

ПОЄДНАННЯ МОДЕЛЕЙ ОБЧИСЛЕНЬ БАГАТОТИПНИМИ ІДЕНТИФІКАТОРАМИ КОМПОНЕНТІВ КОМП’ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ

© Мельник А. О., 2018

Розглянуто реалізовані в сучасних комп’ютерах моделі обчислень та відповідні їм типи архітектури комп’ютера, зокрема модель обчислень із паралельним впорядкованим доступом до даних і команд. Обґрунтовано твердження, що ідентифікація компонентів комп’ютерної системи та комп’ютерної програми, а також елементів даних покладено в основу моделі обчислень, реалізованої в комп’ютері. Поставлено проблему розширення та класифікації методів ідентифікації компонентів комп’ютерних засобів, а також проблему аналізу та розроблення методів поєднання моделей обчислень через спільне використання притаманних різним моделям методів. Наведено перелік дій, які потрібно виконати для того, щоб задати в комп’ютерній програмі порядок покрокового виконання алгоритму, а також доведено, що для організації їх виконання слугують ідентифікатори компонентів комп’ютерних засобів. Описано функції – ідентифікатори компонентів комп’ютерних засобів та визначено їхні типи. Визначено класифікаційні ознаки, за якими розрізняють ідентифікатори компонентів комп’ютерних засобів, та на їх основі проведено їх класифікацію поділом на такі типи: постійні або змінні; індивідуальні або групові; одиничні або множинні. Розроблено засади виконання ідентифікації компонентів комп’ютерних засобів названими типами ідентифікаторів та наведено приклади використання та поєднання моделей обчислень різнотипними ідентифікаторами компонентів комп’ютерних засобів.

Ключові слова: моделі обчислень, компоненти комп’ютерних засобів, ідентифікатори.

A. Melnyk

Lviv Polytechnic National University,
Department of Computer Engineering

COMBINING THE MODELS OF COMPUTATION BY THE MULTITYPE IDENTIFIERS OF THE COMPUTER FACILITIES COMPONENTS

© Melnyk A., 2018

The models of computation realized in modern computers and corresponding types of computer architecture are shortly considered, including the model of computation with parallel ordered access to the data and instructions. The statement that the identification of components of a computer system and a computer program, as well as data items is the basis of the computational model implemented in the computer is justified. The problem of expansion and classification of methods for the computer tool components identification, as well as the problem of analysis and development of methods for combining the models of

computation through the sharing of methods inherent to different models are formulated. The list of actions to be performed in order to set the algorithm's step-by-step procedure in the computer program is provided, and it is proved that the identifiers of computer components are used to organize their execution. The functions of the identifiers of computer components are described and their types are defined. The classification features by which the identifiers of the computer facilities are distinguished, and on their basis their classification was made by their dividing into the following types: constant or variables; individual or group; single or plural. The principles of identification of the computer facilities components by the named types of identifiers are developed and examples of uses and combination of the models of computation with different types of the computer facilities components identifiers are given.

Key words: model of computation, components of computer facilities, identifiers.

Вступ

Як і будь – які об’єкти, компоненти комп’ютерних систем та мереж, так само як і компоненти комп’ютерних програм, які в них виконуються, а також елементи даних, які підлягають опрацюванню за алгоритмами, поданими цими програмами, можна ідентифікувати за певними ознаками. Ідентифікацію компонентів комп’ютерної системи та комп’ютерної програми, а також елементів даних покладено в основу моделі обчислень, реалізованої в комп’ютері, оскільки дає змогу вирішити проблему визначення, на якому саме пристрої комп’ютерної системи та над якими елементами даних які типи операцій виконувати, а також як задати їх порядкову послідовність, кількість виконуваних кроків або коли закінчувати виконання програми.

У сучасних комп’ютерах практично реалізовано кілька моделей обчислень та відповідних їм типів архітектури комп’ютера. Основним архітектурним чинником, який обмежує продуктивність сучасного комп’ютера, є вузькі місця реалізованої в ньому моделі обчислень, насамперед пов’язані з використанням у цій моделі методом ідентифікації компонентів комп’ютерних засобів.

У новітніх високопродуктивних комп’ютерах до базової моделі обчислень на основі пам’яті з довільним доступом вводять елементи інших моделей, зокрема моделі на основі асоціативної пам’яті та моделі машини потоку даних. Таке доповнення базової моделі обчислень сприяє подальшому вдосконаленню комп’ютерів.

Оскільки основним при імплементації моделі обчислень в комп’ютері є питання ідентифікації компонентів комп’ютерних засобів, пропонується поєднувати моделі обчислень, використовуючи різнотипні ідентифікатори компонентів комп’ютерних засобів. Таким поєднанням моделей обчислень можна суттєво покращити технічні характеристики комп’ютерів, що є особливо актуальним сьогодні, коли суттєво впали темпи зростання продуктивності комп’ютера завдяки вдосконаленню інтегрованих технологій.

1. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Під моделлю обчислень розуміють абстрактний пристрій, який використовують для виконання обчислень. Наприклад, моделлю обчислень є машина Тюрінга [1], яка виконує такі операції як запис символу на стрічку, читання символу зі стрічки, зміщення стрічки праворуч/ліворуч тощо.

Модель обчислень використовують для оцінювання розв’язності задач та складності алгоритмів їх розв’язування. Ці моделі є абстрактними, оскільки вони подають підхід до виконання обчислень, а не реалізують ці обчислення. Модель обчислень використовують також для побудови архітектури комп’ютера. Тобто комп’ютер реалізують на основі моделі обчислень з врахуванням інноваційних ідей, схемотехнічних рішень та можливостей технології. Не всі моделі обчислень піддають реалізації в комп’ютерах, так само як далеко не всі моделі обчислень доцільно реалізовувати в комп’ютерах на певному етапі їх розвитку. Так, дуже низький рівень складності операцій згаданої вище машини Тюрінга робить недоцільною її реалізацію з позиції продуктивності функціонуючого на її основі комп’ютера. Більше того, машина Тюрінга не може реально існувати, оскільки має необмежену стрічку.

У сучасних комп'ютерах практично реалізовано кілька моделей обчислень та відповідних їм типів архітектури комп'ютера. Найуживанішою є архітектура, названа іменем Джона фон Неймана, який першим її описав [2]. Крім цієї використовують архітектуру на основі асоціативної пам'яті [3–5], стекову архітектуру [6–8], машину потоків даних [9–11]. У роботах [12,13] запропоновано новий тип пам'яті та модель обчислень із паралельним впорядкованим доступом до даних і команд, а також архітектуру комп'ютера на її основі.

Основним архітектурним чинником, який обмежує продуктивність сучасного комп'ютера, є вузькі місця реалізованої в ньому моделі обчислень, насамперед пов'язані з використанням у цій моделі методом ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів. Наприклад, використання моделі обчислень на основі пам'яті з довільним доступом (моделі Джона фон Неймана), яка є адресною і забезпечує довільний доступ у кожному циклі лише до однієї комірки [14, 15], за визначенням не дає змоги здійснити в одному такті доступ до кількох комірок. Тобто послідовний характер обчислень закладено вже в принципах побудови комп'ютера на основі цієї моделі. Крім того, в комп'ютері, який реалізує цю модель обчислень, можна використовувати лише один лічильник програм. Це ще одне вузьке місце, яке обмежує можливість підвищити продуктивність комп'ютера.

Паралельне завантаження до процесора декількох команд з основної пам'яті та використання принципів машини потоків даних для їх подання на опрацювання, як це відбувається в суперскалярній архітектурі комп'ютера, та пакування декількох послідовних команд у одне довге командне слово зі спільним ідентифікатором, як це відбувається в архітектурі VLIW, дозволяє збільшити продуктивність, але значно ускладнює роботу комп'ютера та потребує модернізації моделі обчислень та введення до неї елементів інших моделей, зокрема моделі на основі асоціативної пам'яті та моделі машини потоку даних.

Як видно, поєднання моделей обчислень, зокрема через спільне використання притаманних різним моделям методів ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів, та створення на їх основі нових типів архітектури комп'ютера відкриває принципово нові шляхи до вдосконалення комп'ютерних засобів. Це завдання особливо актуальне в наші дні, коли темпи зростання продуктивності комп'ютера шляхом вдосконалення інтегрованих технологій суттєво впали.

2. Постановка проблеми

Питання ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів є основним при імплементації моделі обчислень у комп'ютері. Ідентифікація компонентів комп'ютерних систем та мереж необхідна для звернення до них з боку комп'ютерної програми, яка здійснює керування ними в процесі їх функціонування. Ідентифікація елементів даних необхідна для вказівки на них з боку комп'ютерної програми для їх подання у заданій алгоритмом послідовності на опрацювання. Тому як ідентифікатори компонентів комп'ютерних систем та мереж, так і ідентифікатори елементів даних є складовими комп'ютерних програм.

Більше того, потреба безпрецедентного збільшення кількості опрацьовуваних даних, що спричинила появу технології великих даних, та потреба безпрецедентного збільшення кількості компонентів комп'ютерних систем та мереж, спричинена появою технології Інтернету речей та створенням кіберфізичних систем, вимагають проведення систематизації та вдосконалення існуючих систем ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів.

Сьогодні в таких наукових напрямках комп'ютерних технологій, як теорія обчислень, архітектура та організація функціонування комп'ютерних систем та мереж, системне програмування та системне програмне забезпечення напрацьовано методи та відповідні їм способи ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів, які в переважній більшості ґрунтуються на використанні операцій переліку та адресації.

Постає проблема розширення та класифікації цих способів, а також аналізу та розроблення методів поєднання моделей обчислень через спільне використання притаманних різним моделям методів ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів, що відкриє можливості створення на їх основі нових типів архітектури комп'ютера з метою покращення технічних характеристик комп'ютерних засобів.

3. Потреба в ідентифікаторах компонентів комп'ютерних засобів та їхніх типів

Для того, щоб комп'ютерний пристрій зміг розв'язати задачу за певним алгоритмом, передати та опрацювати дані, проаналізувати їх та прийняти рішення, надати певний інформаційний сервіс тощо, йому потрібно задати необхідну для цього послідовність дій, тобто послідовність покрокового виконання на ньому відповідного алгоритму, ввівши до нього відповідний розпис. Таким розписом слугує комп'ютерна програма. Комп'ютерна програма подає виконуваний алгоритм внутрішньою мовою комп'ютера. Комп'ютерну програму (її ще називають виконавчим або машинним кодом) створюють відповідно до деяких правил, які визначають, виходячи з будови (точніше, архітектури) комп'ютера. Оскільки існують різні типи комп'ютерів, які мають відмінну архітектуру, то їхня внутрішня мова відрізняється.

Щоб задати в комп'ютерній програмі послідовність покрокового виконання алгоритму, потрібно виконати такі дії:

- ✓ для кожного кроку роботи комп'ютера вказати пристрої, на яких виконуватимуться операції (дії), та за потреби визначити, якими інформаційними та керуючими входами цих пристроїв надходитимуть відповідні дані та команди та з яких виходів цих пристроїв прийматимуться відповідні дані та команди;

- ✓ вказати для кожного кроку роботи комп'ютера та для кожного його пристрою, які операції мають бути виконані в цих пристроях;

- ✓ для кожного кроку роботи комп'ютера та для кожного його пристрою задати елементи даних, над якими виконуватимуться операції;

- ✓ вказати на початок та завершення виконання алгоритму.

Для вказівки на те, в яких конкретно пристроях комп'ютера виконуються певні операції та якими інформаційними та керуючими входами цих пристроїв надходять відповідні дані та команди, а також з яких виходів цих пристроїв приймаються відповідні дані та команди, на них необхідно послатись. Для такого посилання використовують ідентифікатори. Відомо, що ідентифікатор – це позначка компонента системи, надана йому з метою його подальшого розпізнавання, а ідентифікація – це закріплення за компонентами системи ідентифікаторів і/або розпізнавання шуканого компонента системи шляхом порівняння його ідентифікатора із переліком закріплених ідентифікаторів компонентів системи. Тобто, для керування роботою комп'ютера відповідно до комп'ютерної програми потрібно розробити систему ідентифікації пристроїв, що входять до його складу, яка міститиме методи та способи ідентифікації пристроїв, їхніх входів і виходів. Причому ідентифікатори пристроїв комп'ютера та ідентифікатори їхніх входів і виходів мають входити до складу компонентів комп'ютерної програми.

Для визначення того, який тип операції має бути виконаний в певному пристрої комп'ютера, цю операцію потрібно якимось чином задати. Тобто, для забезпечення розпізнавання типів операцій потрібно розробити систему їх ідентифікації, яка міститиме відповідні методи та способи ідентифікації типів операцій, які входять до системи операцій комп'ютера. Причому, так само як і ідентифікатори пристроїв комп'ютера та ідентифікатори їхніх входів і виходів, ідентифікатори типів операцій мають входити до складу компонентів комп'ютерної програми.

Аналогічно, для забезпечення розпізнавання елементів масивів вхідних або проміжних даних, над якими виконують операції на певному кроці роботи комп'ютера, а також даних, які є результатами виконання операцій, що належать масиву кінцевих даних, потрібно розробити систему їх ідентифікації, яка міститиме відповідні методи та способи ідентифікації. Відповідно, ідентифікатори елементів даних мають входити до складу компонентів комп'ютерної програми.

Для того, щоб вказати для кожного кроку роботи комп'ютера та для кожного його пристрою типи операцій, які мають бути виконані в цих пристроях, використовують команди. Для забезпечення розпізнавання команд, за вказівкою яких виконують операції на певному кроці роботи комп'ютера, потрібно розробити систему їх ідентифікації, яка міститиме відповідні методи та способи ідентифікації. Відповідно, ідентифікатори команд мають входити до складу компонентів комп'ютерних засобів.

І, своєю чергою, для розпізнавання ідентифікаторів, які забезпечують розпізнавання компонентів комп'ютерних засобів на кожному кроці його роботи, потрібно розробити систему їх ідентифікації, яка міститиме відповідні методи та способи ідентифікації. Відповідно, ідентифікатори ідентифікаторів мають входити до складу компонентів комп'ютерних засобів.

Отже, до числа ідентифікаторів компонентів комп'ютерних засобів належать такі:

- ідентифікатори пристроїв комп'ютера та їхніх інформаційних та керуючих входів та виходів;
- ідентифікатори типів виконуваних операцій;
- ідентифікатори початкових, проміжних та кінцевих даних;
- ідентифікатори команд, які позначають типи виконуваних операцій над даними на кожному кроці роботи комп'ютера;
- ідентифікатори ідентифікаторів компонентів комп'ютерних засобів, тобто пристроїв комп'ютера, типів виконуваних операцій, елементів даних та команд.

4. Моделі обчислень та використовувані в них ідентифікатори компонентів комп'ютерних засобів

В сучасних комп'ютерах залежно від реалізованої моделі обчислень в ролі наведених вище типів ідентифікаторів компонентів комп'ютерних засобів використовують такі:

- адреса компонента комп'ютерних засобів у випадку використання моделі обчислень на основі пам'яті з довільним доступом (моделі Джона фон Неймана), оскільки ця пам'ять є адресною і забезпечує доступ за адресою до відповідної комірки на кожному кроці;
- мітка, ім'я або числове значення цифрового коду компонента комп'ютерних засобів у випадку використання моделі обчислень на основі асоціативної пам'яті;
- позиція у відповідному масиві компонента комп'ютерних засобів у випадку використання моделі обчислень на основі пам'яті із паралельним впорядкованим доступом до даних і команд. Відповідно до цієї моделі обчислень, для ідентифікації кожної команди та кожного початкового, проміжного і кінцевого елементів даних використовують їх індексацію у відповідних масивах, зберігають їх на носії інформації (пам'яті) з паралельним безконфліктним доступом, впорядковують їх у масивах відповідно до індексів та паралельно опрацьовують ці масиви [9].
- числове значення вмісту деякого вказівника на компонент комп'ютерних засобів у випадку використання моделі обчислень на основі вказівника стека.

5. Класифікація ідентифікаторів компонентів комп'ютерних засобів

5.1. Класифікаційні ознаки ідентифікаторів компонентів комп'ютерних засобів

Існує кілька класифікаційних ознак, за якими можна розрізнити ідентифікатори компонентів комп'ютерних засобів. Цими ознаками є такі:

✓ змінюються чи не змінюються ідентифікатори компонентів комп'ютерних засобів від однієї програми до іншої;

✓ для ідентифікації одного чи кількох компонентів комп'ютерних засобів використовують ті самі ідентифікатори;

✓ один чи кілька ідентифікаторів має один чи група компонентів комп'ютерних засобів.

Залежно від цих ознак поділимо ідентифікатори компонентів комп'ютерних засобів на такі типи:

✓ постійні або змінні;

✓ індивідуальні або групові;

✓ одиничні або множинні.

5.2. Постійні та змінні типи ідентифікаторів компонентів комп'ютерних засобів

Як вже було зазначено вище, залежно від того, змінюються чи не змінюються ідентифікатори компонентів комп'ютерних засобів від однієї програми до іншої, можуть бути два типи ідентифікаторів: постійні та змінні.

Ідентифікація постійними ідентифікаторами – це закріплення за компонентом комп'ютерних засобів ідентифікатора, який не змінюється від однієї програми до іншої (рис.1).

Постійний ідентифікатор	Компонент
-------------------------	-----------

Рис. 1. Ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів постійними ідентифікаторами

Ідентифікація змінними ідентифікаторами – це закріплення за компонентом комп'ютерних засобів ідентифікатора, який є тимчасовим (рис. 2).

Змінний ідентифікатор	Компонент
-----------------------	-----------

Рис. 2. Ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів постійними ідентифікаторами

5.3. Індивідуальні та групові типи ідентифікаторів компонентів комп'ютерних засобів

Класифікація цього типу ідентифікаторів ґрунтується на тому, яке значення має певний ідентифікатор у визначенні групової належності й індивідуальної тотожності.

Індивідуальний ідентифікатор – це ідентифікатор, який закріплюють лише за одним компонентом комп'ютерних засобів (рис. 3).

Індивідуальний ідентифікатор	Компонент
------------------------------	-----------

Рис. 3. Ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів індивідуальними ідентифікаторами

Груповий ідентифікатор – це ідентифікатор, який закріплюють за певною групою компонентів комп'ютерних засобів (рис. 4.).

Груповий ідентифікатор	Компонент 0	...	Компонент n-1
------------------------	-------------	-----	---------------

Рис. 4. Ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів груповими ідентифікаторами

У процесі ідентифікації можуть виявитися одночасно потрібними обидва типи ідентифікаторів.

5.4. Одиначна та множинна ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів

Ідентифікацію називають одиначною, якщо один чи група компонентів комп'ютерних засобів мають один ідентифікатор.

Ідентифікацію називають множинною, якщо один чи група компонентів комп'ютерних засобів мають кілька ідентифікаторів.

Одні і ті самі компоненти комп'ютерних засобів можуть одночасно ідентифікуватися різними індивідуальними ідентифікаторами (рис. 5).

Індивідуальний ідентифікатор 0	...	Індивідуальний ідентифікатор k-1	Компонент
--------------------------------	-----	----------------------------------	-----------

Рис. 5. Множинна ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів індивідуальними ідентифікаторами

Так само одні і ті самі компоненти комп'ютерних засобів можуть одночасно ідентифікуватися різними груповими ідентифікаторами (рис. 6).

Груповий ідентифікатор 0	...	Груповий ідентифікатор k-1	Компонент 0	...	Компонент n-1
--------------------------	-----	----------------------------	-------------	-----	---------------

Рис. 6. Множинна ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів груповими ідентифікаторами

Більше того, одні і ті самі компоненти комп'ютерних засобів можуть одночасно ідентифікуватися як груповими, так і індивідуальними ідентифікаторами (рис. 7).

Груповий ідентифікатор	Індивідуальний ідентифікатор 0	Компонент 0	...	Індивідуальний ідентифікатор n-1	Компонент n-1
------------------------	--------------------------------	-------------	-----	----------------------------------	---------------

Рис. 7. Множинна ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів індивідуальними та груповими ідентифікаторами

6. Приклади використання та поєднання моделей обчислень різнотипними ідентифікаторами компонентів комп'ютерних засобів

Постійними ідентифікаторами (рис. 1) ідентифікують компоненти комп'ютерних засобів, які формують розробники комп'ютера, а не комп'ютерної програми. Це пристрої комп'ютера, їхні інформаційні та керуючі входи та виходи, а також типи виконуваних у комп'ютері операцій, оскільки ці компоненти комп'ютерних засобів у певному комп'ютері визначають під час його проектування та використовуються різними програмами в як їхні компоненти з тими самими ідентифікаторами.

Змінними ідентифікаторами (рис. 2) ідентифікують початкові, проміжні та кінцеві дані, ідентифікатори даних, команди, ідентифікатори команд та ідентифікатори ідентифікаторів компонентів комп'ютерних засобів, оскільки ці компоненти комп'ютерних засобів визначають у процесі формування програми та оскільки вони можуть змінюватися від однієї програми до іншої або в тій самій програмі.

Групові ідентифікатори (рис. 4.) доцільно використовувати за потреби одночасного доступу до груп компонентів комп'ютерних засобів. Наприклад, це одночасне зчитування з пам'яті згрупованих у одну макрокоманду кількох команд, як це є в архітектурі комп'ютера з довгим командним словом (VLIW), одночасне зчитування з пам'яті комплексних чисел тощо.

Множинна ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів індивідуальними (рис. 5) та груповими (рис. 6) ідентифікаторами, а також одночасно як індивідуальними, так і груповими ідентифікаторами (рис. 7), передбачає поєднання у комп'ютері двох і більше моделей обчислень.

Так, ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів, наприклад, елементів даних за адресами їх зберігання та за їхніми мітками (рис. 8) передбачає одночасне закріплення за ними адрес, за якими їх можна знайти у відповідному пристрої комп'ютера, та міток, які однозначно ідентифікують ці компоненти та за якими їх можна розпізнати.

Адреса	Мітка	Дане
--------	-------	------

Рис. 8. Ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів за адресами їх зберігання та за їхніми мітками

Ідентифікація компонентів комп'ютерних засобів, наприклад, двох команд, за їхніми індексами (рис. 9) передбачає одночасне закріплення за ними обома того самого індексу, за яким їх можна знайти у відповідному масиві команд.

Індекс	Команда 1	Команда 2
--------	-----------	-----------

Рис. 9. Ідентифікація двох компонентів комп'ютерних засобів за їхніми індексами

Показаний підхід до поєднання моделей обчислень через спільне використання притаманних різним моделям методів ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів дозволяє використати переваги кожної моделі обчислень для певних типів обчислень. Технологічно використанню цього підходу сприяє наявність руконфігурованих засобів у комп'ютерних системах, які дозволяють переналаштовувати комп'ютер на відповідний тип архітектури. Тим самим відкриваються нові шляхи покращення технічних характеристик комп'ютерних засобів.

Висновки

Обґрунтована актуальність та важливість поєднання моделей обчислень через спільне використання притаманних різним моделям методів ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів, та створення на їх основі нових типів архітектури комп'ютера.

Поставлена проблема розширення та класифікації методів ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів, а також проблема аналізу та розроблення методів поєднання моделей обчислень через спільне використання притаманних різним моделям методів.

Сформовано перелік завдань, які потрібно вирішити для того, щоб задати порядок покрокового виконання алгоритму в комп'ютері, та показано, що для їх вирішення до компонентів комп'ютерних засобів, крім команд, які вказують типи виконуваних операцій над даними, потрібно включити такі ідентифікатори: пристроїв комп'ютера та їхніх інформаційних та керуючих входів та виходів; типів виконуваних операцій; початкових, проміжних та кінцевих даних; команд; ідентифікаторів пристроїв комп'ютера, типів виконуваних операцій, елементів даних та команд. Тим самим визначено перелік компонентів комп'ютерних засобів.

Подано означення методу ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів як сукупності основних принципів позначення компонентів комп'ютерних засобів з метою забезпечення їх впорядкування у послідовності, які готові для подання на опрацювання відповідно до порядку виконання алгоритму.

Описано використовувані в сучасних комп'ютерах моделі обчислень та використовувані в них ідентифікатори компонентів комп'ютерних засобів.

Визначено класифікаційні ознаки, за якими розрізняють ідентифікатори компонентів комп'ютерних засобів, та на їх основі класифіковано їх поділом на такі типи: постійні або змінні; індивідуальні або групові; одиничні або множинні.

Розроблено засади виконання ідентифікації компонентів комп'ютерних засобів названими типами ідентифікаторів та наведено приклади використання та поєднання різнотипних ідентифікаторів компонентів комп'ютерних засобів у моделях обчислень.

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Turing_machine. 2. Burks, Arthur W., Herman H. Goldstine, and John von Neumann. *Preliminary Discussion of the Logical Design of an Electronic Computing Instrument*. [Princeton: Institute for Advanced Studies, September 1947.] 3. Batcher, K., *Staran Parallel Processor System Hardware*, Proc. National Computer Conf. AFIPS., 1974, pp. 405–410. 4. Stormon, C. e. a., *A General-purpose CMOS Associative Processor IC and System*. IEEE Micro, Vol. 12, No. 6, Dec, 1992, pp. 68–78. 5. Potter, J., *Associative Computing – A Programming Paradigm for Massively Parallel Computers*, N.Y.: Plenum Publishing, 1992. 6. Schoeberl, M., *Design and Implementation of an Efficient Stack Machine*, In: *In Proceedings of the 12th IEEE Reconfigurable Architecture Workshop, RAW 2005, Denver, Colorado, USA, April, 2005*. 7. Koopman, P. J., *Stack computers: the new wave*, Halsted Press, 1989. 8. Agervala, T. and Arvind, *Data Flow Systems*, Computer, Vol. 15, No. 2, Feb, 1982, pp. 10–13. 9. Gajski, D. D., Padua, D. A., Kuck, D. J., and Kuhn, R., *A Second Opinion on Data Flow Machines and Languages*, Computer, Vol. 15, No. 2, Feb, 1982, pp. 58–69. 10. Gurd, J. and Watson, I., *A Practical Data Flow Computer*, Computer, Vol. 15, No. 2, Feb, 1982, pp. 51–57. 11. Melnyk A.O. *Computer Memory with Parallel Conflict-Free Sorting Network-Based Ordered Data Access*. Recent Patents on Computer Science, 2015, Volume 8(1), pp. 67–77. 12. Melnyk A. *Parallel ordered-access machine computational model and architecture* / Anatoliy Melnyk // *Advances in Cyber-Physical Systems*. – 2016. – Volume 1, number 2. – P. 93–101. 13. Melnyk A. *Ordered access memory and its application in parallel processors architecture* / Anatoliy Melnyk // *Advances in Cyber-Physical Systems*. – 2017. – Volume 2, number 2. – P. 54–62. 14. Stallings, W., *Computer Organization and Architecture*, Pearson, 10th ed., 2016. Melnyk A. *Computer Architecture*. Scientific publication. – Lutsk: Volyn Regional Publishing House, 2008. – 470 p.