

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Інститут комп'ютерної інженерії, автоматизації,
робототехніки та програмування ім.П.Н.Платонова**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2023»**

***МАТЕРІАЛИ
XVI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ***



19 - 20 ЖОВТНЯ 2023 р.

м.ОДЕСА

Ministry of education and science of ukraine
Odessa national university of technology
P.N. Platonov Institute of computer engineering, automation,
robotics and programming

**«INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION– 2023»**

***PROCEEDINGS
OF THE XVI INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE***



OCTOBER 19 - 20, 2023

ODESSA

ПРЕЗИДІЯ ТА ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ
PRESIDIUM AND ORGANIZING COMMITTEE OF THE CONFERENCE

ГОЛОВА ПРЕЗИДІЇ
CHAIRMAN OF THE PRESIDIUМ

Сгоров Б.В., Президент ОНТУ, академік НААН України, д.т.н., професор

ЧЛЕНИ ПРЕЗИДІЇ
MEMBERS OF THE PRESIDIUМ

Іванченкова Л.В., Ректор ОНТУ, д.е.н., професор

Поварова Н.М., проректор з наукової роботи, к.т.н., доцент

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ
CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE

Котлик С.В. – директор навчально-наукового інституту комп'ютерної інженерії, автоматизації, робототехніки та програмування ОНТУ, к.т.н., доц.

ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ
DEPUTY CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE

Хобін В.А. – д.т.н., професор кафедри АТПтаРС ОНТУ

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ
MEMBERS OF THE ORGANIZING COMMITTEE

Panagiotis Tzionas, prof. (Thessaloniki, Greece)

Qiang Huang, prof. (Los Angeles C.A., USA)

Yangmin Li, prof (Macao, China)

Артеменко С.В., проф., (Одеса, Україна)

Романюк О.Н., проф. (Вінниця, Україна)

Грабко В.В., проф. (Вінниця, Україна)

Жученко А.І., проф. (Київ, Україна)

Ладанюк А.П., проф. (Київ, Україна)

Лисенко В.Ф., проф. (Київ, Україна)

Любчик Л.М., проф. (Харків, Україна)

Палов І., проф. (Русе, Болгарія)

Стовкова В.Д., доц. (Тракия, Болгарія)

Суслов В., доц. (Кошалін, Польща)

Артем'єв П., проф. (Ольштин, Польща)

Судацевські В., доц. (Кишинів, Молдова)

Аманжолова С., доц. (Алмати, Казахстан)

Інформаційні технології і автоматизація – 2023 / Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції. Одеса, 19-20 жовтня 2023 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. – 451 с.

Збірник включає матеріали доповідей учасників конференції, які об'єднані за тематичними напрямками конференції.

Збірник буде корисним як для фахівців і працівників фірм, зайнятих в області ІТ та автоматизації, так і для викладачів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками і спеціальностями програмного забезпечення, обчислювальної техніки і автоматизованих систем, прикладної математики та обробки інформації, буде корисним професіоналам з комп'ютерного моделювання та розробки комп'ютерних ігор.

Результати досліджень у збірнику представляють собою своєрідний зріз сучасного стану справ в перерахованих галузях знань, який може допомогти як фахівцям, так і студентам університетів скласти загальну картину розвитку інформаційних технологій та пов'язаних з ними питань.

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку прізвищ авторів.

Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції. Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.

Рекомендовано для публікації Вченою Радою Одеського національного технологічного університету від 20.10.2023 р., протокол № 5.

Матеріали подано українською та англійською мовами.
Редактор збірника Котлик С.В.

(Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)	
МОДЕЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ. Іохов О. Ю., Стратійчук І. О. (Національна академія Національної гвардії України), Кот В. В. (Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Україна)	55
ІМОВІРНІСТЬ ОДНОЧАСНОЇ ПОЯВИ ТРЬОХ СПЕЦІАЛЬНИХ ПОДІЙ У СХЕМІ БЕРНУЛЛІ. Котереу Є. І. (Донецький національний технічний університет, Україна)	57
SIMULATION OF A CRYPTOGRAPHIC PROTOCOL FOR AGREEMENT A SHARED SECRET KEY-PERMUTATION OF SIGNIFICANT DIMENSION WITH ITS ISOMORPHIC REPRESENTATIONS. Krasilenko V. G., Kiporenko S. S., Chikov I. A., Nikitovych D. V. (Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia National Technical University, Ukraine)	58
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГОРІННЯ З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНОСТІ ПРОЦЕСІВ. Кривченко Ю.В., Кривченко А.А. (ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", Україна)	62
МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗРАЗКІВ СКЛАДНИХ СИСТЕМ. Іохов О. Ю., Манько А. В. (Національна академія Національної гвардії України), Кухтін М. О. (Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Україна”, Україна)	65
CONSTRUCTING AN ATTRACTIVE ROUTE BY SOLVING THE TRAVELING SALESMAN PROBLEM. I.Mazurok, K.Veremiov (Odessa Mechnikov National University, Ukraine)	67
STATISTICAL MODELS OF PIPE CONFIGURATIONS FOR ASSESSMENT OF DEFECTS IN INFRASTRUCTURE OBJECTS. Mysiuk R.V. (Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine)	69
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ БІЗНЕС-ОТОЧЕННЯ КОМПАНІЇ. Москаленко В.Ю, Гринченко М.А. (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна)	72
Experimental data processing with a small sample: a combination of probabilistic and interval analysis methods. Potanina T.V., Yefimov O.V. (National technical university “Kharkiv polytechnic institute”, Ukraine)	74
МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ АЛГЕБРИ АЛГОРИТМІВ І НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ. Ракитянська Г.Б., Прус Б.В. (Вінницький національний технічний університет, Україна)	75
МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КЕШ-ПАМ'ЯТІ КОМП'ЮТЕРА. Резніченко О.В., Архипова В.В. (ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Україна)	78
МОДЕЛЮВАННЯ РЕЙТИНГОВОЇ ОЦІНКИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА. Савчук Л. М., Бандоріна Л. М., Удачина К. О. (Український державний університет науки і технологій, Україна)	79
РОЗДІЛ 2. УПРАВЛІННЯ, ОБРОБКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ	82
BASIC PRINCIPLES OF RSA AND ASYMMETRIC CRYPTOGRAPHY. Umirbekov.K.R. Ismailova R.T. (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	82
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ВРАЗЛИВОСТІ СОЦІАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ПРИ ТЕСТУВАННІ НА ПРОНИКНЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ OSINT. Болтач С.В., Миронов І.В. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	84
КІБЕРБЕЗПЕКА В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ Бутенко Т. А. (Харківський державний біотехнологічний університет, Україна)	85
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИКИ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЇ У ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТАХ. Владімірова В.Б., Селіванова А.В. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	87
INVESTIGATION OF THREAD RACE PROBLEM IN MULTITHREADED PROGRAMS. Zhulkovska I.I.¹, Zhulkovskyi O.O.², Sheiko M.A.¹, Vokhmianin H.Ya.² (¹ University of Customs and Finance, Dnipro, ² Dniprovsky	89

approximating line at the nodes determined for samples truncated by interval analysis methods is a more efficient approach for processing observational data.

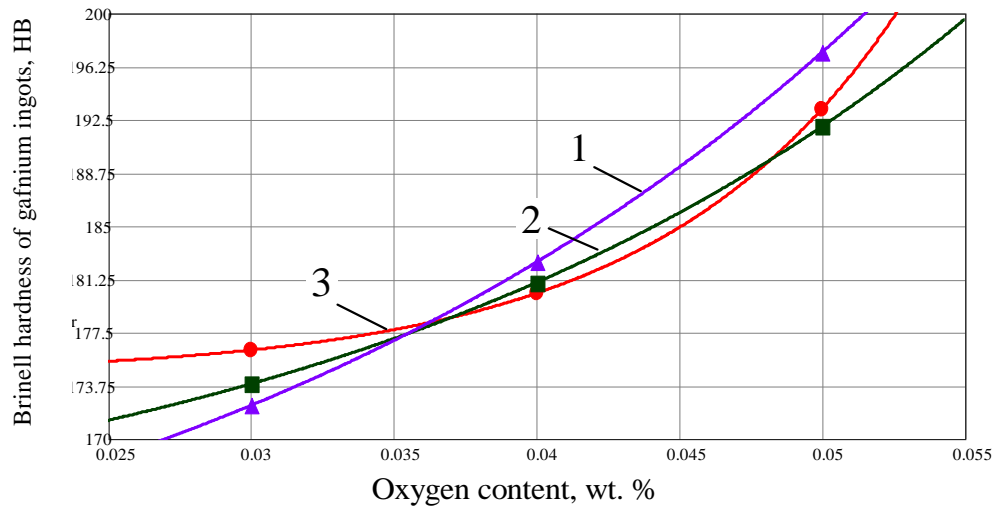


Fig. 1. The dependence of the Brinell hardness of hafnium samples on the weight oxygen content:

1 – approximation by mean values of the sample;

2 – approximation by corrected mean values of the sample; 3 – approximation by central actual values.

References

- [1] V. Olefir, V. Bosniuk, "Розрахунок обсягу вибірки як наріжний камінь планування наукового дослідження," in *Visnyk of the Lviv University. Series Psychological science*. Issue 9. pp. 186–195, 2021, doi:10.30970/PS.2021.9.24.
- [2] Richard Horton, "Offline: What is medicine's 5 sigma?," *The Lancet*, Vol. 385, Issue 9976, p. 1380, 2015, doi:10.1016/S0140-6736(15)60696-1.
- [3] *Introduction to interval analysis*, R.E. Moore, R.B. Kearfott, M.J. Cloud, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, 2009.
- [4] *Materials and decision support systems in the nuclear power industry*, O. Yefimov, M. Pylypenko, T. Potanina, et al., LAPLAMBERT Academic Publishing, 2020.
- [5] *Methods for nonlinear least squares problems. Technical Report. Informatics and Mathematical Modeling*, K. Madsen, N.B. Nielsen, O. Tingleff, Technical University of Denmark, 2004.

УДК658.784:510.6

МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ АЛГЕБРИ АЛГОРИТМІВ І НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Ракитянська Г.Б. (rakit@vntu.edu.ua), Прус Б.В. (bohdan.prus.vntu@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Запропоновано модель надійності ПЗ на основі алгебри алгоритмів і нечіткої логіки. Логіко-алгоритмічна модель надійності ПЗ дозволяє проектувати алгоритми з необхідними рівнями безпомилковості (ризик) та витрат на основі експертно-експериментальної інформації про надійнісно-часові характеристики етапів та стадій життєвого циклу ПЗ.

Постановка задачі

Основною метою розробки програмного забезпечення (ПЗ) є надання продукту найкращої якості за умови обмеженого часу (вартості). Функціональна надійність є основним критерієм, що потребує моделювання надійності на різних етапах розробки. Висновки, отримані на основі традиційних моделей зростання надійності [1, 2], не дають розуміння практикам куди спрямувати

зусилля і як розподілити ресурси, щоб зменшити ризик появи дефектів [3]. Визначення порогового значення ризику також залишається нерозв'язаною проблемою [3]. Розуміння взаємозалежності подій і процесів має вирішальне значення для надійності ПЗ [4-6]. На практиці використовуються експертні моделі, здобуті шляхом аналізу процесів розробки реальних проектів на основі спостереження відносної близькості та схожих цілей [5, 6]. Інтелектуальний аналіз процесів являє собою набір методів, спрямованих на вилучення основних знань із процесів для інтерпретації даних і розуміння процесу в динаміці [6]. Опис невизначеності, властивий процесам розробки, та врахування впливу факторів ризику зумовлює застосування моделей надійності на основі нечіткої логіки [7].

Метою моделювання є розробка логіко-алгоритмічної моделі надійності ПЗ, що дозволить проектувати алгоритми з необхідними рівнями безпомилковості (ризик) та витрат на основі експертно-експериментальної інформації про надійнісно-часові характеристики етапів та стадій життєвого циклу ПЗ.

Етапи побудови моделі надійності ПЗ

Для моделювання надійності процесу розроблення ПЗ використано принципи, сформульовані в [7-9].

Побудова моделі надійності ПЗ здійснюється на основі алгоритмічного опису подій, пов'язаних з виникненням, виявленням і видаленням помилок у системі [8, 9]. Логіко-алгоритмічна модель складається з операторів і логічних умов, а також операторних і логічних структур, що описують дискретні процеси розроблення ПЗ. В теорії надійності алгоритмічних процесів [8, 9] розрізняють робочі оператори та оператори доробки. Логічні умови формалізують операції контролю та використовуються для перевірки правильності виконання робочих та доробочних операторів [8, 9]. Опис процесу розроблення ПЗ здійснюється на основі модифікованої системи алгоритмічних алгебр В.М. Глушкова [10, 11], де регулярний алгоритм будуватиметься за допомогою лінійної, альтернативної та ітеративної операторних структур. В теорії надійності алгоритмічних процесів [8, 9] лінійна структура породжує оператор, який є еквівалентним послідовному виконанню робочих операторів; альтернативна структура породжує оператор залежно від нечіткої істинності умови контролю; ітеративна структура породжує оператор, який є еквівалентним повторному виконанню робочого оператора допоки умова контролю не стане істинною.

Процес розроблення ПЗ описується типовими операторними та логічними структурами. Лінійна структура описує послідовність робіт без контролів і зворотних зв'язків. Операції контролю відповідають етапам тестування з метою виявлення помилок. Операції доробки відповідають етапам відлагодження, спрямованих на виправлення помилок. Альтернативна структура описує розгалужений процес «робота – контроль (тестування) – доробка без зворотного зв'язку», коли помилки виявляються і одразу видаляються із системи; ітеративна структура описує циклічний процес «робота – контроль (тестування) – доробка із зворотним зв'язком», коли під час налагодження можуть бути внесені нові помилки [8, 9].

Оцінка рівня правильності виконання процесів розроблення ПЗ здійснюється на основі методу нечіткого моделювання надійності алгоритмічних процесів [7, 12]. Аналогом нечіткої бази знань та носієм моделі надійності є логіко-алгоритмічний опис подій, що пов'язані з виникненням, виявленням та усуненням причин неправильної роботи програмної системи [7, 12]. Входами процес-орієнтованої моделі є надійнісно-часові оцінки робочих, контрольних і доробочних операторів. На виході процесу спостерігаються два класи ситуацій, що відповідають правильному (μ^1) і неправильному ($\mu^0=1-\mu^1$) виконанню задачі.

Дотримуючись [7, 12], задачу оцінки надійності операторів і логічних умов зведено до задачі нечіткої ідентифікації об'єкта “входи X – вихід μ^1 ”. Входами об'єкта є розподіл типів помилок. На виході об'єкта спостерігаються два класи ситуацій, що відповідають правильному (μ^1) і неправильному (μ^0) виконанню окремих функцій. За m -арної концепції помилок [9], оцінюється можливість виявлення та виправлення помилок j -го типу, $j=1, \dots, m$.

Модель надійності у вигляді системи нечітких логічних рівнянь зв'язує функції належності правильного (неправильного) виконання процесу та його елементів, що входять в логіко-алгоритмічний опис на рівні процесу; на рівні робочих, контрольних і доробочних операцій. Для типових структур, система нечітких логічних рівнянь впливає автоматично із логіко-алгоритмічного опису, тобто нечіткої бази знань. Дотримуючись принципу нечіткої правильності

[7, 12], для рівнів правильності операторів і логічних умов визначається ступінь належності вектора вхідних параметрів X до класів роботи системи «правильно» (μ^1) і «неправильно» (μ^0). Управління ризиками здійснюється за допомогою операцій контролю та доробки, якими є тестування та відлагодження. Логічна умова, що контролює правильність виконання робочого оператора або оператора доробки, полягає у перевірці правильного (неправильного) виконання послідовності тест-кейсів, що покривають виклики та активізацію операцій інтерфейсу. Надійність виконання робочих та контрольних операторів оцінюється на основі експертно-експериментальних даних щодо розподілу помилок різних типів (помилки інтерфейсу, помилки в логіці роботи програми, помилки обробки паралельних потоків даних тощо). Ризик відмови ПЗ оцінюється експертами як наслідок дії сукупності помилок, що залишаються в системі.

Ризик внесення помилок різних типів, а також витрати часу на їх виявлення та виправлення можуть бути описані за допомогою інтервальних або нечітких оцінок, отриманих на основі експертно-експериментальної інформації. Надійність робочих операторів визначається на основі нечітких оцінок частоти внесення помилок різних типів (*часто, рідко*). Надійність операцій контролю та доробки визначається на основі інтервальних оцінок можливості виявлення та виправлення помилок різних типів (0.8–0.9). При цьому витрати часу також оцінюються нечіткими термами (*низькі, середні, високі*). Пріоритет помилки розглядається як вага правила. Функції належності, необхідні для формалізації нечітких термів, визначають зростання рівнів нечіткої правильності залежно від часу [7, 12]. Зростання функції надійності забезпечується введенням показників степеня функцій належності, що інтерпретуються як кратність або ретельність виконання операторів і логічних умов і дозволяє розподілити зусилля на тестування і доробку [7].

Дотримуючись [8], функціональна мережа, що відповідає нульовому варіанту, перетворюється допоки не буде знайдено логіко-алгоритмічний опис, який забезпечує вимоги надійності та витрат. Перетворення моделі надійності пов'язані із зміненням способів виконання її операторних та логічних структур [8, 9]. Вибір архітектурних рішень досягається шляхом використання поліпшувальних підстановок. Кожна поліпшувальна підстановка означає заміну деякого операторного або логічного фрагмента функціональної мережі іншим фрагментом із підвищеним рівнем надійності або пониженим рівнем витрат. Поліпшувальні підстановки відповідають відомим інженерним методам підвищення надійності та зменшення витрат, що використовуються у програмній інженерії.

На практиці при розробці мобільних версій розглядається перенесення функцій обробки інформації з сервера на мобільний пристрій. Це забезпечує захищеність даних та одночасно підвищує швидкодію додатку, зменшує навантаження на мережу та витрати на передачу даних. З кожною поліпшувальною підстановкою пов'язаний вектор керувальних змінних, оптимальне значення якого необхідно знайти в процесі оптимізаційного синтезу [8]. Для мобільних систем обробки мультимедійних даних такими керувальними змінними є коефіцієнти стиснення моделі розпізнавання для розгортання на пристроях з обмеженими обчислювальними ресурсами з мінімальними втратами точності. Для генерування та селекції найкращого варіанта функціональної мережі в режимі off-line використовуються генетичні алгоритми [9]. Для адаптації функціональної мережі в міру змінення вимог використовується градієнтний метод [7-9].

Висновки

Запропоновано підхід до моделювання надійності ПЗ на основі алгебри алгоритмів і нечіткої логіки. Логіко-алгоритмічна модель надійності ПЗ дозволяє проектувати алгоритми з необхідними рівнями безпомилковості та витрат на основі експертно-експериментальної інформації про надійнісно-часові характеристики етапів та стадій життєвого циклу ПЗ. Рівень нечіткої правильності операторів і логічних умов описується за допомогою функцій належності. Зростання функції надійності забезпечується введенням показників степеня функцій належності, що інтерпретуються як кратність або ретельність виконання операторів і логічних умов і дозволяє розподілити зусилля на тестування і доробку.

Список використаної літератури

- [1] Pham H. System Software Reliability. Springer Series in Reliability Engineering. Springer Verlag London, 2006. – 440 p.
- [2] Hanagal D., Bhalerao N. Software Reliability Growth Models. Infosys Science Foundation Series. Springer Singapore, 2021. – 104 p.

- [3] Rajapaksha D., Tantithamthavorn C., Jiarpakdee J., Bergmeir C., Grundy J., Buntine W., SQAPlaner: Generating Data-Informed Software Quality Improvement Plans, *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 48, no. 8, pp. 2814-2835, 2022.
- [4] Pradhan V., Kumar A., Dhar J. Emerging trends and future directions in software reliability growth modeling. In: Ed(s): H. Garg, M. Ram, In *Advances in Reliability Science, Engineering Reliability and Risk Assessment*, Elsevier, 2023, P. 131-144.
- [5] Ouriques R., Wnuk K., Gorschek T., Svensson R.B., The role of knowledge-based resources in Agile Software Development contexts, *Journal of Systems and Software*, Vol. 197, 2023, 111572.
- [6] Macak M., Daubner L., Sani M.F., Buhnova B. Process mining usage in cybersecurity and software reliability analysis: A systematic literature review, *Array*, Vol. 13, 2022, 100120.
- [7] Rotshtein A.P. System Reliability Analysis. In: *Fuzzy evidence in identification, forecasting and diagnosis / Rotshtein A.P., Rakytyanska H.B. Studies in Fuzziness and Soft Computing*, Vol. 275, Springer: Heidelberg, 2012. – 313 p.
- [8] Ротштейн О.П., Кузнецов П.Д. Проектування бездефектних людино-машинних технологій. – К.: Техніка, 1992. – 180 с.
- [9] Ротштейн О.П., Штовба С.Д., Козачко О.М. Моделювання та оптимізація надійності багатовимірних алгоритмічних процесів. Вінниця: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2007. – 215 с.
- [10] Алгеброалгоритмічні основи програмування / Дорошенко А.Ю., Фінін Г.С., Цейтлін Г.О. // К.: Наукова думка, 2004. – 256 с.
- [11] Погорілий С.Д. Системи алгоритмічних алгебр. Прикладний аспект / С.Д. Погорілий, О.О. Камардіна // Проблеми програмування. – 2006. – N 2–3. – С. 393–401.
- [12] Rotshtein A.P. Algebra of Algorithms and Fuzzy Logic in System Reliability Analysis. *Journal of Computer and Systems Sciences International*. Vol. 49 (2), 2010, P. 253 – 264.

УДК 004.254: 519.853

МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КЕШ-ПАМ'ЯТІ КОМП'ЮТЕРА

Резніченко О.В., Архипова В.В. (rezn2509@gmail.com, arh.v.1006@gmail.com)
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет» (Україна)

У тезах розглядається кеш-пам'ять комп'ютера, її типи. Визначено способи заповнення інформацією та взаємодії з іншими видами пам'яті. Проаналізовано параметри, що впливають на її функціонування, побудовано модель роботи кеш-пам'яті.

Кеш-пам'ять є спеціальною формою пам'яті комп'ютера, де зберігаються дані, до яких часто звертається процесор [1]. Цей вид пам'яті розташований між процесором та основною пам'яттю. Швидкість кеш-пам'яті менше, ніж центрального процесора, але вище, ніж оперативної [2]. При організації її роботи виникають питання щодо ефективної взаємодії кеш-пам'яті з іншими видами пам'яті та розташування даних у ній.

Можливо декілька типів розташування інформації у кеш-пам'яті. Першим типом є кеш-пам'ять з прямим відображенням [3]. Весь об'єм оперативної пам'яті поділяється на сторінки, що дорівнюють об'єму кеша, і при взаємодії кеша і оперативної пам'яті одна сторінка оперативної пам'яті розташовується у кеш-пам'яті. Потім нова сторінка розміщується зверху, затираючи вміст. Таким чином, робота відбувається неефективно, і об'єм пам'яті використовується не повністю.

Другим – є набірно-асоціативна-кеш-пам'ять. Кеш-пам'ять поділяється на сегменти, і оперативна – ділиться на сторінки, що дорівнюють одному сегменту кеша. Тоді сторінка оперативної – записується в перший сегмент, друга – в другий тощо. Це збільшує ефективність використання об'єму кеша, але ускладнює процес обробки даних.

І третім типом – є асоціативна кеш-пам'ять. Об'єм сегмента кеша стає рівним рядку кешу, це дає можливість зберігати строку оперативної пам'яті в будь-якому місці кеш-пам'яті. Таким чином, останній тип організації дає можливість максимально ефективно використовувати пам'ять.

Для побудови моделі роботи кешу було зроблено декілька припущень [4, 5]. Даний тип пам'яті має n рівнів, кожен з яких містить m комірок. Об'єм комірки дорівнює a_i . Весь об'єм

XVI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2023»**

**19 - 20 ЖОВТНЯ 2023 р.
м.Одеса**

XVI INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

**«INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION – 2023»**

**OCTOBER 19 - 20, 2023
Odessa**

Збірник включає доповіді учасників конференції. Тези доповідей публікуються у вигляді, в якому вони були подані авторами.

Відповідальність за зміст і форму подачі матеріалу несуть автори статей.

The collection includes reports of conference participants. Abstracts are published in the form in which they were submitted by the authors.

The authors of the articles are responsible for the content and form of submission of the material.

Редакційна колегія: Котлик С.В., Корнієнко Ю.К., Ломовцев П.Б.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.