cases}$$

та її інверсія.

Висновки. Застосування рядів та перетворення Фур’є для ЛЧФ можливе при використанні матричної форми представлення ЛЧФ. При цьому для кожного класу k -значної ЛЧФ необхідно формувати свій базис перетворення. Даний підхід, по суті, реалізує потокове шифрування даних, а також дешифрування отриманих результатів. Головною перевагою цього підходу є простота операцій шифрування та дешифрування, що забезпечує низький рівень витрат обчислювального часу на виконання операцій, пов’язаних із захистом інформації. Ефективність ДПФ в логіко-часовому середовищі характеризується зменшенням обчислювальної складності та рівнем захищеності вихідних даних та результатів перетворення.

Список літератури:

1. Смит, С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников [Текст] / С. Стивен. – Москва: Додэка XXI. – 2008. – 720 с.
2. Марковський, О. П. Захищена реалізація захисту зображень в GRID – системах [Текст] / О. П. Марковський, М. В. Невдащенко, А. М. Білашевська // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2014. – № 61. – С. 103–109.

3. Кожем'яко, В. П. Функциональные элементы и устройства оптоэлектроники [Текст] / В. П. Кожем'яко, Л. И. Тимченко, Г. Л. Лысенко, Ю. Ф. Кутаев. – Киев: УМК ВО, 1990. – 251 с.
4. Сачанюк-Кавецька, Н. В. Елементи око-процесорної обробки зображень у логіко-часовому середовищі [Текст]: монографія / Сачанюк-Кавецька, Н. В. Кавецька, В. П. Кожем'яко. – Вінниця: Універсум, 2004. – 135 с.
5. Рабинович, З. Л. Основы теории элементарных структур ЭВМ [Текст] / З. Л. Рабинович. – Москва: Радио и связь, 1982. – 280 с.
6. Кожем'яко, В. П. Паралельно-ієрархічне перетворення як системна модель оптико-електронних засобів штучного інтелекту [Текст]: монографія / В. П. Кожем'яко, Ю. Ф. Кутаєв, С. В. Свєчніков, Л. І. Тимченко, А. А. Яровий. – Вінниця: Видавництво Вінницького національного технічного університету, 2003. – 324 с.
7. Сачанюк-Кавецька, Н. В. Некоторые вопросы теории взаимодействия логико-временных функций [Текст] / Сачанюк-Кавецька Н. В. // Электронное моделирование. – 2001. – Т. 23, № 5.
8. Панасенко, С. П. Алгоритмы шифрования: специальный справочник [Текст] / С. П. Панасенко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 576 с.
9. Bianchi, T. On the implementation of the Discrete Fourier transform in the encrypted domain [Text] / T. Bianchi, A. Piva, M. Barni // 2008 IEEE transactions on information forensics and security, 2009. – P. 86–97. doi: [10.1109/icassp.2008.4517970](https://doi.org/10.1109/icassp.2008.4517970)
10. Брэй, Б. Микропроцессоры Intel: 8086/8088, 80186/80188, 80286, 80386, 80486, Pentium, Pentium Pro Processor, Pentium 4. Архитектура, программирование, интерфейсы [Текст] / Б. Брэй. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, – 2005. – 1328 с.

Bibliography (transliterated):

1. Smit, S. (2008). Cifrovaja obrabotka signalov. Prakticheskoe rukovodstvo dlja inzhenerov i nauchnyh rabotnikov. Moscow: Dodjeka HHI, 720.
2. Markovskiy, O. P., Nevdashchenko, M. V., Bilashevskaya, A. M. (2014). Zakhyschena realizatsiia zakhystu zobrazhen v GRID-systemakh. Visnyk NTUU «KPI». Informatyka, upravlinnia ta obchysliuvanna tekhnika, 61, 103–109.
3. Kozhem'jako, V. P., Timchenko, L. I., Lysenko, G. L., Kutaev, Ju. F. (1990). Funkcional'nye jelementy i ustrojstva optoelektroniki. Kyiv: UMK VO, 251.
4. Sachaniuk-Kavetska, N. V., Kozhem'iako, V. P. (2004). Elementy oko-protsesornoj obrobky zobrazhen u lohiko-chasovomu seredovyshchi. Vinnytsia: Universum, 135.
5. Rabinovich, Z. L. (1982). Osnovy teorii jelementnyh struktur JeVM. Moscow: Radio i svjaz', 280.
6. Kozhem'jako, V. P., Kutaiev, Iu. F., Sviechnikov, S. V., Tymchenko, L. I., Yarovy, A. A. (2003). Parallelnoi-ierarkhichne peretvorennia yak systemna model optyko-elektronnykh zasobiv shtuchnoho intelektu. Vinnytsia: Vydavnytstvo Vinnytskoho natsionalnogo tekhnichnogo universytetu, 324.
7. Sachanjuk-Kaveckaja, N. V. (2001). Nekotorye voprosy teorii vzaimodejstvija logiko-vremennyh funkcij. Jelektronnoe modelirovanie, 23 (5).
8. Panasenko, S. P. (2009). Algoritmy shifrovaniya : special'nyj spravochnik. Saint Petersburg: BHV-Peterburg, 576.
9. Bianchi, T., Piva, A., Barni, M. (2009). On the implementation of the Discrete Fourier transform in the encrypted domain. 2008 IEEE transactions on information forensics and security, 86–97. doi: [10.1109/icassp.2008.4517970](https://doi.org/10.1109/icassp.2008.4517970)
10. Brzej, B. (2005). Mikroprocessory Intel: 8086/8088, 80186/80188, 80286, 80386, 80486, Pentium, Pentium Pro Processor, Pentium 4. Arhitektura, programmirovaniye, interfejsy. Saint Petersburg: BHV-Peterburg, 1328.

Надійшла (received) 07.11.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Підвищення ефективності обробки інформації для ідентифікації суб'єктів в системах контролю доступу за допомогою перетворення Фур'є/ Н. В. Сачанюк-Кавецька// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.63–67. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Повышение эффективности обработки информации для идентификации субъектов в системах контроля доступа с помощью преобразования Фурье/ Н. В. Сачанюк-Кавецкая// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.63–67. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Improving the efficiency of information processing for the identification of subjects in access control systems with the help of Fourier transform/ N. Sachaniuk-Kavets'ka//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2016. – No 50 (1222).– P.63–67. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2079-5459.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Сачанюк-Кавецька Наталія Василівна – кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри «Вищої математики» та кафедри «Менеджменту безпеки інформаційних систем»; Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, 21021; e-mail: sachanuk@ya.ru.

Сачанюк-Кавецька Наталія Васильевна – кандидат технических наук, Винницкий национальный технический университет, доцент кафедры “Высшей математики» и кафедры «Менеджмента безопасности информационных систем»; Хмельницкое шоссе, 95, г. Винница, Украина, 21021; e-mail: sachanuk@ya.ru.

Sachaniuk-Kavets'ka Natalya – PhD, associate professor, Vinnytsia National Technical University; Khmelnytske shose, 95, Vinnytsia, Ukraine, 21021; e-mail: sachanuk@ya.ru.