

K. Jain. – Springer-Verlag London Limited. – 2005. – 395 с. 5. Давидов М. В. Вибір ефективного методу опрацювання зображень на основі еталону для ідентифікації елементів жестової мови / М. В. Давидов, В. В. Пасічник, Ю. В. Нікольський // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики: Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. —2008. — №139. — С. 59—68. 6. Saat Akyol Evaluation of ASM head tracker for robustness against occlusion / Saat Akyol, Jörg Zieren. – Proceedings of the International Conference on Imaging Science, Systems, and Technology (CISST 02), June 24-27, Las Vegas, Nevada. Volume I, CSREA Press, ISBN 1-892512-95-5. 7. Давидов М. В. Методи та засоби опрацювання зображень реального часу для ідентифікації елементів жестової мови / М. В. Давидов, Ю. В. Нікольський // Штучний інтелект: наук.-техн. журнал. – Донецьк: Державний університет інформатики і штучного інтелекту, 2008. – №1. – С. 131–138. 8. Давидов М. В. Визначення форми губ при артикуляції в українській жестовій мові / М. В. Давидов, Ю. В. Нікольський, С. М. Тиханський // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2010. – №673. – С. 267–273. 9. Robust Real-time Object Detection / Paul Viola, Michael Jones. – International Journal of Computer Vision (2001), Volume 57, Issue 2, Publisher Citeseer, Pages: 137–154. 10. Normalized RGB - [Електронний ресурс]: <http://www.aishack.in/2010/01/normalized-rgb/>. 11. BioID face database [Електронний ресурс]: <http://www.bioid.com/support/downloads/software/bioid-face-database.html>.

УДК 004.9

¹ Я. Драган, ² М. Медиковський, ³ Н. Шаховська
Національний університет “Львівська політехніка”,
¹кафедра програмного забезпечення,
²кафедра автоматизованих систем управління,
³кафедра інформаційних систем та мереж

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І ПРОБЛЕМА КОНЦЕПЦІЇ ПРОСТОРУ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

© Драган Я., Медиковський М., Шаховська Н., 2011

Як вислід системного аналізу онтології понять, що стосуються формування рішень, та аналогій з відомими науковими фактами обґрунтовано запровадження поняття простору даних.

Ключові слова: формування рішень, інформація, відомості, дані, простір даних.

As outcome of system analysis ontology concepts concerning the formation of solutions and analogies with the known scientific facts there is justified the introduction of the concept of dataspace.

Keywords: decisions formation, information, data, dataspace.

Реконструкція проблеми

Новий науковий напрямок досліджень, що стимульований потребами Другої світової війни, виник як поєднання ідей та результатів двох галузей досліджень, відомих під назвами кібернетика та теорія інформації. Перша виникла як результат розширення ідеї про однаковість принципів керування у живих організмах та штучних утворах, що її висловив на початку минулого століття катеринославець Ярослав Грдіна і широко розпропагував американець, батьки якого походили з Білорусі (батько навіть був у Америці викладачем слов'янських мов), Норберт Вінер [1]. А становлення теорії інформації (як її дуже невдало стали називати) пов'язують з ім'ям Клода Шеннона, який у 1948 р. опублікував статтю “Математична теорія комунікації” (рос. связи) (див.

[2], с. 243–332). Про нього в передмові до збірника [2] його праць московський академік Андрей Колмогоров писав: “К. Шеннон є винятковим прикладом поєднання абстрактного математичного мислення з широким водночас цілком конкретним розумінням великих проблем техніки... Своєрідна роль його й у створенні кібернетики. На відміну від Норберта Вінера, Шеннон не займався пропагандою і систематизацією цієї нової науки. Але він створив основи теорії інформації і значною мірою визначив своїми працями розвій загальної теорії автоматів, які становлять два великі розділи кібернетики, що посідають у ній чи не центральне місце... З погляду перспектив розвитку теорії інформації та кібернетики цікавою є невелика нотатка “Бандвагон” (див. [2], с. 262–268) – скромний і діловий підхід до здобутків у цих областях, на той час типовий для Шеннона”.

У згаданій нотатці Шеннон застерігає проти необдуманого зловживання терміном “інформація”, а закликає завжди спеціально обґрунтовувати в конкретних ситуаціях використання його шляхом висування відповідних гіпотез та експериментального справдження їх, а “результати публікувати тільки після серйозної критики як зі свого боку, так і з боку своїх колег. Краще мати невелику кількість першокласних статей, ніж багато слабо продуманих і недоопрацьованих публікацій, які не принесуть честі їхнім авторам і тільки заберуть час читачів”.

А в аналогічній публікації “Деякі задачі теорії інформації” (1952: [2], с. 461–463) повертається до факту, що слово “інформація” стало широковживаним, але у праці 1948 р. фактично немає коректного означення відповідного поняття як наукового терміна. Тому висуває як провідну ідею для його запровадження: 1) джерела інформації є елементами структури даних; 2) оборотний образ повідомлення містить ту саму кількість даних, що й саме повідомлення. Цю ідею ілюструє по суті опублікована у праці 1948 р. теорема відліків про подання загалом неперервного сигналу послідовністю еквідистантних відліків його значень через так званий інтервал Найквіста.

В опублікованій тоді ж книжці [3] відомий французький фізик Л. Брілюен теж підкреслює потребу строгих означень для формулювання наукової теорії, які можуть ґрунтуватися на двох різних принципах : 1) у математиці означення ґрунтуються на чітко сформульованих аксіомах, а складніші сутності виводять із аксіом і формулюють через них; 2) експериментальні науки оперують (в сенсі П. Бріджмена) коротким описом експерименту для виміру цих величин. Зараз фізика такі величини називає фізичними, тобто такими, що їх можна поміряти, а ті, що їх не можна визначити операційно, відкидає (він – Брілюен, указує ефір, який релятивістська фізика відкинула).

Брілюен застосовує концепцію Шеннона до фізичних процесів, зокрема розглядає так звану проблему демона Максвелла, яку досліджував ще 1929 р. угорець Л. Сілард, та пов’язання інформації з ентропією, перевідкрите власне Шенноном. Брілюен як фізик і француз природно доповнив трактування цієї пов’язаності як термодинамічної, вказавши, що інформація в ролі міри випадковості структури системи має бути тлумачена як від’ємний доданок ентропії системи (через що для нього запровадив термін негентропів) і показав справедливість при інформаційних експериментах принципу Карно: кількість отриманої інформації завжди менша за зростання ентропії системи. Цей негентропійний принцип інформації виражає той загальновідомий факт, що розсіяння енергії завжди відбувається шляхом перетворення її на тепло. Ефективність експерименту оцінює саме відношення отриманої інформації до зумовленого цим приросту ентропії, і згідно з принципом Карно вона завжди менша за одиницю.

При цьому на запитання: “що є інформацією?” відповідає, цитуючи (частково) словник Вебстера (див. [4], а також [5]), бо книжка його побудована на матеріалах викладів у США): “Повідомлення або отримання знань чи відомостей; факти, підготовлені для повідомлення, на відміну від тих, що втілені в думці чи знаннях; дані, новини, відомості, отримані шляхом вивчення чи спостереження...” І з цього робить висновок: “Ми можемо установити, що інформація є сирий матеріал і складається з простого зібрання даних, тоді як знання передбачає певний роздум і міркування, що зорганізують дані шляхом зіставлення й класифікації. Наступний крок приводить до наукового знання й формування наукових законів. Як можна сформулювати наукову теорію інформації? Передовсім слід почати з точного означення. Наука починається, коли значення чітко розмежовані”, тобто, інакше кажучи, з означення термінів.

Але перед цим ще пригадаймо, що Д. Габор [6] у 1950 р. говорив, розглядаючи пов'язання інформаційних проблем з фізикою, про теорію комунікації, як і Шеннон, а вже Брілюен – тільки про теорію інформації. І його книжка [3] зіграла велику роль у справі формування ряду важливих питань і звернення уваги дослідників на проблему синтезу математичної теорії інформації з фізикою. У [7] проаналізовано як приклади “фізичні системи в ролі носіїв сигналів”, зокрема “квантової теорії перенесення інформації електромагнітним полем”. Навіть тільки вказана тут неузгодженість термінів вже підкреслює потребу наведення ладу у цій справі.

А згадана раніше кібернетика, отримавши шквал критики в колишньому Радянському Союзі (пригадаймо, що юридично ніякого “союзу” країни, окуповані радянською Росією, не творили, і тільки М. Горбачов заходився підписувати нібито “новий” договір), а потім – бум універсальної науки, відійшла, як і Союз, у небуття. Проте слід кібернетика залишила, виопукливши проблеми управління, автоматичного керування, діагностики (зокрема медичної) і передовсім проблеми підтримки формування рішень у ситуаціях апріорної невизначеності.

Зокрема проблеми автоматизації беруть початок, як заведено вважати, від шотландців – спершу Дж. Ватт для вдосконалення парового двигуна запровадив відомий відцентровий регулятор з дросельною заслінкою, а тоді Дж. К. Максвелл цю обставину поставив як наукову задачу у праці “Про регулятори” (1868 р.), яку продовжили інші дослідники, але при цьому фактично замінили принципи функціонування (не зауваживши, що пристрій Ватта був, по суті, аналоговим комп'ютером) на концепцію компенсації відхилень шляхом так званого зворотного зв'язку. І тільки останнім часом її заміняє, зокрема в працях Л. Сікори [8], нова концепція – інтелектуалізації, розриваючи зворотний зв'язок і розвиваючи системно-сигнальні засоби у поєднанні зі швидкодійними комп'ютерами і спеціальними процесорами, стає основою оцінювання ситуацій з випередженням, формування стратегій досягнення цілей та оцінення якості керування у складних системах, ґрунтуючись на ідеях нашого знаменитого науковця Є. Слуцького – фундатора, за свідченням вихованця львівсько-варшавської школи польського філософа і логіка Т. Котарбінського, праксеології – теорії справної (ефективної) діяльності [9–11].

Не забуваймо також, що в керуванні важливою є наявність надійних відомостей про керований об'єкт, які за аналогією з іншими сферами людської діяльності – як розвідка (військова, агентурна), розслідування (поліційне, журналістське), обстеження (лікарське, інспекційне) доцільно назвати власне інформацією про досліджуваний об'єкт. При цьому дослідник має у своєму розпорядженні обмежений запас (набір) даних стосовно цього об'єкта, які фактично стають даними для розв'язання задачі підтримки формованого рішення у процесі його формування.

Досвід показав доцільність такого трактування. Тому постає проблема – дати стисле, коректне, логічно й ефективне математичне означення даних, інформації, простору даних, що має усунути зазначені неточності, суперечності і плутанину термінів, даючи означення в дусі Г. Фреге – понять, а не предметів [12].

Спроба обґрунтування формального означення простору даних

У кожній науковій галузі важливі початкові поняття: як твердять історики науки, вироблення таких понять у фізиці зайняло близько трьох століть: від Арістотеля до Ньютона, а за словами Г. Штайнгауза [13] значення таких понять важливі, тому що вони визначають напрямок, у якому дослідник має намір розвивати свої дослідження. Загальні розмірковування не є продуктивними. Тому далі, опираючись на розглянуту вже генезу понять, пов'язаних з даними й інформацією та онтологію їх (від грец. *ὄντος* — суще, суть речей, *the nature of being*), розвинемо системний аналіз у стилі епістемології (грец. *ἐπιστήμη* знання), а не гносеології (грец. *γνώσις* пізнання; теорія пізнання) з претензією на всезнайство, всюдизастосовність. Найкраще і повніше про цей аспект сказано в передмові редактора до збірника [14]: “методи й результати конкретних наук, що набувають загальнофілософського значення, називають інколи епістемологічними... цей термін зберегли у перекладі, хоч він рідковживаний у нашій літературі. Він видається корисним, оскільки не перекривається ніяким іншим відомим нам терміном. Інколи плутають епістемологію з гносеологією (теорією пізнання), хоч по суті вони у певному сенсі протилежні. Стисло можна сказати, що

гносеологія – внесок філософії у конкретні науки, а епістемологія – внесок конкретних наук у філософію. Кажучи точніше, гносеологія застосовує ідеї і методи філософії для обґрунтування шляхів пізнання природи конкретними науками, тоді як епістемологія використовує методи й результати конкретних наук до логічного аналізу їхніх основних понять, для включення їх у систему загального філософського світогляду”. Тут відбито час написання цієї передмови, але він ще “тяжіє” і над нашими філософами. Отже, аналізуючи основні поняття, пов’язані із даними та інформацією, слід опиратися на факти конкретних наук і простежити, що вони вносять у більшою мірою світоглядні галузі. Почнімо з того, що часто говорять про три прояви (іпостасі, аспекти) світу: речовина (матерія), енергія (саморух), інформація (ідея, логос), виражаючи те саме різними термінами. А наука, що є, за словами нашого відомого біолога М. Холодного, системою знань, здатною до саморозвитку, починається з того, що, як висловився німецький поет і фізик Й. Гете, різні факти об’єднуються навколо однієї ідеї, а поняття і терміни набувають строгих означень. Тут часто грає роль аналогія – подібність об’єктів і явищ. І так само, як не існує речовини (і теорії речовини), енергії загалом (і теорії енергії, хоч є енергетика), не має сенсу термін “теорія інформації”, а за аналогією з енергетикою доцільно вживати термін “інформатика”, бо не існує такого об’єкта, як інформація загалом. Існують різні прояви (види) речовини, різні види енергії і так само можуть бути різні види інформації, навіть включно з ЗМІ (засобами масової інформації, хоч коректність останнього виразу доволі проблематична), і важливо підкреслити, що й тут різні види мають різні субстрати.

Оскільки інформатику (з франц. *informatique*) означають як “науку про створення, перетворення і використання наукової інформації – відомостей про світ і події в ньому, що їх сприймає людина, живі організми, керуючі машини та інші системи”, то природно ставити питання: а що ж саме “перетворюється” при цьому? І тому, що інформація як така (лат. *per se*, само по собі) невловима, фіксувати і перетворювати можна тільки образи, втілені у реальні об’єкти: цифри – висліди виміру фізичних величин, що є ознаками досліджуваного об’єкта (ДО), чи текст – описи просторово-часової структури цього об’єкта, тобто фактичні дані, а для формування можливих рішень щодо ДО розв’язують певні строго сформульовані задачі, то природно трактувати ці дані як задані у задачах підтримки рішень. З іншого боку, традиційно вважають, що для формування рішення щодо ДО конечна інформація про нього. Це саме стало свого часу ґрунтом для плутанини стосовно терміна “теорія інформації”, коли інформацією називають ентропію, міру невизначеності ситуації, а формування рішень трактують як усунення невизначеності, то, незважаючи на факт, що тут невизначеності зовсім різні, закріпився вислів, що формування рішень здійснюється на підставі чи є навіть як автоматичний вислід інформації, до того ж обчисленої згідно з цією теорією інформації, як чомусь стали називати шеннонову теорію комунікації, тобто передавання даних. Ця обставина показує, чому таке трактування вносить тільки плутанину, і адже на Заході вживають терміни *data processing* та *Datenverarbeitung*.

Доцільно, щоб запобігти цій плутанині, називати інформацією тільки ті дані щодо ДО, які достатні для сформулювання рішення і є в належній придатній для цього формі. Само собою зрозуміло, що надійність, вірогідність, ефективність та інші критерії якості рішення може гарантувати потрібна якість даних. Тому збирання даних означатиме тепер забезпечення достатньої кількості даних, а опрацювання цих даних – надання їм належної форми. Кількість даних (свого роду “ступенів вільності” у процесі формування рішення) слід спеціально означити для кожної предметної області, елементом якої є досліджуваний об’єкт, бо ентропійна міра тут ні до чого. А отримувати інформацію для формування рішень можна єдиною тільки з опрацювання даних про ДО, тому формалізація має бути проведена мовою спеціальності – перетворення даних, а не мовою предметної області – постачальника даних, що визначає можливі в жодному разі дані. Для цього має бути вироблена дослідником хоча б найпростіша математична модель як втілення істотних для розв’язуваних задач ознак ДО. Тому тут відкинуто гносеологію, добре знану з писань послідовників марксизму-ленінізму, а власне зарозумільців-демагогів (від грец. *δημοστωμος* – вождь народу), яка не краща від апіоризму ідеалістів і теж відкидає інтуїцію, здогад, творчість, головне, роль творчої

особистості (пор. працю Ж. Адамара [15], який розвиває і підтверджує тезу А. Пуанкаре: для психолога важлива не теорема, а обставини, за яких її доведено).

Задачі формування рішень визначають потрібні, а модель укаже інформативні для цих задач ознаки ДО. Це прямі задачі системного аналізу – обґрунтувати модель, щоб потім визначити потрібну інформацію, тобто набір (сукупність) відповідних ознак. Видобування з них інформації – це зворотні задачі, і вони, як і будь-які зворотні задачі, завжди породжують нові труднощі, бо їх, як правило, доводиться розв'язувати за меншим обсягом вихідних даних у згоді з тезою відомого діяча: маємо те, що маємо. Оскільки дані (навіть достатньо повні) – це ще не інформація у зазначеному раніше сенсі, то образи ДО мають бути об'єктами, до яких для отримання такої інформації застосовні відповідні перетворення, вигляд і спосіб виконання яких визначає модель ДО та її образ.

Із цього неминуче випливає, що множини образів досліджуваних об'єктів для формалізації опису їх доцільно трактувати як простори у математичному сенсі. Для цього пригадаймо, що у математиці (див., напр., [16] простір – це логічно мислима структура (а з погляду фізики – віртуальна), яка є середовищем для реалізації тих чи інших форм та конструкцій і стосунків між ними. Загальне поняття простору в математиці означив у 1854 р. Б. Ріман як “множину багатократної протяжності”. У наш час простір у математиці трактують як множину об'єктів, що їх називають точками (функції, геометричні фігури, стани фізичної системи тощо), правда, часто й векторами, для яких справедливі закономірності, характерні для звичайного евклідового простору, але дії мають бути кожного разу спеціально означені. Елементи (точки, вектори) простору тоді мають тільки ті властивості, що виражені враховуваними чи запроваджуваними стосунками (співвідношеннями), і зазвичай задають їх аксіомами. Ці міркування відкривають шлях запровадження поняття простору даних за аналогією передовсім до конструювання систем з навчанням – за зразком визначити (вибрати) ознаки об'єктів предметної області як досліджуваних, які за аналогією до подання векторів-стрілок набором їхніх координат у певній координатній системі – проєкцій на одновимірні підпростори, породжені базисними елементами векторного простору, можна подати n -ми однорідних елементів (цих проєкцій). Оскільки ж так подані вектори можна трактувати як окремі випадок матриць, а математики для полегшення процедур обчислень запровадили блокові матриці [17], об'єднуючи в блоки елементи матриці (тобто розбиваючи матрицю на такі блоки), що мають певні спільні ознаки, то доцільно запровадити аналогічно блокові вектори. Блок у такому разі розуміють як збірний елемент – складову для створення певної цілісної структури.

Оскільки об'єкти предметної області характеризуються певними величинами, а величина – це характеристика об'єкта, процесу чи явища, якісно спільна для всієї множини об'єктів, процесів чи явищ, але кількісно індивідуальна для кожного з них, то коли величина фізична, то існують засоби поміряти її – подати у числах, тому завжди намагаються характеризувати такі об'єкти набором чисел, але часто можна дати тільки словесну якісну характеристику: шкали в рахунок не входять, бо це не міряння, а оцінення, навіть якщо його виконують експерти. Ще можливі характеристики за допомогою реєстрограм: графіків, фотографій тощо. Тому доцільно характеристику об'єкта подавати у вигляді блок-вектора, кожен блок якого є вектором – образом ознак об'єкта, які мають однакову природу, але блоки виділяти так, щоб природа відображуваних ним ознак була різною. Щоб це зазначити, назвемо їх диверсблок-векторами (від лат. *diversus* – різний, різнорідний, пор. англ. *diversify* <to spread> активи чи інвестиції), або скорочено ДБ-векторами.

Тобто доцільно означити простір даних як векторний, елементами якого є ДБ-вектори. Формування цих векторів визначить тоді концепція МАПР-тріади: модель – алгоритм, програмна реалізація, тобто природу блоків, а також згідно з цим операції в кожному блоці, операції між блоками та операції інтеграції. Тому доцільно відповідні алгоритми операцій подавати та перетворювати засобами відомої алгебри алгоритмів [18] чи залучати давно відомі факти, зокрема, алгоритми перетворення між цифровими даними чи реєстрограмами та оцінення кількості даних у таких поданнях і збереження інформативності їх під час перетворень, описані у статті [19]. Для опрацювання зображень і текстів є свої напрацювання, які слід залучати з належними модифікаціями у загальну схему. Такою є ситуація початку збирання даних. Потребу у такій схемі описано у [20].

Оскільки будь-яка предметна область – це множини однотипних об'єктів як за структурою, так і за сенсом розв'язуваних щодо них задач, тобто схожих за істотними ознаками, то простір даних як множина образів цих ознак є спільним для об'єктів однотипної структури, образом конкретного об'єкта. Тоді є ДБ-вектор як його елемент, а для означення операцій між однотипними компонентами можна користуватися давньою алгеброю логіки. Простір даних (ПД) тоді дає змогу означити відповідні потреби формування інформації як підставі рішень операції над даними в термінах ДБ-векторів, які природно виражати засобами алгебри алгоритмів як адекватним апаратом дій, бо вона забезпечує операції над алгоритмами і генерування відповідних програмних реалізацій потрібними мовами програмування, зокрема інтегрування даних про той самий ДО. Операції мають бути коректно означено і виконано (здійснено) за аналогією до операцій між блоками ДБ-вектора з пов'язанням координат просторових і часової у теорії Лоренц-інваріантності (чи, як традиційно доволі невдало її називають, теорії відносності) вектора, заданого в репері Пуанкаре $\{1,1,1,ic\}$, де одиниці є ортами просторових координат, а ic – часової, коли інтервал – відстань від початку координат репера задає формула $S = (x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2)^{1/2}$, c – тут швидкість світла, $i = \sqrt{-1}$ – уявна одиниця. Ще згадаймо, що вектори з різними за фізичним сенсом координатами називають, наприклад, у гідрометеорології, матеріальними векторами, а також підкреслимо, що формування компонент ДБ-вектора даних не є декомпозицією (розкладом типу спектрального) чи розбиттям даних у математичному сенсі, а тільки далекосяжним узагальненням відображення як проєкції, прикладом якої може бути відома теорема відліків [17].

У разі згаданих уже зворотних задач, коли дослідник змушений користуватися вже наявними даними, виникають проблеми узгодження їх, повноти відомостей, систематизації, оцінення вартості, доповнення тощо, як це роблять у військовій розвідці, а модель досліджуваного об'єкта в цьому разі може бути тільки віртуальною, вгадуваною.

Висновки

Результати системного аналізу, який ґрунтувався на уважному розгляді і врахуванні аналогії описів досліджуваних об'єктів та задач щодо них у конкретних предметних областях, можливих гіпотез, аргументації їх і критичного аналізу стали підставою обґрунтування поняття простору даних у задачах підтримки рішень, коли за простір даних узято множину диверсифікованих блокових векторів (ДБ-векторів) ознак досліджуваних об'єктів.

1. *Сарла В. Кто же отцем кибернетики? // Halo-sobota. – 1968. – № 11. – С.5 2. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетики. – М.: ИИЛ, 1963. – 830 с. 3. Бриллюэн Л. Наука и теория информации. – М.: ГИФМЛ, 1960. – 492 с. 4. Merriam-Webster's Collegiate Dictionary. – 10th ed.. – Springfield, Mass: Meriam-Webster, Inc, 1997. – 1160 p. 5. Oxford Wordpower Dictionary / Ed. S. Wehmeier. – Oxford. Univ. press, 1998. – 746 p. 6. Gabor D. Communication theory and physics // Phil. Mag., 1950, v.41, – P.1161–1187. 7. Митюгов В. В. Физические основы теории информации. – М.: Сов. радио, 1976. – 216 с. 8. Драган Я. П., Медиковський М. О., Сікора Л. С. Концепції – системно-сигнальна і ресурсно-енергетична – як підстава інтелектуалізації в новітній теорії автоматичного керування / Я. Драган, Л. Сікора, М. Медиковський // Теория и техника передачи, приема и обработки информации : Сб. тез. докл. по материалам X Юбилейной межд. конф., 28 сент. – 1 окт. 2004 г., Харьков, Туансе. – Харьков, 2004. – Ч. 2. – С.152–153. 9. Драган Я. П., Медиковський М. О., Овсяк В. К., Сікора Л. С., Яворський Б.І. Концепції математичної моделі і праксеології в теорії сигналів і систем // Обчислювальні методи і системи перетворення інформації: Зб. праць наук.-техн. конф., присв. 70-річчю з дня народження проф. Б. О. Попова. – Львів: ФМІ НАНУ, 2010. – С.101–103. 10. Dragan Ya, Medykovskiy M., Ovsyak V., Sikora L., Yavors'kyi B. Mathematical modeling as a ground of mathematical support of information analytics systems and conceptions of models in physical and technical sciences and in mathematics // Proc. of the Vth international science and technical conference Computer Science and Informational Technologies, CSIT-2010. – Lviv: Print House Vezha&C^o. – 2010. – P.188-189. 11. Драган Я. П., Медиковський М. О., Овсяк В. К., Сікора Л. С., Яворський Б.І. Системний аналіз концепції та принципів побудови*

математичної моделі досліджуваного об'єкта в фізико-технічних науках та оцінювання її якості // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка" Комп'ютерні науки та інформаційні технології, 2010. № 686. – С.170–179. 12. Попа К. Теория определения. – М.: Прогресс, 1976. – 246 с. 13. Штайнгауз Г. Что такое математический метод? // Наука и жизнь. – 1974. – № 10. – С.51–55. 14. Время и современная физика: Сб. статей под ред. Д. А. Франк-Каменецкого. – М.: Мир, 1970. – 170 с. 15. Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. – М.: Сов. радио, 1970. – 152 с. 16. Большой энциклопедический словарь. – М.: Большая рос. энц., 1998. – 848 с. 16. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. – М.: Мир, 1999. – 548 с. 17. Овсяк В. Алгоритми: аналіз методів, алгебра впорядкувань, моделі, моделювання. – Львів: Світ, 1996. – 132 с. 17. Драган Я., Сікора Л., Ткаченко Н., Яворський Б. Системний аналіз повідомлень-таблиць даних і реєстрограм сигналів та збереження інформативності їхніх подань при комп'ютерному опрацюванні // Комп'ютерні технології друкарства. – 2006. – № 16. – С.231–244. 18. Шаховська Н. Б. Формальне подання простору даних у вигляді алгебраїчної системи // Системні дослідження та інформаційні технології. – К., 2011, № 2. – С.128–140.

УДК 681.325

І. Цмоць, Б. Демида, І. Ваврук

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра автоматизованих систем управління

СТРУКТУРИ ПРИСТРОЇВ КОМУТАЦІЇ ТА ОБМІНУ ДЛЯ НЕЙРООРІЄНТОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

© Цмоць І., Демида Б., Ваврук І., 2011

Сформульовано вимоги, вибрано підходи і принципи реалізації, розроблено структуру пристрою комутації та обміну на базі багатопортової пам'яті для нейроорієнтованих комп'ютерних систем.

Ключові слова: пристрій комутації та обміну, багатопортова пам'ять, нейроорієнтовані комп'ютерні системи.

Requirements for the exchange device are formulated. Principles and approaches for exchange device implementation are chosen. Basic structure of exchange device which based on multiport memory for computer neural systems is developed.

Key words: exchange device, multiport memory, computer neural systems.

Постановка проблеми

Задачу побудови вискоефективних нейроорієнтованих комп'ютерних систем реального часу (НКС) можна поділити на дві підзадачі:

- перша – розроблення універсального процесорного ядра та спеціалізованих операційних компонентів (нейронних елементів);
- друга – створення ефективної системи комутації та обміну між процесорним ядром і нейронними елементами (НЕ).

До реалізації НКС реального часу висувуються жорсткі вимоги щодо зменшення обсягу використовуваної апаратури та часу обчислень, забезпечення необхідної швидкодії та точності обчислень тощо. Розробники більшу увагу приділяють збільшенню швидкодії і продуктивності базових вузлів, а реалізація обміну залишається "вузким місцем" всієї системи.