

системы работы с персоналом в современной организации. Рассмотрен процесс обучения с точки зрения финансовых затрат и затрат времени. Проанализированы основные подходы для обеспечения стратегического преимущества в знаниях и инновациях, которые обеспечивают предприятию конкурентное преимущество. Выделена роль информационных технологий в процессе организационно-информационной поддержки процесса управления знаниями.

Ключевые слова: знания предприятия, элементы знаний, корпоративная культура, конкурентное преимущество, инновации, информационные технологии, управленческие задачи, рынок, управленческие задачи, источники знаний, домены знаний, типы знаний, классификация знаний.

Vovk Yu.Ya. The process of knowledge management of enterprise and its features

This paper deals with the management of knowledge. The analysis of different approaches to the interpretation of the process of knowledge management, its main components and features. Different styles of leadership organization. Ways of improving competitiveness. The features of work with the staff in a modern organization. The process of training in terms of costs and time-consuming. The main approaches for strategic advantage in knowledge and innovation, which provide the company a competitive advantage. Highlight the role of information technology in organizational and information support the process of knowledge management.

Keywords: knowledge of the enterprise, the elements of knowledge, corporate culture, competitive advantage, innovation, information technology, administrative tasks, market, management objectives, sources of knowledge, domain knowledge, types of knowledge, classification of knowledge.

УДК 004.932.2:616-006.04

Доц. О.М. Березький, д-р техн. наук –
Тернопільський НЕУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБКИ ПЕРЕТВОРЕННЯ КОНТУРІВ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Проведено аналіз характерних ознак гістологічних і цитологічних зображень і автоматизованих систем опрацювання біомедичних зображень. Досліджено складові похибки перетворення типу "контур – контур" і здійснено їх оцінку. Проведено комп'ютерні експерименти визначення похибки перетворення контурів на прикладі цитологічних зображень.

Ключові слова: перетворення, цитологічні зображення, похибка, контур.

Вступ. Растрові зображення, отримані за допомогою будь-якої біомедичної техніки, що використовуються для візуального та автоматизованого аналізу в медицині та біології назвемо біомедичними зображеннями (БМЗ). Джерелами породження БМЗ є: цифрова рентгенографія [1], томографія, рентгенівська комп'ютерна томографія. Попереднє оброблення таких зображень [2, 3] завжди включає функції усунення шумів, глобальне і локальне вирівнювання гістограми, підвищення різкості. У працях авторів відображено методи, алгоритми, інформаційні технології та системи опрацювання БМЗ [4-10].

Світлова мікроскопія є одним із методів дослідження цитології і гістології. Гістологічні і цитологічні зображення мають такі особливості: мала чіткість; містять мікрооб'єкти, оточені складним за геометричними й оптичними характеристиками фоном; перепади рівнів яскравості об'єктів такі ж, як і у фоні, що їх оточує; залежно від міри оптичного збільшення зображень одні мікрооб'єкти

виділяються краще, а інші втрачаються; містять області з повторюваною структурою; стабільність кольорової палітри для зображень зразків, які виготовлені від відомих фарбників.

Мікрооб'єктами на гістологічних зображеннях є зрізи тканин певних органів [11]. Тканина складається із клітин округлої форми, розміщених шарами, розміри яких становлять декілька мікрометрів; найменші з них – від 0,5 до 1,2 мкм. Об'єктами на цитологічних зображеннях є окремі випадково розміщені клітини.

Сукупність прийомів для кількісної оцінки параметрів клітинних і тканинних структур на гістологічних або цитологічних препаратах (або їх зображеннях) називають морфометричними методами. Завдяки їх використанню визначають такі параметри: діаметр, висоту, товщину, площу перетину, кількість мікрооб'єктів на одиниці площі, їх форму та ін. При морфометрії мікрооб'єктів на гістологічних препаратах необхідно враховувати, що параметри оцінювання відносяться не до тканинних компонентів, а до їх перетинів на зрізах. Для кількісного опису мікрооб'єктів на цитологічних зображеннях використовують такі ознаки [12]: площа клітини, площа ядра клітини, оптична щільність ядра клітини за шкалою градацій "сірого", площа цитоплазми клітини тощо.

Для якісного опису мікрооб'єктів на цитологічних зображеннях використовують такі ознаки [12]: границі цитоплазми (чіткі, нечіткі), локалізація вакуолей (по периферії, біля ядра), форма ядра (округла, овальна), контур ядра (рівний, нерівний), поліморфізм ядер (слабо виражений, значний), нашарування ядер клітин, наявність "голих" ядер (ядра клітин, що повністю втратили цитоплазму), структура хроматину (рівномірна, нерівномірна, дрібнозерниста, грубозерниста), наявність внутрішньоядерних включень, вакуолей в ядрі, кількість ядерця (одиночні, множинні), їх положення (центральне, ексцентричне).

Об'єктами на гістологічних зображеннях є зрізи тканин певних органів [11]. Тканина складається із клітин округлої форми розміщених шарами, розміри яких становлять від 0,5 до 3 мкм. Для аналізу БМЗ використовують автоматизовані системи опрацювання біомедичних зображень (АСОБМЗ) [13]. Програмне забезпечення сучасних АСОБМЗ має у своєму складі такі процедури опрацювання БМЗ: попереднє оброблення вхідного зображення, обчислення характерних ознак, обчислення статистичних ознак, вивід інформації у візуальному форматі та забезпечує взаємодію з іншим програмними засобами, наприклад MS Word, MS Excel, MS Access, FoxPro тощо.

Важливою проблемою під час аналізу БМЗ є виявлення та дослідження діагностичних ознак, які використовують для постановки діагнозу. Інформативною ознакою у цьому процесі є контурна функція БМЗ, яка містить інформацію про зміну стану мікрооб'єктів та протікання патологічних процесів у них. У роботах досліджено перетворення контурів у афінному та топологічному просторах [14, 15]. Проте залишилися не вивченими похибки перетворення контурів і їх складові.

Тому актуальною задачею є дослідження похибок перетворення типу "контур – контур" з метою здійснення перетворень зображень із заданою похибкою під час аналізу цитологічних зображень.

Постановка задачі. Нехай задано два зображення Im_1 та Im_2 . Представимо їх у вигляді $Im_1 = C_1 \cup O_1$, $Im_2 = C_2 \cup O_2$, де: C_1, C_2 – контури, а O_1, O_2 – внутрішні області зображень. Контури C_1, C_2 є зв'язними та замкненими, тобто:

$$C_1 = \{C_1(x_i, y_j) | (x_i, y_j) \rightarrow (x_m, y_n); m \in \{i-1, i, i+1\}, n \in \{j-1, j, j+1\}, i, j = \overline{1, l}, x_i = x_r, y_i = y_j\}; \quad (1)$$

$$C_2 = \{C_2(x_i, y_j) | (x_i, y_j) \rightarrow (x_m, y_n); m \in \{i-1, i, i+1\}, n \in \{j-1, j, j+1\}, i, j = \overline{1, k}, x_i = x_k, y_i = y_k\}. \quad (2)$$

Згідно з теоремою Жордана [16], для замкнених областей існує перетворення T , тобто $C_2 = T(C_1)$. Задаємо похибку перетворення ε_T , з якою необхідно здійснити перехід від C_1 до C_2 , тобто $C_2 = T(C_1)$, де T – ідеальне перетворення. Оскільки ідеальне перетворення невідоме між контурами C_1 і C_2 , то будемо відшукувати перетворення між апроксимованими контурами C'_1 і C'_2 . Тоді $C'_2 \approx T^r(C'_1)$, де T^r – реальне перетворення між C'_1 і C'_2 . Тоді похибка перетворення дорівнює $\varepsilon_T = C_2 - T^r(C_1)$. У метриці L_∞ похибка дорівнює $\varepsilon_T = \max\{x_i - x'_i; y_i - y'_i\}$, $i = \overline{1, N}$.

Необхідно знайти похибку перетворення ε_T та її складові.

Похибки перетворення типу "контур – контур". Апроксимуємо контури C_1 і C_2 за допомогою неперервних параметричних кривих $C_{\alpha 1}$ і $C_{\alpha 2}$, де $C_{\alpha i} = \{C_j(\theta, \alpha), \theta \in [0, T]\}$, $i = \overline{1, 2}$, $j = \overline{1, s}$, де s – кількість кусково знайдених кривих.

Параметр θ задає положення точки на кривій $C(\theta, \alpha)$, а $\alpha \in A$ задає конкретну криву в деякому класі.

Неперервна параметрична крива апроксимована відрізками кривих $C_j(\theta, \alpha)$, тобто $C_{\alpha 1} = \bigcup_{j=1}^u C_j(\theta, \alpha)$, $C_{\alpha 2} = \bigcup_{j=1}^w C_j(\theta, \alpha)$, де u і w – кількість апроксимованих відрізків першого і другого контурів відповідно.

Для кожної кривої C_α вводимо величину: $\eta(C_{\alpha 1}, C'_1) - \inf_{\alpha \in A} \eta(C_{\alpha 1}, C'_1) \leq \varepsilon_1$ та $\eta(C_{\alpha 2}, C'_2) - \inf_{\alpha \in A} \eta(C_{\alpha 2}, C'_2) \leq \varepsilon_2$, де ε_1 і ε_2 похибки апроксимації першої і другої кривих. Тоді отримаємо функції $C_1 \rightarrow \eta = f_1(\theta)$, $C_2 \rightarrow \eta = f_2(\theta)$.

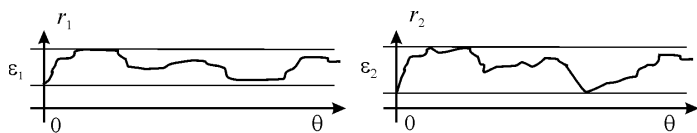


Рис. 1. Функції першого та другого контурів

Твердження. Верхня границя похибки перетворення між двома контурами C_1 та C_2 дорівнює

$$\varepsilon_T = \varepsilon_{C_2} + T^r \varepsilon_{C_1}. \quad (3)$$

Доведення.

За означенням похибка перетворення дорівнює $\varepsilon_T = C_2 - T^r(C_1)$. Перетворення T^r [14] можна визначити так:

$$T^r(x, y) = \left(\frac{b_2 - a_2}{b_1 - a_1} (x - a_1) + a_2; \phi_{21}^k(x') \right), \quad (4)$$

де: $x' = \frac{b_2 - a_2}{b_1 - a_1} (x - a_1) + a_2$ – абсциса, $\phi_{21}^k(x')$ – ордината. На рис. 2, 3 зображено сегмент першого контура, який апроксимований функцією $\phi_{11}^k(x)$ і сегмент другого контура, який апроксимований функцією $\phi_{21}^k(x')$.

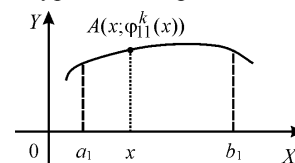


Рис. 2. Сегмент першого контура

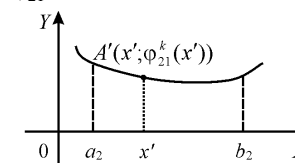


Рис. 3. Сегмент другого контура

Визначимо похибку ε_T через похибки складових. Вона дорівнює $\varepsilon_T = \varepsilon_{C_2} + \varepsilon_{T^r} C_1 + T^r \varepsilon_{C_1} + \varepsilon_{T^r} \varepsilon_{C_1}$. Оскільки $\varepsilon_{T^r} \ll \varepsilon_{C_2}$ і $\varepsilon_{T^r} \ll \varepsilon_{C_1}$, то вираз для ε_T матиме вигляд $\varepsilon_T = \varepsilon_{C_2} + T^r \varepsilon_{C_1}$, що й треба було довести.

Наведемо алгоритм визначення похибки перетворення контурів.

Алгоритм визначення похибки перетворення типу "контур – контур".

- Для двох заданих зображень Im_1 і Im_2 , використавши алгоритм проходження контуром "Backward contour tracing" [17], отримуємо контури, тобто множини точок C_1 і C_2 , які без розривів товщиною в один піксель представляють зовнішні границі зображень.
- В отриманих зв'язних контурах C_1 і C_2 ($C_1 \rightarrow \eta(\theta)$, $C_2 \rightarrow r_2(\theta)$) виділимо характерні точки на основі таких критеріїв: а) зміни знаку кутових коефіцієнтів сусідніх елементарних відрізків; б) максимального значення коефіцієнта середньої кривизни на проміжку випуклості або вгнутості; в) границі зміни кута між елементарними відрізками, тобто отримаємо незв'язні контури C'_1, C'_2 , для яких не виконуються умови (1) і (2).
- Для знайдених двох масивів контурів C'_1, C'_2 , де $C'_1 = \{C'_{10}, C'_{11}, \dots, C'_{1n}\}$, $C'_2 = \{C'_{20}, C'_{21}, \dots, C'_{2m}\}$, проводимо апроксимацію з використанням сплайнового наближення кривими $r_\alpha = r(\theta, \alpha)$, $\theta \in [0, T]$, де $T = 2\pi$ – період обходу функції. Параметр θ задає положення точки $r(\theta, \alpha)$ на кривій, а вектор параметрів $\alpha \in A$ визначає конкретну криву у класі поліноміальних функцій.

Наближення відшукуємо у вигляді $P(\theta) = \sum_{i=0}^n a_i \theta^i$, $i \leq 3$, тобто обмежуємося поліномами не більше третього степеня. Для всіх точок $\theta \in [0, T]$ повинна виконуватися умова $|r(\theta) - P(\theta)| \leq \varepsilon$.

Для кожного контура r'_1, r'_2 необхідно знайти кількість сегментів при заданій похибці апроксимації

$$r'_i = \bigcup_{j=1}^l \left\{ \left(\theta, \sum_{i=1}^n a_{ij} \theta^i \mid \theta_j \in [0, 2\pi] \right) \right\}, \text{ де } a_{ij}, \theta_j \in R, n \leq 3.$$

$$r'_2 = \bigcup_{j=1}^m \left\{ \left(\theta, \sum_{i=1}^n a_{ij} \theta_j^i \mid \theta_j \in [0, 2\pi] \right) \right\}, \text{ де } a_{ij}, \theta_j \in R, n \leq 3.$$

Для кожного контура r'_1, r'_2 похибка апроксимації дорівнює: $|\eta'_1(\theta) - P(\theta)| \leq \varepsilon_1$ та $|\eta'_2(\theta) - P(\theta)| \leq \varepsilon_2$ і відповідно отримуємо різну кількість сегментів l і m .

Для проведення перетворення контурів необхідно, щоб $l = m$. Кількість сегментів на контурі зростає, в якого похибка апроксимації більша.

4. У випадку, коли $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 \geq \varepsilon_T$ необхідно зменшити похибки апроксимації контурів.

Якщо $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$, то збільшуємо кількість апроксимуючих кривих контура C'_1 і коли $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$, аналогічні дії проводимо для C'_2 .

5. Здійснюємо перетворення сегментів контуру C'_1 у відповідні сегменти контуру C'_2 на основі формули (4).

6. Похибку перетворення знаходимо, використовуючи вираз (3).

Експериментальні дослідження. Для тестування запропонованих алгоритмів було розроблене програмне забезпечення в середовищі Borland Delphi 7.0. Як тестову вибірку було обрано більше 100 цитологічних зображень з мікрооб'єктами різної форми. Для проведення процесу перетворення двох мікрооб'єктів, необхідно виконати операції попереднього оброблення. На першому етапі проводимо сегментацію вхідного зображення за допомогою алгоритму на основі попередніх розміток. На другому етапі, використавши алгоритм проходження контуром "Backwand contour tracing" [17], отримуємо контури виділених мікрооб'єктів. Приклад вхідного зображення після попереднього оброблення та виділених мікрооб'єктів наведено на рис. 4.

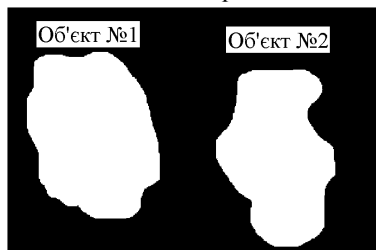


Рис. 4. Виділені мікрооб'єкти

Для проведення апроксимації знаходимо масив характерних точок, на основі якого проводимо наближення контурної функції кривими першого, другого та третього порядків з урахуванням максимально допустимої похибки апроксимації. Якщо похибка окремого апроксимуючого відрізка більша за допустиму, то ця частина контуру розбивається на дві однакові частини і проводиться повторна спроба апроксимації. Якщо похибка окремих апроксимуючих відрізків менша за задане експертом значення, то прирівнюємо кількість апроксимуючих відрізків для двох мікрооб'єктів. На останньому етапі, на основі отриманих апроксимуючих відрізків, знаходимо коефіцієнти перетворення типу "контур – контур".

На рис. 5 відображено приклад апроксимації функції двох контурів мікрооб'єктів, а також приклад порівняння результатів проведеного перетворення.

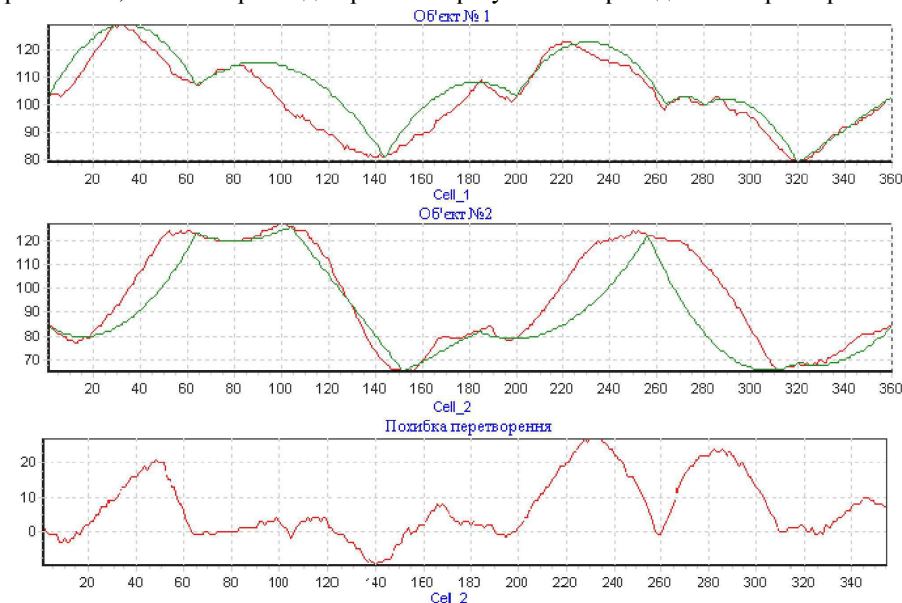


Рис. 5. Апроксимація контурів та похибка перетворення типу "контур – контур"

На рис. 5 показано, що максимальна похибка перетворення буде тоді, коли похибки відповідних апроксимуючих відрізків є максимальними. У таблиці наведено результати експериментальних досліджень вибірки зображень, похибки перетворення в яких були максимальними.

Табл. Похибки перетворення типу "контур – контур"

Номер експерименту	Макс. похибка першої кривої (піксел)	Макс. похибка другої кривої (піксел)	Макс. похибка перетворення (піксел)
1	11	30	27
2	9	10	9
3	3	9	8
4	14	20	18
5	19	15	15
6	13	15	15
7	21	30	27
8	12	10	11
9	8	9	8

Висновки. Для розробленого методу перетворення типу "контур – контур" здійснили оцінку похибки перетворення контурів. Похибка перетворення типу "контур – контур" складається з похибки апроксимації другого контура та похибки апроксимації першого контура помноженого та функцію перетворення контурів. Розробили алгоритм оцінки похибки перетворення контурів і провели комп'ютерний експеримент на прикладі цитологічних зображень, який показав,

що похибка перетворення типу "контур – контур" пропорційно залежить від похибок апроксимації функції контурів зображень.

Література

1. Физика визуализации изображений в медицине : пер. с англ. – В 2 т. – Т. 1 / под ред. С. Уэбба. – М. : Изд-во "Мир", 1991. – 408 с.
2. Афанасьев Ю.И. Гистология, цитология и эмбриология / Ю.И. Афанасьев, Н.А. Юрина, Е.Ф. Котовский и др. – М. : Изд-во "Медицина", 2003. – 737 с.
3. Pratt W. Digital image processing: PIKS Scientific inside, 4th ed / William K. Pratt. – USA: John Wiley & Sons, 2007. – 782 p.
4. Абрамэйко С.В. Медицинские информационные технологии и системы / В.В. Анищенко, В.А. Лапицкий, А.В. Тузигов. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2007. – 176 с.
5. Абрамэйко С.В. Обработка оптических изображений клеточных структур в медицине / С.В. Абрамэйко, А.М. Недзьведь; Объед. ин-т проблем информатики. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2005. – 156 с.
6. Ахметшин А.М. Повышение чувствительности ультразвуковой диагностики на основе псевдоэллипсометрических параметров аналитических импульсных характеристик / А.М. Ахметшин, А.А. Степаненко // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2005. – № 1 (15). – С. 90-95.
7. Кожем'яко В.П. Оптико-електронні методи і засоби для оброблення та аналізу біомедичних зображень / В.П. Кожем'яко, С.В. Павлов, К.І. Станчук. – 2006. – 203 с.
8. Недзьведь А.М. Современные возможности обработки изображений при морфологическом исследовании карцином шитовидной железы / А.М. Недзьведь, М.В. Фридман, В.Е. Папок // Медицинские новости : науч.-практ. информац.-аналит. журнал для врачей и руководителей здравоохранения – 2006. – № 12. – С. 115-119.
9. Скобцов Ю.А. Моделирование и визуализация поведения потоков крови при патологических процессах / Ю.А. Скобцов, Ю.В. Родин, В.С. Оверко. – Донецк : ИПММ НАНУ, Изд-во Заславский, 2008. – 212 с.
10. Тузигов А.В. Построение поверхностных и объемных моделей объектов медицинских изображений / Снежко Эдуард Витальевич, Тузигов Александр Васильевич // Таврический Вестник информатики и математики – 2006. – № 1. – С. 91-96.
11. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. Руководство. / Г.Г. Автандилов. – М. : Изд-во "Медицина", 1990. – 384 с.
12. Автандилов Г.Г. Основы количественной паталогической анатомии / Г.Г. Автандилов. – М. : Изд-во "Медицина", 2002. – 238 с.
13. Егорова О.В. Компьютерная микроскопия / О.В. Егорова, Е.И. Клыккова, В.Г. Пантелеев. – М. : Вид-во "Техносфера", 2005. – 300 с.
14. Березский О.Н. Топологические методы и алгоритмы преобразования контуров и областей плоских изображений / О.Н. Березский // Проблемы управления и информатики. – 2010. – № 5. – С. 123-131.
15. Березький О.М. Методи та алгоритми перетворення контурів зображень в афінному просторі // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2009. – № 638. – С. 185-189.
16. Косневски Ч. Начальный курс алгебраической топологии / Ч. Косневски. – М. : Изд-во "Мир", 1983. – 304 с.
17. Березький О.М. Алгоритм проходження контуром об'єкта з використанням зворотного ходу / О.М. Березький, Ю.М. Батько // Штучний інтелект : наук.-теорет. журнал. – 2009. – № 3. – С. 116-122.

Березский О.Н. Исследование погрешности преобразования контуров биомедицинских изображений

Проведен анализ характерных признаков гистологических и цитологических изображений и автоматизированных систем обработки биомедицинских изображений. Исследованы составляющие погрешности преобразования типа "контур – контур" и осуществлена их оценка. Проведены компьютерные эксперименты определения погрешности преобразования контуров на примере цитологических изображений.

Ключевые слова: преобразование, цитологические изображения, погрешность, контур.

Berezsky O.N. Research error of biomedical image contours transformation

The analysis of histological and cytological image characteristic features and automated systems of biomedical image processing is carried out. The errors components of "contour – contour" transformation are analysed and their estimation is carried out. The computer experiments of contours transformation errors are conducted on the example of cytological image.

Keywords: transformation, cytological image, error, contour.

УДК 004.4

Доц. В.В. Яцишин¹, канд. техн. наук; доц. О.Г. Харченко², канд. техн. наук; проф. О.А. Пастух¹, д-р техн. наук; асист. І.О. Боднарчук¹

МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ НА РАННІХ СТАДІЯХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Розглянуто метод забезпечення якості вимог, що є одним з аспектів управління та забезпечення якості програмних систем. На основі теоретико-множинних нотацій проведено формалізацію вимог якості до програмного забезпечення, проаналізовано критерії якості вимог та запропоновано способи і методи їх інтеграції у процес розробки ПЗ. Розроблено алгоритм збирання і класифікації вимог якості, процедуру побудови вимог до програмних систем на основі моделей якості стандарту ISO 25010, що дало змогу застосувати метод комунікації вимог якості на стадіях життєвого циклу.

Ключові слова: якість вимог, якість програмного забезпечення, критерії якості вимог, управління якістю програмного забезпечення.

Вступ. Актуальність. Сучасне програмне забезпечення характеризується високою функціональною інтегрованістю, мобільністю, кросплатформністю та орієнтацією на широке коло користувачів. Тому важливим і одним з основних аспектів розробки будь-якого програмного забезпечення є гарантування якості кінцевого продукту. Саме якість продукту безпосередньо впливає на його конкурентоспроможність та можливість масового використання.

Як показують дослідження [1, 2], якість програмних продуктів залишається не надто високою. Основними негативними факторами впливу на якість кінцевого продукту є слабка формалізація вимог якості, відсутність методів та процедур їх комунікації на стадіях життєвого циклу, а також термінологічні розбіжності між замовниками та розробниками ПЗ. Для нівелювання негативного впливу, наведених вище факторів на якість кінцевого програмного продукту, необхідно вирішити низку проблем, пов'язаних з інтерпретацією вимог до ПЗ та інтеграцією процесу управління вимогами на стадіях життєвого циклу.

Продукто-орієнтовані та процесо-орієнтовані підходи до розробки програмного забезпечення не гарантують якості продукту, оскільки існують потенційні ризики перевищення планової вартості та часу виконання проекту. Це пов'язано з недосконалістю методів контролю та управління якістю ПЗ на стадіях проектування або ж орієнтацією лише на якість виконання процесів життєво-

¹ Тернопільський НТУ ім. Івана Пулюя;

² Національний авіаційний університет, м. Київ