

СТІЙКІСТЬ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

© Харченко О., Боднарчук І., Галай І., 2013

Досліджено стійкість розв'язків задачі проектування архітектури програмної системи з урахуванням показників якості, отриманих методом аналізу ієрархій. Для цього для різних значень неузгодженостей елементів матриці парних порівнянь, які задавались як випадкові величини, порівнювали критерії неузгодженості розв'язків задачі оптимізації, отримані класичним і модифікованим методом аналізу ієрархій. Досліджено також чутливість розв'язків із вибору оптимальної архітектури до неузгодженостей матриці парних порівнянь та похибок визначення коефіцієнтів пріоритету критеріїв якості. Отримані результати показали переваги модифікованого методу оптимізації, а також вплив стійкості рішень до неузгодженості парних порівнянь на коректність результатів оптимізації архітектури програмної системи.

Ключові слова: архітектура програмної системи, метод аналізу ієрархій, оптимізація.

The stability of solutions in the problem of architecture design for software system is examined in the paper with taking to the account the quality attributes for software system, obtained with Analytical Hierarchic Process. For this purpose, for different values of elements' inconsistencies in the matrix of pairwise comparisons, given as random numbers, were compared inconsistency criteria of decision for optimization problem obtained with a classical and with a modified Analytical Hierarchic Process. We also examined the sensitivity of solutions for selection of optimal architecture to the inconsistencies of matrix of pairwise comparisons, and to the errors in determination of priority indices for quality criteria. Obtained results showed the advantages of modified Analytical Hierarchic Process, and they showed the influence of solution stability to the inconsistency of pairwise comparisons on the correctness of results of architecture optimization for software system.

Key words: software system architecture, Analytical Hierarchic Process, optimization.

Вступ

У зв'язку з підвищенням складності програмних систем (ПС) зростають вимоги до їх архітектури, в якій концептуально цілісно повинні бути об'єднані всі рішення із проектування системи. Складність розв'язуваних системою задач унеможливує розробку архітектури "з нуля", а використання існуючих рішень неприйнятне у зв'язку із постійним підвищенням вимог до якості ПС та швидкими темпами вдосконалення апаратно-програмних платформ. Істотним поступом у вирішенні цих проблем стало розроблення технології проектування архітектури, основаної на використанні архітектурних шаблонів (патернів). Суть технології полягає у представленні архітектури у вигляді деякої структури (каркасу), елементи якої вибирають із множини стандартних компонентів. Ця технологія, описана в [1], згодом була істотно розвинена, і в наш час широко використовується провідними корпораціями з розроблення програмного забезпечення [2]. Але оскільки для заданої предметної області ПС таких архітектурних рішень може бути розроблено декілька, то ставиться завдання вибору оптимального, за множиною критеріїв якості, рішення.

В [3] для розв'язання задачі оптимального вибору архітектури розподіленої програмної системи використано метод аналізу ієрархій (МАІ). Але відомо, що застосування стандартного

MAI, за значної кількості альтернатив ($n \geq 9$), приводить до істотних неузгодженостей між елементами матриці парних порівнянь, що породжує похибки під час визначення вагових множників альтернатив. Для вирішення цієї проблеми в [4] запропоновано модифікацію MAI, в якій вагові множники альтернатив визначаються з умови мінімізації неузгодженості матриці парних порівнянь, що зводить вихідну задачу до задачі математичного програмування. В [5] розглянуто питання застосування модифікованого MAI до задачі вибору оптимальної архітектури програмних систем.

У цій роботі досліджено вплив неузгодженості матриці парних порівнянь на розв'язання задачі, а також наскільки модифікація MAI може покращити розв'язання вихідної задачі. Порівнювались розв'язання, отримані модифікованим та стандартним MAI, для різної кількості альтернатив та величин похибок матриці парних порівнянь. Досліджувався також вплив похибок у визначенні вагових множників архітектур та корекцій пріоритетів критеріїв на зміну порядку ранжування альтернатив. Це особливо важливо, коли оцінки альтернативних архітектурних рішень близькі за певними критеріями.

Стійкість MAI до похибок експертних даних

Структурна схема процесу вибору архітектурного рішення з урахуванням показників якості зображена на рис. 1.

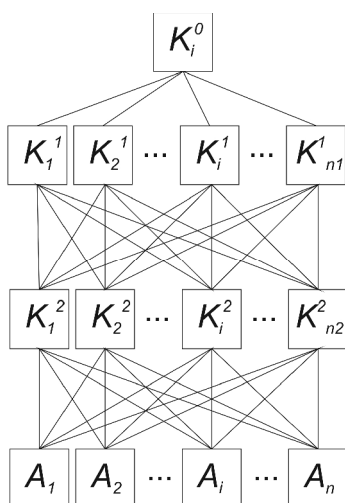


Рис. 1. Ієрархічне представлення задачі вибору архітектури

Тут представлено такі рівні критеріїв якості:

- $K_i^1, i = \overline{1, m1}$ – критерії якості ПС відповідно до стандарту ISO/IEC 25010;
- $K_i^2, i = \overline{1, m2}$ – критерії якості архітектури;
- $A_i, i = \overline{1, n}$ – альтернативні архітектурні рішення.

Перелік критеріїв якості у використанні визначає розробник ПС разом із замовником, а критерії якості архітектури $\{K_i^2\}$ можна визначити шляхом комунікації критеріїв $\{K_i^1\}$ на основі технології QFD [6] з урахуванням рекомендацій стандарту ISO/IEC 25010. Оскільки ми орієнтуємось на об'єктну технологію проектування, то альтернативні архітектури A_i можуть бути скомпоновані зі стандартних архітектурних патернів на основі функціональних вимог [1].

Необхідно вибрати таке архітектурне рішення, яке б оптимізувало сукупність критеріїв $\{K_i^1\}, \{K_i^2\}$. Це задача багатокритеріальної ієрархічної оптимізації, для розв'язання таких задач найчастіше використовується метод аналізу ієрархій Сааті [7].

Застосовуючи MAI для розв'язання таких задач, вагові множники альтернатив (критеріїв) $\{w_i\}$ на кожному рівні знаходять з використанням матриць парних порівнянь $B\{b_{ij}\}$, які заповнюють експерти (тут b_{ij} визначає перевагу i -ї альтернативи над j -ю).

Коефіцієнти матриць повинні бути узгодженими, тобто $b_{ij} = w_i / w_j \quad \forall b_{ij} \in B$. Вагові множники в цьому випадку знаходять як компоненти власного вектора матриці парних порівнянь, які відповідають максимальному характеристичному числу матриці. Але за значної кількості альтернатив внаслідок дії на експертів різних факторів матриця $B\{b_{ij}\}$ є неузгодженою і її ранг буде відмінним від одиниці, тобто матриця матиме декілька власних значень. Для оцінювання узгодженості у разі незначних порушень пропонується використовувати індекс узгодженості та відношення узгодженості:

$$I_u = \frac{I_{\max} - n}{n - 1}; \quad I_0 = \frac{I_u}{M(I_u)} \quad (1)$$

де $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \left(x_i \times \sum_{k=1}^n b_{ik} \right)$ – максимальне значення власного вектора; $M(I_u)$ – випадкова узгодженість.

Індекс узгодженості містить інформацію про порушення числової (кардинальної) та транзитивної узгодженості. Межі застосування МАІ визначені відношенням $I_0 \leq 0,1$ [7].

Для знаходження вагових множників у неузгодженій матриці парних порівнянь розроблено декілька методів, основними з яких є:

- методи покращення узгодженості на основі уточнювальної інформації експертів;
- методи отримання формально узгоджених матриць;
- методи транзитивного замикання відношення переваг [8].

Ці методи ґрунтуються на формальному корегуванні коефіцієнтів матриць парних порівнянь. Але оскільки всі коефіцієнти b_{ij} з певним ступенем достовірності містять інформацію про вагові множники w_{ij} , то логічно, щоб всі вони були враховані в обчисленнях. Для цього вагові множники альтернатив шукатимемо з умови мінімізації неузгодженості елементів матриці $B\{b_{ij}\}$.

Як міру узгодженості, яка підлягає мінімізації, можна вибрати один з таких виразів:

$$(w_i - b_{ij}w_j)^2 \text{ або } |w_i - b_{ij}w_j|. \quad (2)$$

Щоб уможливити вибір ступеня узгодженості в процесі обчислень, вводимо граничне значення узгодженості d_{don} і міру узгодженості запишемо у вигляді

$$\left| \frac{w_i}{w_j} - b_{ij} \right| \leq \delta_{don} \cdot b_{ij}, \quad \delta_{don} \geq 0, \quad (3)$$

де δ_{don} – задане граничне значення.

Тоді вагові множники w_i , які мінімізують (3), можна знаходити з розв'язку задачі

$$\min_{\{w_i\}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_i - b_{ij}w_j)^2 \quad (4)$$

$$a_i \leq w_i \leq b_i, \quad i = \overline{1, n}.$$

$$-\delta_{don} \cdot b_{ij} \cdot w_j \leq w_i - b_{ij} \cdot w_j \leq \delta_{don} \cdot b_{ij} \cdot w_j; \quad i, j = \overline{1, n} \quad (5)$$

Задача (4), (5) є задачею нелінійного програмування і через заміну змінних її можна звести до еквівалентної задачі лінійного програмування:

$$\min_{\{w_i\}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (y_{ij}^+ - y_{ij}^-) \quad (6)$$

$$w_i \geq a_i, \quad i = \overline{1, n},$$

$$w_i - b_{ij}w_j = y_{ij}^+ - y_{ij}^-.$$

$$-\delta_{don} \cdot b_{ij} \cdot w_j \leq w_i - b_{ij} \cdot w_j \leq \delta_{don} \cdot b_{ij} \cdot w_j, \quad (7)$$

$$y_{ij}^+, y_{ij}^- \geq 0; \quad i, j = \overline{1, n}.$$

Еквівалентність задач (4), (5) і (6), (7) випливає з того, що вектори обмежень при y_{ij}^+ та y_{ij}^- є лінійно залежними і тому будь-який розв'язок входить в y_{ij}^+ або в y_{ij}^- , а тому мінімум (6) відповідає мінімуму (4) [9].

Для оцінки узгодженості отриманих рішень використовуватимемо такі показники:
– коефіцієнт узгодженості

$$K(w_i^*) = \frac{1}{n-1} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{1}{b_{ij}} \left| \frac{w_i^*}{w_j^*} - b_{ij} \right|, \quad (8)$$

– а також міри узгодженості

$$M_1 = \sum_{i=1}^n K(w_i^*); \quad M_2 = \max_i K(w_i^*), \quad (9)$$

де w_i^* – визначені значення.

Досліджено ефективність методу обчислення вагових множників, з розв'язку задачі (6), (7) при розв'язанні задачі оптимізації архітектури ПС за неузгодженими матрицями $B\{b_{ij}\}$. При цьому для заданих значень порога неузгодженості δ_{don} моделювали випадкові збурення матриці $B\{b_{ij}\}$ і знаходили вагові множники $w_i^*, i = \overline{1, n}$ стандартним і модифікованим МАІ.

Після цього обчислювались коефіцієнти та міри узгодженості (8), (9) для результатів, отриманих обома методами. Досліджувався також вплив похибок розв'язку на ранжування альтернатив. Аналіз отриманих результатів наведено нижче.

Експериментальне дослідження стійкості розв'язку

Для дослідження взято альтернативні архітектурні рішення з міжнародного проекту GB (Glass Box) [10]. Дослідження проводилось для різної кількості архітектурних альтернатив, які оцінювались за такими критеріями якості:

1. Здатність до модифікації.
2. Масштабованість.
3. Продуктивність.
4. Вартість.
5. Затрати на розроблення.
6. Портативність.
7. Легкість встановлення.

Для кожного з критеріїв формувалась матриця $B^s\{b_{ij}^s\}$, $i, j = \overline{1, n}$, $s = \overline{1, 7}$, де b_{ij}^s показує, наскільки i -та альтернатива переважає j -ту за реалізацією s -го критерію, причому матриці задавались ідеально узгодженими. Потім моделювались помилки експертів генеруванням випадкових величин K_{ij} в інтервалі $K_{ij} \in [-0,5 \cdot \delta_{don} + 0,5 \cdot \delta_{don}]$ з певним кроком $\Delta\delta$, і елементи матриці $B^s\{b_{ij}^s\}$ визначались за формулою:

$$b_{ij}^{s*} = b_{ij}^s + K_{ij} \cdot b_{ij}^s. \quad (10)$$

Для отриманих матриць $B^{s*}\{b_{ij}^{s*}\}$ визначались набори вагових множників $\{w_i^s\}$, $i = \overline{1, n}$, $s = \overline{1, 7}$ стандартним МАІ і як розв'язки задачі (6), (7). Після цього обчислювали міри узгодженості M_1 і M_2 , які усереднювались за множиною критеріїв якості.

На рис. 2 зображена залежність критерію M_1 від величини інтервалу, з якого вибирали K_{ij} для обох методів для випадку 15 альтернатив.

Як видно з графіка, модифікований МАІ дає значно кращі результати за критерієм M_1 , ніж стандартний. Так, вже при похибках в матриці $B^{s*}\{b_{ij}^{s*}\}$ в межах $\delta_{don} = 0,15$ модифікований МАІ дав на 20 відсотків менше значення міри неузгодженості рішення, ніж стандартний.

На рис. 3 показано графіки залежності величини міри узгодженості M_2 від інтервалу, на якому моделювались збурення матриці. З графіка видно, що за критерієм M_2 із збільшенням δ_{don} переваги модифікованого МАІ збільшуються і при $\delta_{don} = 0,25$ значення критерію M_2 майже на 30 відсотків менше, ніж для стандартного.

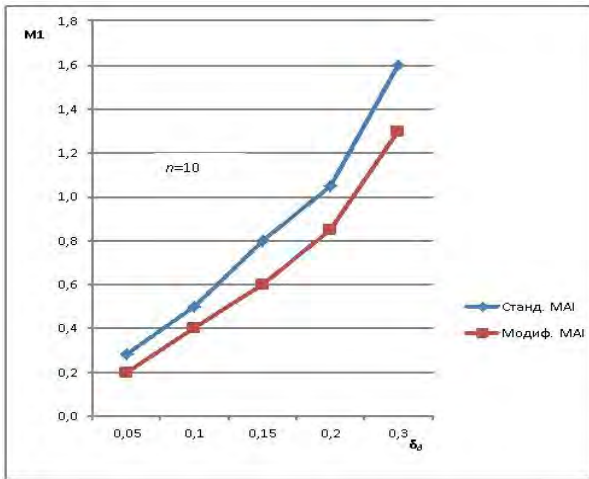


Рис. 2. Залежність критерію M_1 від інтервалу похибок

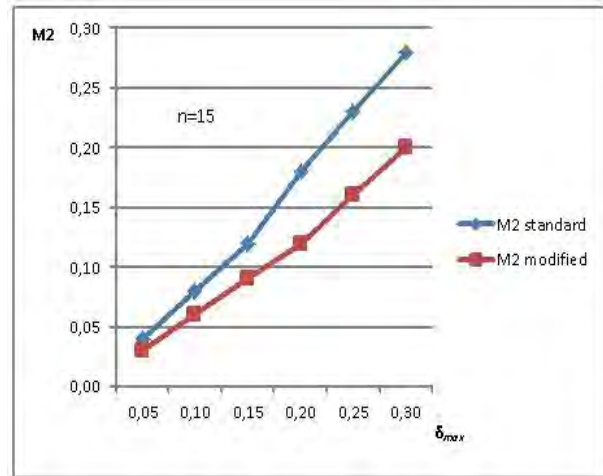


Рис.3 Залежність критерію M_2 від інтервалу похибок

З графіків також видно, що градієнт зростання значень критеріїв неузгодженості рішень для стандартного МАІ більший, ніж для модифікованого, що свідчить про меншу нестійкість модифікованого МАІ.

Важливим також є дослідження впливу похибок визначення вагових множників $\{w_i\}$, викликаних неузгодженостями в матриці парних порівнянь, на ранжування альтернатив $\{A_i\}$ як за окремими критеріями якості, так і за їх сукупністю. Для цього за узгодженими матрицями парних порівнянь $B^s \{p_{ij}^s\}$; $i, j = \overline{1, n}$; $s = \overline{1, m2}$ знаходили набори множників $\{w_i^s\}$ і альтернативи ранжували за значеннями $\{w_i^s\}$ для кожного критерію. У результаті отримали впорядковані множини $\{A_{is}^s, K_{is}^s\}$, $s = \overline{1, m2}$, $i \in J_s$ – впорядкована за значеннями вагових множників множина номерів архітектур. Після цього, згідно з описаною вище методикою, моделювали помилки експертів та визначали $\{w_i^*\}$ і проводили повторне ранжування $\{A_{is}\}$.

Розрахунки показали, що відбувалась зміна ранжування при близьких значеннях w_i вже за границі неузгодженості $\delta_{дон} < 0,1$. У таб. 1 наведено результати обчислення вагових множників стосовно чотирьох альтернативних архітектур проекту GB:

1. Трирівнева на базі J2EE (ТНЕJ).
2. Трирівнева з використанням платформи NET (ТНТD).
3. Дворівнева (ТWOT).
4. Платформа з підтримкою розподіленого агента (СОАВ).

Таблиця 1

Ваги альтернатив

Атрибути якості	Альтернативи			
	ТНТJ	ТНТD	ТWOT	СОАВ
Модифікованість	0,521	0,172	0,106	0,210
Масштабованість	0,404	0,402	0,074	0,143
Продуктивність	0,201	0,204	0,347	0,246
Вартість	0,166	0,120	0,487	0,227
Затрати на розроблення	0,152	0,110	0,515	0,223
Портативність	0,450	0,050	0,050	0,450
Легкість встановлення	0,168	0,368	0,256	0,208

З таблиці видно, що оцінки архітектур ТНТJ та ТНТD за показниками “масштабованість” та “продуктивність” дуже близькі, і тому навіть незначні неузгодженості елементів матриць $B^s\{b_{ij}\}$ у разі застосування стандартного МАІ можуть спричинити зміну порядку ранжування альтернатив. Застосування модифікованого алгоритму дасть змогу забезпечити стійкість отриманого рішення за більших значень неузгодженостей матриці парних порівнянь і, отже, розширити межі застосування МАІ.

Для ранжування альтернатив за множиною критеріїв необхідно визначити їх пріоритети. Це можна зробити або безпосереднім призначенням значень пріоритетів експертами, або обчисленням їх з матриці парних порівнянь. Другий варіант є кращим, оскільки зменшує вплив суб’єктивних чинників на результат. Для цього експерти заповнюють матрицю парних порівнянь $B^s\{b_{ij}^s\}$, де величина b_{ij}^s визначає, на скільки вплив критерію K_i^2 переважає вплив критерію K_j^2 на реалізацію критерію якості ПС K_s^1 . Застосувавши модифікований МАІ, отримуємо набори пріоритетів критеріїв якості архітектури $\{P_i^{1s}\}$, $i = \overline{1, m2}$, $s = \overline{1, m1}$. Тоді вага альтернативної архітектури A_i відносно реалізації критерію якості ПС K_s^1 визначатиметься за формулою:

$$J_i^{1s} = \sum_{j=1}^{m2} p_j^{1s} \cdot w_j^j, \quad i = \overline{1, n}, \quad s = \overline{1, m1}, \quad (11)$$

w_j^j – вагові множники альтернатив, визначені на попередньому етапі.

Тепер можна проводити ранжування альтернатив $\{A_i\}$ за величиною $\{J_i^s\}$ для кожного $s = \overline{1, m1}$.

Але оскільки в розробленні ПС зацікавлені декілька груп фахівців, їхні оцінки пріоритетів можуть істотно відрізнятися. Для того щоб це врахувати, спочатку необхідно визначити пріоритети кожної з груп. Ці групи формують матриці парних порівнянь, з яких знаходять пріоритети критеріїв $\{P_i^s\}$, $i = \overline{1, k2}$, s – номер групи експертів. Компромісне рішення можна знаходити як середнє геометричне $P_{ij}^* = \sqrt[n]{P_{ij}^1 \cdot P_{ij}^2 \cdot \mathbf{K} \cdot P_{ij}^n}$ або як усереднене, з урахуванням показника компетентності груп експертів $P_{ij}^* = P_{ij}^{\alpha_1} \cdot P_{ij}^{\alpha_2} \cdot \mathbf{K} \cdot P_{ij}^{\alpha_n}$ ($\alpha_1, \alpha_2, \mathbf{K}, \alpha_n$ – показники компетентності).

У табл. 2 наведено оцінки пріоритетів критеріїв якості різних груп експертів, отриманих модифікованим МАІ.

Таблиця 2

Пріоритети критеріїв якості

Атрибути якості	Експерти			Агреговане значення
	розробники	користувачі	замовники	
Модифікованість	0,216	0,294	0,184	0,280
Масштабованість	0,087	0,092	0,038	0,082
Продуктивність	0,052	0,117	0,087	0,097
Вартість	0,245	0,019	0,272	0,135
Затрати на розроблення	0,245	0,019	0,272	0,135
Переносимість	0,050	0,155	0,053	0,094
Легкість встановлення	0,106	0,304	0,093	0,177

Наведені результати показують, що пріоритети експертів за деякими показниками суттєво відрізняються, і агреговане значення, можливо, не буде прийняте як компроміс. У цьому випадку можна шукати компроміс незначним корегуванням пріоритетів з використанням співвідношення

$$D'_{s,i,j} = \frac{|J_i - J_j|}{|w_i^s - w_j^s|} \cdot \frac{100}{P_s}, \quad (12)$$

де $D'_{s,i,j} (s = \overline{1, m2}; i, j = \overline{1, n}, i \neq j)$ – мінімальна зміна величини пріоритету P_K критерію якості K_s , яка змінює порядок слідування сусідніх альтернатив A_i та A_j на зворотний. Найменше значення $D'_{s,i,j}$ показує, що пріоритет P_K атрибуту K_s є критичним до змін оцінок у парних порівняннях.

Використовуючи співвідношення (12), для кожного критерію K_s можна знайти інтервал ΔP_s , в якому експерти мають змогу коригувати пріоритети P_s , безпосередньо або через корекцію значень парних порівнянь, без зміни ранжування альтернатив $D_s^* = \min_i D_{s,i,j} = \Delta P_s$, $i = \overline{1, n}$, $s = \overline{1, k2}$. Співвідношення (12) можна також використовувати у випадку зміни вимог до ПС у процесі проектування, яке може привести до зміни пріоритетів відносно критеріїв.

Якщо потрібно здійснити ранжування альтернатив відносно глобальної якості ПС, то необхідно визначити пріоритети критеріїв якості ПС $\{P_i^2\}$, $i = \overline{1, m1}$, застосувавши модифіковану процедуру МАІ.

Визначити ваги альтернатив відносно реалізації глобального критерію якості ПС можна за значеннями показника:

$$J_i^0 = \sum_{s=1}^{m1} J_i^{1s} \cdot P_s^2, \quad i = \overline{1, n} \quad (13)$$

Тоді показником якості альтернативи A_i для множини критеріїв буде

$$J_i = \sum_{j=1}^{m2} P_j \cdot w_j^i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (14)$$

і ранжування $\{A_i\}$ здійснюють за значеннями $\{J_i\}$.

З наведених результатів досліджень видно, що зміна порядку ранжування альтернатив може відбуватись як через похибки у визначенні w_j^i , так і через зміну пріоритетів $\{P_j\}$. Тому, щоб вибрати оптимальний варіант архітектури, необхідні відповідні дослідження.

Висновок

Проведені дослідження показали, що використання стандартного алгоритму обчислення вагових множників у МАІ в задачі оптимізації архітектури програмної системи може привести до прийняття неправильних рішень у разі значної кількості альтернатив. Застосування модифікованої процедури в МАІ дає змогу істотно зменшити неузгодженості рішень, навіть за значних неузгодженостей матриці парних порівнянь. Так, для використовуваних критеріїв неузгодженості застосування модифікованого алгоритму забезпечило в деяких випадках зменшення значень критеріїв від 20 до 30 відсотків.

Аналіз результатів показав також, що градієнт зростання критерію неузгодженості M_1 збільшується зі збільшенням похибок матриць парних порівнянь, тобто отримане в МАІ рішення є нестійким до цих похибок. Тому необхідно додатково аналізувати отримані ранжування альтернативи як за сукупністю критеріїв, так і за окремими критеріями, а за необхідності – будувати області компромісів [3]. Корисним також є узгодження пріоритетів різних категорій фахівців під час визначення ваг критеріїв якості.

Отже, застосування модифікованого алгоритму в МАІ, а також виконання перерахованих вище заходів дасть змогу зменшити вплив похибок парних порівнянь, а також нестійкість МАІ до цих похибок, і, тим самим, покращити якість розв'язків задачі оптимізації архітектури ПС за множиною критеріїв.

1. Гамма Э. Приемы объектно-ориентированного проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Д. Влссидес. – СПб: Питер, 2001. – 366 с. 2. Руководство Microsoft по проекти-

рванню архітектури приложений. – 2-е изд. – Microsoft, 2009. 3. Tariq Al-Naeem, Ian Gorton, Muhammad Ali Babar, Fethi A. Rabhi, Boualem Benatallah. A quality driven systematic approach for architecting distributed software application // In Proceedings of the 27th International Conference on Software Engineering St. Louis. – 2005. – P. 244–253. 4. Павлов А.А. Математические модели оптимизации для нахождения весов объектов в методе парных сравнений / Павлов А.А, Лицук Е.И., Кут В.И. // Системні дослідження та інформаційні технології. – К.: ИПСА, 2007. – № 2. – С. 13–21. 5. Harchenko Alexandr, Bodnarchuk Ihor, Halay Iryna, Yatsyshyn Vasyl. Software Architecture Design on the Base of Method of Hierarchic Optimization // Proceeding of VIIIth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design. – P. 39–40, Polyana, 2012. 6. Харченко О.Г. Проектування архітектури WEB-застосування на основі моделі якості. / О.Г. Харченко, І.О. Галай, І.О. Боднарчук, В.В. Яцишин // Інженерія програмного забезпечення. – 2010. – № 4. – С. 26 – 34. 7. Saaty T. Decision Making with the Analytic Network Process / Saaty T. Vargas L.// – N.Y.: Springer, 2006. 278 p. 8. Литвак В.Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа / В.Г. Литвак. – М: Радио и связь, 1982. – 184 с. 9. Мусеев Н.Н. Методы оптимизации. / Н.Н. Мусеев, Ю.П. Иванов, Е.М. Столярова. – М.: Наука, 1978. – 352 с. 10. I. Gorton and J. Haack. Architecting in the Face of Uncertainty: An Experience Report. Proc. International Conference on Software Engineering. 2004. Edinburgh, Scotland.

УДК 339.133 : 004.9

А. Гафіяк

Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ РИНКУ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІНДУСТРІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ

© Гафіяк А., 2013

Проаналізовано і досліджено проблеми розвитку ринку інформації та індустрії інформаційних і телекомунікаційних технологій в умовах єдиного інформаційного простору. Охарактеризовано склад та види інформаційних підприємств, що представлені на світовому інформаційному ринку. Проаналізовано постачальників інформаційних продуктів і послуг широкого профілю і певного виду інформації та суб'єктів українського інформаційного ринку. Досліджено проблеми функціонування ринку комп'ютерної техніки.

Ключові слова: інформація, інформаційний ринок, інформаційний простір, інформаційне підприємство.

This article analyzes and development the problems of the information market and industry information and telecommunications technologies into a single information space. Structura and types of enterprise information presented in the global information market. Analyzed suppliers of information products and services to a wide profile and a certain type of information and the subjects of the Ukrainian media market, problemly functioning computer market in Ukraine.

Key words: information, market information, information space, information enterprise.

Постановка проблеми

Головними продуктами виробництва інформаційного суспільства мають стати інформація і знання. Характерними рисами інформаційного суспільства є: збільшення ролі інформації та знань в житті суспільства; зростання кількості людей, зайнятих інформаційними технологіями, кому-