

$$P_k = \frac{k_{wk}}{\sum_{k=1}^K k_{wk}}, \quad k = 1 \dots K. \quad (8)$$

Умовна ймовірність зруйнування об'єктів k -го типу на ділянці мережі шляхів руху визначається як

$$\varepsilon_k = \frac{N_k \cdot I_k}{\sum_{k=1}^K N_k \cdot I_k}. \quad (9)$$

Висновок. Запропонована удосконалена часткова методика дає змогу визначити ймовірність здійснення своєчасного маневру із врахуванням очікуваного часу маневру підрозділів під час протидії ДРС противника, на відміну від існуючих, враховує ухил перевищень місцевості, дорожні умови (наявність шляхів із ґрунтовим покриттям, ширина проїжджої частини), очікуваний обсяг завдань із подолання перешкод, визначення якого здійснюється на підґрунті використання показника відносних трудовитрат на руйнування та відновлення дорожніх об'єктів на шляхах маневру у визначеній смузі (районі).

Література

1. Бызов Б.Е. Военная топография / Б.Е. Бызов, А.Н. Коваленко, А.Ф. Лахин. – М. : Воениздат, 1980. – 224 с.
2. Поляков И.С. Подготовка и содержание путей движения войск : учебник. – Ч. I. Теоретические основы оценки условий движения войск и подготовки путей. – М. : Воениздат, 1985. – 187 с.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М. : Изд-во "Советское радио", 1972. – 552 с.

Андрейченко Г.И. Усовершенствование частичной методики определения своевременности маневра

Предложена усовершенствованная частичная методика определения своевременности маневра, которая позволяет определить вероятность осуществления своевременного маневра с учетом ожидаемого времени маневра подразделений при противодействии ДРС противника, в отличие от существующих, учитывает уклон превышений местности, дорожные условия (наличие путей с ґрунтовым покрытием, ширина проезжей части), ожидаемый объем задач по преодолению препятствий, определение которого осуществляется на основе использования показателя относительных трудовых затрат на разрушение и восстановление дорожных объектов на путях маневра в определенной полосе (районе).

Ключевые слова: маневр, дорожные условия, наличие путей, ширина проезжей части, разрушение и восстановление дорожных объектов.

Andriychenko H.I. Improvement of fractional method of manoeuvre timeliness determination

The article presents improved fractional method of manoeuvre timeliness determination which allows determining probability of timely manoeuvre taking into account time estimated for unit manoeuvre when counteracting sabotage-reconnaissance groups, and, unlike others, considers slope of terrain elevations, road conditions (roads with base coat, traffic way width), estimated tasks of obstacle breaching, determination of which is made using parameter of relative labour inputs on destruction and recovery of road objects on the manoeuvre path in designated area.

Keywords: manoeuvre, road conditions, routes availability, traffic way width, and recovery of road objects.

УДК 004.94 Асист. А.Б. Горкуненко; проф. С.А. Лупенко, д-р техн. наук – Тернопільський НТУ ім. Івана Пулюя

ОБҐРУНТУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ І ПРОГНОСТИЧНИХ ОЗНАК В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЦИКЛІЧНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Обґрунтовано діагностичні та прогностичні ознаки в інформаційних системах аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів на базі теорії циклічних випадкових функцій, що дало змогу забезпечити мінімальність за обсягом та повнотою за інформативністю діагностичних і прогностичних ознак, за якими здійснюється оцінювання, діагностика та прогнозування стану досліджуваних економічних процесів у системах підтримки прийняття економічних рішень.

Ключові слова: аналіз, прогнозування, циклічний економічний процес, діагностичні та прогностичні ознаки.

Вступ. Розроблення і впровадження математичних моделей, методів та засобів аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів розглянуто у значній кількості праць [1-7]. Існуючі інформаційні технології моделювання, аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів ґрунтуються на детермінованому та стохастичному підходах, на підходах з використанням нейронних мереж, теорії МГУА, інтервальних моделей та нечіткої математики.

У роботі [8] проведено порівняльний аналіз математичних моделей циклічних економічних процесів, які лежать в основі відповідних інформаційних технологій та систем їх аналізу, прогнозування. Проведений аналіз вказує на перспективність створення інформаційної технології моделювання, аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів на базі теорії циклічних випадкових функцій [9].

Основними вимогами, які висувуються до інформаційних технологій та систем моделювання, аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів, з одного боку, є висока точність, достовірність, інформативність, а з іншого – низька обчислювальна складність їх функціонування, що до деякої міри є суперечливими вимогами. У цьому контексті слухним є проведення обґрунтування діагностичних та прогностичних ознак в інформаційних системах аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів на базі теорії циклічних випадкових функцій, що дасть змогу забезпечити мінімальність за обсягом та повнотою за інформативністю діагностичних та прогностичних ознак, за якими здійснюється оцінювання, діагностика та прогнозування стану економічних циклічних процесів у системах підтримки прийняття економічних рішень.

Мета роботи. Обґрунтувати діагностичні та прогностичні ознаки в інформаційних системах аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів на базі теорії циклічних випадкових функцій.

Основна частина. Для моделювання, аналізу та прогнозування сукупності N взаємопов'язаних циклічних економічних процесів у роботі [9] розроблено їх адитивну модель:

$$Y_N(\omega, t) = F_N(t) + \Theta_N(\omega, t), \quad \omega \in \Omega, t \in W, \quad (1)$$

де: $F_N(t) = \left\{ f_i(t) = \sum_{n=0}^N c_n \cdot t^n, i = \overline{1, N}, t \in W \right\}$ – вектор детермінованих поліноміальних функцій, що описує сукупність трендових складових, а вектор випадкових процесів $\Theta_N(\omega, t) = \left\{ \xi_i(\omega, t), i = \overline{1, N}, \omega \in \Omega, t \in W \right\}$ є вектором циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів, який згідно з роботами С.А. Лупенка має означення.

Означення 2. Вектор $\Theta_N(\omega, t)$ циклічних випадкових процесів $\left\{ \xi_i(\omega, t), i = \overline{1, N}, \omega \in \Omega, t \in W \right\}$ будемо називати вектором циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів, а самі циклічні процеси – ритмічно пов'язаними, якщо існує така функція $T(t, n)$, яка задовольняє умовам функції ритму, що скінченновимірні вектори $\left\{ \xi_{i_1}(\omega, t_1), \xi_{i_2}(\omega, t_2), \dots, \xi_{i_k}(\omega, t_k) \right\}$ та $\left\{ \xi_{i_1}(\omega, t_1 + T(t_1, n)), \xi_{i_2}(\omega, t_2 + T(t_2, n)), \dots, \xi_{i_k}(\omega, t_k + T(t_k, n)) \right\}$ $n \in Z, i_1, \dots, i_k = \overline{1, N}$, де $\{t_1, \dots, t_k\}$ – множина сепарабельності вектора $\Theta_N(\omega, t)$, при всіх цілих $k \in N$ є стохастично еквівалентними у широкому розумінні.

Областю визначення моделі (1) є декартовий добуток множин W та Ω , де $W \in$ впорядковану дискретною $W = D = \{t_{ml} \in R, m \in Z, l = \overline{1, L}, L \geq 2\}$ множиною або множиною $W = R$ дійсних чисел, що відображає часову змінну, а множина $\Omega \in$ множиною елементарних випадкових подій. Якщо множина $W = D \in$ дискретною, то для її елементів спостерігаємо такий тип лінійного упорядкування: $t_{m_1 l_1} < t_{m_2 l_2}$, якщо $m_2 > m_1$, або якщо $m_2 = m_1, l_2 > l_1$, в інших випадках $t_{m_1 l_1} > t_{m_2 l_2}$ ($m_1, m_2 \in Z, l_1, l_2 \in \overline{1, L}, 0 < t_{m, l+1} - t_{m, l} < \infty$).

Сумісні k -вимірні функції розподілу вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів є інваріантними за сукупністю часових аргументів, а саме:

$$F_{k_{\xi_{i_1} \dots \xi_{i_k}}} (x_1, \dots, x_k; t_1, \dots, t_k) = F_{k_{\xi_{i_1} \dots \xi_{i_k}}} (x_1, \dots, x_k; t_1 + T(t_1, n), \dots, t_k + T(t_k, n)),$$

$$k \in N, n \in Z, i_1, \dots, i_k = \overline{1, N}, t_1, \dots, t_k \in W, x_1, \dots, x_k \in R. \quad (2)$$

Множина функцій $\Gamma = \{y(t, n) = t + T(t, n), n \in Z\}$ є циклічною розривною зліченною групою перетворень (стосовно операції суперпозиції цих перетворень), де функція $T(t, n)$, яку названо функцією ритму, задовольняє таким умовам:

1. а) $T(t, n) > 0$, якщо $n > 0$ ($T(t, 1) < \infty$);
 - б) $T(t, n) = 0$, якщо $n = 0$;
 - в) $T(t, n) < 0$, якщо $n < 0, t \in W$. (3)
2. Для будь-яких $t_1 \in W$ та $t_2 \in W$, для яких $t_1 < t_2$, для функції $T(t, n)$ виконується суворая нерівність:
- $$T(t_1, n) + t_1 < T(t_2, n) + t_2, \forall n \in Z. \quad (4)$$

3. Функція $T(t, n)$ є найменшою за модулем ($|T(t, n)| \leq |T_\gamma(t, n)|$) серед усіх таких функцій $\{T_\gamma(t, n), \gamma \in \Gamma\}$, які задовольняють умови (3) та (4).

Згідно з роботою [9], першим етапом аналізу сукупності взаємопов'язаних циклічних економічних процесів є процедура оцінювання трендових складових $\{f_i(t), i = \overline{1, N}, t \in W\}$ та сукупності циклічних компонент $\{\xi_i(\omega, t), i = \overline{1, N}, \omega \in \Omega, t \in W\}$, що дає змогу проводити їх аналіз та прогнозування окремо. Цю задачу розв'язували за допомогою методу найменших квадратів, трендову криву вибирали з класу поліномів третього порядку, тобто $f_i(t) = c_{0i} + c_{1i} \cdot t + c_{2i} \cdot t^2 + c_{3i} \cdot t^3, t \in W$.

Циклічні компоненти визначали шляхом віднімання трендових складових із компонент вектора $Y_N(\omega, t)$, а саме:

$$\xi_i(\omega, t) = y_i(\omega, t) - f_i(t), i = \overline{1, N}, \omega \in \Omega, t \in W. \quad (5)$$

Згідно з роботою [9], реалізацію статистичної оцінки математичного сподівання i -ї компоненти вектора $\Theta_N(\omega, t)$ обчислюють за формулою

$$\hat{m}_{\xi_i}(t) = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} \xi_{i\omega}(t + T(t, n)), t \in W_{c_1} = [\tilde{t}_1, \tilde{t}_2], \quad (6)$$

де: M – кількість зареєстрованих циклів, а W_{c_1} – область визначення першого циклу економічного процесу. Реалізація статистичної оцінки змішаної центральної моментної функції порядку $p = \sum_{j=1}^k R_j$:

$$\hat{r}_{p_{\xi_{i_1} \dots \xi_{i_k}}}(t_1, \dots, t_k) = \frac{1}{M - M_1} \sum_{n=0}^{M - M_1} (\xi_{i_1\omega}^{R_1}(t_1 + T(t_1, n)) - \hat{m}_{\xi_{i_1}}(t_1 + T(t_1, n)))^{R_1} \dots$$

$$(\xi_{i_k\omega}^{R_k}(t_k + T(t_k, n)) - \hat{m}_{\xi_{i_k}}(t_k + T(t_k, n)))^{R_k}, t_1 \in W_{c_1}, t_2, \dots, t_k \in \bigcup_{m=1}^{M_1} W_{c_m}, i_1, \dots, i_k = \overline{1, N}. \quad (7)$$

При $p = 2$ та $k = 2$, функція $r_{2_{\xi_{i_1} \xi_{i_2}}}(t_1, t_2), t_1 \in W_{c_m}, t_2 \in W$ є взаємною кореляційною функцією циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів $\xi_{i_1}(\omega, t)$ та $\xi_{i_2}(\omega, t)$ на області $W_{c_m} \times R$. У формулі (7) множина W_{c_m} є областю визначення m -го циклу досліджуваного економічного процесу, а M_1 – кількість економічних циклів, у рамках яких набувають значення аргументи t_2, \dots, t_k .

Отже, аналіз та прогнозування циклічних економічних процесів на базі моделі (1) ґрунтується на оцінюванні трендових складових $F_N(t) = \left\{ f_i(t) = \sum_{n=0}^N c_n \cdot t^n, i = \overline{1, N}, t \in W \right\}$ та ймовірнісних характеристик вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів $\Theta_N(\omega, t)$. Статистичне оцінювання цілого спектра ймовірнісних характеристик (початкових, центральних та змішаних моментних функцій, функцій розподілу вищих порядків) вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів $\Theta_N(\omega, t) \in$

обчислювально складною задачею, що потребує значних обчислювальних ресурсів. Однак, зважаючи на те, що на практиці дуже часто немає необхідності оцінювати такий широкий клас ймовірнісних характеристик, слушно вибрати мінімальний набір ймовірнісних характеристик, які несуть достатньо повну для задач аналізу та прогнозування інформацію.

З цією метою, використавши критерій згоди χ^2 з довірчою ймовірністю 0,95, встановлено несуперечність нормальному закону розподілу досліджуваних циклічних економічних процесів. Враховуючи встановлену несуперечність розподілу циклічних економічних процесів нормальному закону розподілу, слушним є проведення аналізу цих економічних процесів лише в рамках перших двох моментних функцій.

Отже, під час статистичного оцінювання характеристик сукупності взаємопов'язаних циклічних економічних процесів достатньо оцінити вектори коефіцієнтів трендових кривих, вектор їх математичних сподівань $M_{\xi}(t) = \{m_i(t), i = \overline{1, N}\} \quad t \in [0, T_1)$ та матрицю їх кореляційних функцій $R(t_1, t_2) = \{r_{ij}(t_1, t_2), i, j = \overline{1, N}\}$. На діагоналі матриці кореляцій $R(t_1, t_2)$, при $i = j$, будемо мати автокореляційні функції компонент вектора $\Theta_N(\omega, t)$, а при $i \neq j$ отримуємо взаємні кореляційні функції.

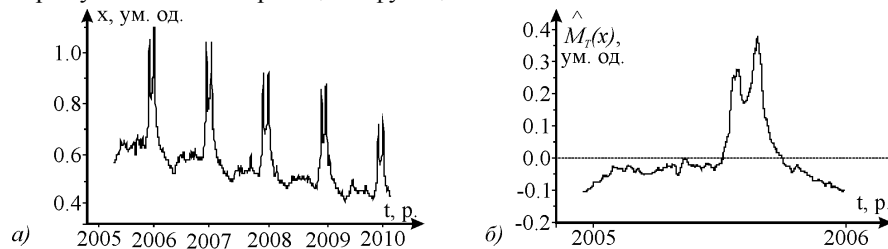


Рис. 1. Циклічний економічний процес та оцінка математичного сподівання його циклічної складової: а) індекс активності комп'ютерних та електронних показників США; б) оцінка математичного сподівання циклічної складової економічного процесу

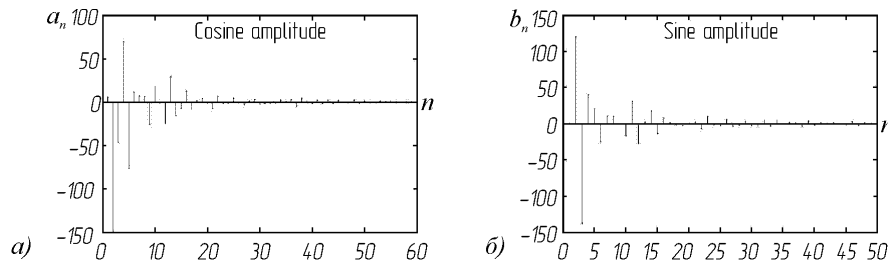


Рис. 2. Спектр оцінки математичного сподівання циклічної компоненти індексу активності комп'ютерних та електронних показників: косинусний спектр (а) та синусний спектр (б)

Застосувавши розклади статистичних оцінок вектора математичних сподівань та матриці кореляційних функцій циклічних економічних процесів

у ряди Фур'є (одновимірні та двовимірні ряди) та відкинувши ті складові рядів, які роблять у ці оцінки внесок менший як 5 % від енергії відповідних оцінок, істотно зменшено розмірність вектора діагностичних та прогностичних ознак. Як приклад, на рис. 1 подано реалізацію циклічного економічного процесу та оцінку його математичного сподівання. А на рис. 2 зображено косинусний та синусний спектри оцінки математичного сподівання циклічної компоненти індексу активності комп'ютерних та електронних показників.

На рис. 3 подано результати розкладів взаємної кореляційної функції двох взаємопов'язаних циклічних економічних процесів у двовимірний ряд Фур'є.

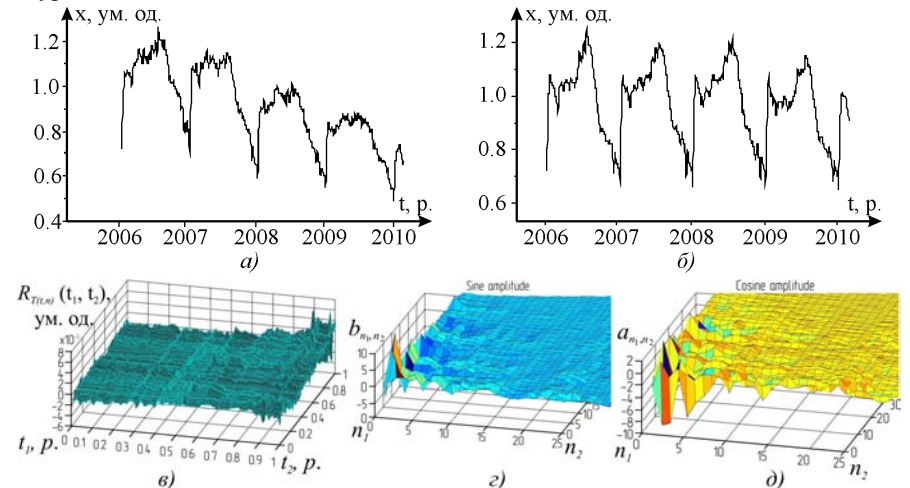


Рис. 3. Результати розкладів взаємної кореляційної функції двох взаємопов'язаних циклічних економічних процесів у двовимірний ряд Фур'є: взаємопов'язані циклічні економічні процеси (індекс активності нерухомого майна США (а) та індекс реального доходу США (б)), їх взаємна кореляційна функція (в), двовимірний синусний спектр (г) та двовимірний косинусний спектр (д)

Висновки. Обґрунтовано мінімальний набір діагностичних та прогностичних ознак для аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів, що дало змогу істотно зменшити вимоги до обчислювальних ресурсів для функціонування систем підтримки прийняття економічних рішень.

Література

1. Евсеев А.П. Экстраполяция (прогнозирование) пространственно– временных рядов на основе спектральных представлений / А.П. Евсеев, Д.А. Евсеев, В.В. Баданов // Вестник ННГУ. – 2004. – Вып. 1(2). – С. 249–255.
2. Дмитрусенко К.О. Возможности использования Вейвлет-анализу для моделирования динамики финансовых рынков / К.О. Дмитрусенко // Научно-технический сборник. – 2010. – № 96. – С. 404–409.
3. Slutskii E. The summation of random causes as the source of cyclic processes / E. Slutskii // Econometrica. – 1927[1937]. – Vol. 5, № 3. – pP. 105–106.
4. Ghysels E. On the periodic structure of the business cycle / E. Ghysels // Journal of Business & Economic Statistics. – 1994. – Vol. 12, № 3. – P. 289–298.

5. Царук О.В. Статистичне прогнозування державного боргу України на основі процесів Бокса-Дженкінса / О.В. Царук // Проблеми статистики : зб. наук. праць. – 2007. – Вип. 8. – С. 247–253.

6. Соловьева Ю.С. Моделирование экономических процессов с применением нейросетевых технологий / Ю.С. Соловьева, Т.И. Грекова // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 1(6). – С. 49–59.

7. Савченко Є.А. Застосування МГУА для прогнозування індексу розвитку людського потенціалу України / Є.А. Савченко, А.Г. Кондирівна, О.В. Директоренко // Індуктивне моделювання складних систем. – 2011. – № 3. – С. 183–190.

8. Горкуненко А.Б. Порівняльний аналіз математичних моделей циклічних економічних процесів в інформаційних системах підтримки прийняття економічних рішень / А.Б. Горкуненко, С.А. Лупенко, Г.М. Осухівська // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.5. – С. 345–351.

9. Горкуненко А.Б. Математичне моделювання та статистичний сумісний аналіз взаємопов'язаних економічних циклічних процесів / А.Б. Горкуненко, А.М. Луцків, С.А. Лупенко // Вісник Хмельницького національного університету. – Сер.: Технічні науки. – Хмельницький. – 2011. – № 1. – С. 137–143.

Горкуненко А.Б., Лупенко С.А. Обоснование диагностических и прогностических признаков в информационных системах анализа и прогнозирования циклических экономических процессов

Обоснованы диагностические и прогностические признаки в информационных системах анализа и прогнозирования циклических экономических процессов на базе теории циклических случайных функций, что позволило обеспечить минимальность по объему и полноте по информативности диагностических и прогностических признаков, по которым осуществляется оценка, диагностика и прогнозирование состояния исследуемых экономических процессов в системах поддержки принятия экономических решений.

Ключевые слова: анализ, прогнозирование, циклический экономический процесс, диагностические и прогностические признаки.

Horkunenko A.B., Lupenko S.A. Justification of diagnostic and prognostic features in information systems of analysis and forecasting of cyclical economic processes.

Diagnostic and prognostic features in information systems of analysis and forecasting of cyclical economic processes based on the theory of cyclic random functions are proved, which allowed us to provide minimal volume and fullness of informative diagnostic and prognostic features, which provide evaluation, diagnosis and prognosis of economic processes subjects in support systems of economic decision making.

Keywords: analysis, forecasting, cyclical economic process, diagnostic and prognostic features.

УДК 004.272

Аспір. Г.В. Поліщук; проф. С.А. Лупенко, д-р техн. наук; доц. А.М. Луцків, канд. техн. наук – Тернопільський НТУ

ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАДАЧ БІОМЕТРІЇ

Зроблено аналіз та обґрунтування сучасних доступних програмно-апаратних засобів для задач біометрії. Сформовано вимоги до високопродуктивної обчислювальної системи для біометричних задач. Розроблено проект кластерної системи для біометричних досліджень, виходячи з критеріїв гнучкості, доступності, функціональності та простоти розробки.

Ключові слова: біометрія, високопродуктивні обчислення, обчислювальні кластери, GPU.

На сьогодні біометрію широко застосовують у таких галузях, як медицина та інформаційна безпека. Основними її задачами є планування спостережень фізичних властивостей біологічних об'єктів та оброблення отриманих результатів досліджень за допомогою математичних методів.

Досить широкого застосування біометрія набула в галузі комп'ютерної безпеки. Біометричні методи аутентифікації, дають змогу обмежити доступ до конфіденційної інформації та матеріальних цінностей завдяки статичним (відбитки пальців, райдужна оболонка ока, риси обличчя, геометрія долоні) або динамічним (підпис, хода, динаміка мовлення) біометричним ознакам людини.

У медичній галузі для біометрії використовують показники життєдіяльності організму пацієнта. Об'єм таких даних постійно зростає і використовується для діагностики та терапії. Основним завданням медичної біометрії є підвищення якості обслуговування пацієнтів шляхом нагромадження, уніфікації та аналізу біометричних даних. Також у медичній біометрії актуальними є задачі електронного навчання лікарів, популяційних досліджень та створення систем підтримки прийняття медичних рішень, що становить основу телемедицини та веб-орієнтованої охорони здоров'я.

Тому доцільним є створення багатофункціональної, гнучкої за можливостями використання різних методів біометрії для різних даних, високошвидкісної апаратно-програмної системи, яка була б доступною за ціною та простою з точки зору реалізації конкретних цілей.

Метою роботи є обґрунтування вибору програмно-апаратних засобів комп'ютерної системи для опрацювання біометричних даних з використанням розподілених обчислень.

Вимоги до комп'ютерної біометричної системи. Під біометричною системою можна вважати автоматизовану систему, що здатна отримувати з сенсорів дані про користувача, опрацювати отримані дані, виділяти інформативні ознаки з опрацьованих даних, а у випадку біометричної аутентифікації порівнювати отримані ознаки з біометричними еталонами й визначати ступінь їх подібності [1]. Для випадку біометричної діагностики система повинна забезпечувати можливість відбору, опрацювання, аналізу і прогнозування фізичного та психологічного стану пацієнтів за їх біометричними (зокрема циклічними) сигналами.

Вимоги до біометричних систем [2]:

1. Стабільність (система повинна розрізняти користувачів незалежно від змін у зовнішності);
2. Масштабованість (система повинна мати можливість накопичення ресурсів без значних змін у її архітектурі);
3. Зручність у використанні (зручний інтерфейс для керування системою та роботи з даними);
4. Відкритість (програмне забезпечення та алгоритми роботи системи повинні бути відкритими);
5. Нечутливість до змін у зовнішньому середовищі (зміни температури, вологості, освітлення тощо не повинні викликати збоїв роботи системи)
6. Захищеність даних;