

Керуюча обчислювальна техніка і системи реального часу в Україні (стан, проблеми, перспективи)

Розглядаються специфіка керуючої обчислювальної техніки (ОТ) та її стан в Україні; проблема — виробляти чи закуповувати?; недоліки і проблеми, властиві виробництву і використанню вітчизняної керуючої ОТ, можливі шляхи розвитку керуючої ОТ та розв'язання проблем. Пропонуються два етапи в розвитку керуючої ОТ і забезпеченні її конкурентоздатності, відповідні наукові, виробничі та організаційні заходи. Коротко розглянуто розробки з нового перспективного напрямку систем реального часу — інтелектуальних відеокомп'ютерних пристроїв і систем — та їх перспективи.

Специфіка керуючої обчислювальної техніки

Існує цілий ряд специфічних особливостей і вимог до апаратних й програмних засобів обчислювальної техніки (ОТ) та інформатики для систем керування, що дозволяє розглядати їх як окремі важливі класи засобів ОТ — керуюча обчислювальна техніка.

Робота керуючої ОТ із реальними об'єктами припускає:

- ❖ *тяжкі умови експлуатації в конкретному виробництві (енергетиці, металургії, хімії, енергомережах, транспорті, сільському господарстві й т.п.);*
- ❖ *високі вимоги щодо надійності цих засобів (десятки і сотні тисяч годин);*
- ❖ *необхідність широкої номенклатури засобів зв'язку з об'єктом і оператором (датчики, узгоджувачі, перетворювачі форми представлення інформації, виконавчі механізми й автомати, індикатори і пульти, промконтролери і мікропроцесорні комплекси, а також засоби телекомунікації і т.п.).*

Використання керуючої ОТ у системах керування вимагає спільної роботи різних організацій і підприємств, що розробляють і випускають засоби ОТ, датчики, прилади низової автоматики, виконавчі механізми, щитове устаткування, засоби телекомунікації, а також

проектних, монтажних, пусконаладжувальних і експлуатуючих організацій. При цьому в кожному конкретному випадку потрібна розробка відповідного об'єктно-орієнтованого алгоритмічного і програмного забезпечення, а також відповідне комплексування технічних засобів.

Стан керуючої ОТ в Україні

З моменту свого становлення і донедавна Україна мала ряд визначних пріоритетів в області створення засобів керуючої ОТ в Європі та світі. Це і перша керуюча напівпровідникова ЕОМ, і перші дослідження з дистанційного керування виробничими процесами, пізніше — перші системи цифрового керування високодинамічними процесами в термоядерних установках типу «Токамак» і багато іншого.

Велика частина підприємств колишнього Радянського Союзу, що випускали керуючу обчислювальну техніку не тільки для його потреб, але і колишньої РЕВ, була зосереджена в Україні (Київ, Северодонецьк, Харків, Чернівці, Житомир, Івано-Франківськ та ін.).

На даний час десятки тисяч систем керування на базі керуючої ОТ українського виробництва розгорнуті на підприємствах України, країн СНД і колишнього соцтабору.

Створено усталені інформаційні технології, нормативно-технічну базу, що за вимогами умов експлуатації в багатьох випадках жорсткіша міжнародних стандартів; накопичено великий досвід проектування АСУ на базі цих засобів, налагоджено служби пусконалагодження, ремонту, експлуатації і т.п.

Положення з керуючою ОТ в Україні можна було б вважати задовільним, якби не загальний спад виробництва. І хоча вітчизняна керуюча ОТ більш громіздка, поступається закордонним зразкам у дизайні й ергономіці, головне, що за функціональними можливостями і надійністю вона в основному задовольняє вимогам виробництва.

Виробляти чи закуповувати?

Висловлювання, що обчислювальна техніка в Україні безнадійно відстала від закордонної, виробляти її не слід, а необхідно закуповувати за кордоном, практично не відносяться до класу керуючої ОТ. Розглянемо цей важливий момент більш докладно.

Відновлення виробництва в Україні неможливе без підтримки працездатності існуючих систем керування, для багатьох з яких уже вийшов чи виходить ресурс служби. Крім того, для модернізації систем керування чи їх тиражування необхідно якийсь час зберігати випуск існуючих системно погоджених засобів керуючої ОТ. Це ж стосується і можливості продовження експорту керуючої ОТ у країни СНД. Тому при вирішенні питання про закупівлю за кордоном чи власне виробництво керуючої обчислювальної техніки потрібно враховувати наступне:

- ❖ *необхідність збереження системної сумісності всієї гами засобів керуючої ОТ — від датчиків і пристроїв зв'язку з об'єктом до контролерів і комп'ютерів;*
- ❖ *наявність сформованих традицій і технологічних ланцюжків — від проектування, монтажу, пусконалагодження до ремонту й експлуатації систем керування;*

- ❖ *неможливість закупівлі об'єктно-орієнтованого програмного забезпечення і необхідність перенесення його на закуповувану техніку;*
- ❖ *необхідність захищеності інформації (наприклад у сфері оборони) і незалежності від зовнішнього постачальника (при експлуатації, модернізації і тиражуванні систем керування);*
- ❖ *втрату можливого експорту засобів керуючої ОТ у країни СНД;*
- ❖ *значно нижчу вартість вітчизняної керуючої техніки в порівнянні з імпоротною;*
- ❖ *необхідність переорієнтації наявного величезного науково-технічного і виробничого потенціалу;*
- ❖ *необхідність значних валютних витрат на придбання імпоротної техніки, що не під силу Україні, яка має серйозні економічні проблеми.*

Крім того, імпортна керуюча ОТ в реальних умовах нашої хімічної, металургійної й інших галузей виробництва з технічних умов працювати не може.

Аналіз викладених аргументів свідчить, на думку автора, не тільки про недоцільність чи неможливість закупівлі імпоротної керуючої ОТ, але і про неприпустимість таких кроків для України.

Недоліки і проблеми

Вищевикладене, однак, не означає, що в організації виробництва і використання вітчизняної керуючої обчислювальної техніки немає недоліків і проблем. На жаль, їх більш ніж досить:

- ❖ *з розпадом Радянського Союзу і внутрішньосоюзних зв'язків виникли прогалини у всій гамі засобів керуючої обчислювальної техніки: не виробляються деякі типи датчиків, індикаторів, аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі, елементна база й ін.;*
- ❖ *необґрунтоване широке різноманіття вхідних і вихідних сигналів датчиків і виконавчих пристроїв, прийняте в діючих стандартах Державної системи приладів (ДСП), призводить до широкої номенклатури модулів зв'язку з*

- об'єктом і ускладнення комплексування систем;
- ❖ не освоєне виробництво перспективних датчиків з цифровим виходом;
 - ❖ датчики, виконавчі пристрої і засоби керуючої ОТ виробляються різними підприємствами, атестуються окремо, тому в ряді випадків або не стикуються, або не забезпечують системних показників якості;
 - ❖ в Україні існує ряд архітектурних ліній засобів керуючої ОТ (СМ ЕОМ, АСОТ-ПС, КТС ЛІУС і ПК у системі Мікродат, МСКУ, КТС ДУ, телекомплекси, промконтролери, локальні мережі й ін.), з яких одні доповнюють, інші дублюють одна одну (без достатнього узгодження), що утруднює комплексування складних систем і здачу «під ключ»;
 - ❖ відсутні системні стандарти для оцінки якості систем керування;
 - ❖ слабка елементна і технологічна база, недостатньо розвинуте сервісне програмне забезпечення та ін.

Можливі напрямки розвитку і шляхи розв'язання проблеми

Інтелектуальний і науково-технічний потенціал в області керуючої ОТ в Україні настільки значний, що при відповідній державній підтримці та правильній організації робіт цілком можливе створення конкурентоздатної галузі електронного машинобудування, фундамент якої необхідно закладати вже зараз.

Пропонуються два етапи в розвитку керуючої ОТ і забезпеченні її конкурентоздатності.

На *першому етапі* (модернізація й удосконалення засобів керуючої ОТ) необхідно:

1. Виконати аналіз існуючих архітектурних ліній засобів керуючої ОТ в Україні та сформувати функціонально повний ряд з числа найбільш перспективних і масово використовуваних засобів. Відновити виробництво сформованого ряду засобів для підтримки працездатності існуючих систем керування

і їх модернізації для власних потреб і можливого експорту в країни СНД. Одночасно з цим розробити системні стандарти, що забезпечують комплексування і здачу «під ключ» систем керування і якісне їх функціонування.

2. Освоїти виробництво РС-сумісної керуючої обчислювальної техніки із закупівлею відсутніх комплектуючих та інструментальних засобів, що створить додаткові зручності й сумісність із класом найбільш розповсюджених в Україні персональних ЕОМ, часто використовуваних на верхніх рівнях систем керування.

3. Розробити й освоїти модульні засоби керуючої ОТ на базі сучасних сигнальних процесорів (наприклад серій ADSP чи TMS) у широкому діапазоні продуктивності: від однієї плати, що вбудовується в ПЕОМ, для підтримки таких перспективних інформаційних технологій, як віртуальні прилади, мультимедіа (розпізнавання і синтез мови, обробка зображень) та ін., до мультипроцесорних високопродуктивних комплексів для автоматизації наукових експериментів і випробувань об'єктів нової техніки, обробки інформації в гідроакустиці, радіолокації, сейсмозвідці й т.п.

У даний час завдяки прогресу в області мікроелектроніки немає особливих проблем у комплексуванні всіляких систем контролю і керування з типових елементів. Для більшості застосувань можливість використовувати все більш потужні засоби керуючої ОТ допомагає розв'язувати поставлені задачі. Однак ці засоби не повною мірою враховують особливості систем реального часу, особливо систем керування зі зворотним зв'язком, що в більшості випадків призводить до значного завищення вимог до засобів ОТ чи зниження якості керування. Більш повне врахування особливостей систем реального часу дозволяє в ряді випадків на декілька порядків знизити вимоги до засобів керуючої ОТ, отже, з'явиться можливість задіяти вітчизняні галузі для виробництва

елементної бази чи створення високо-ефективних засобів керуючої ОТ на базі, наприклад, імпортованих програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС).

Тому на *другому етапі* (розробка і створення конкурентоздатних засобів керуючої ОТ) необхідно:

1. Розробити нові фізичні та математичні постановки задач, наприклад з використанням скінченнорізницевих підходів до цифрового представлення неперервних сигналів, зображень, просторових полів, до ітераційних процесів тощо. Особливо ефективні методи цифрового представлення зі змінним кроком за часом, за величиною параметру та простору, а також режими розгортки і слідкування.

2. Здійснити перехід від вимірювальної (статичної) моделі цифрового представлення неперервних сигналів до динамічних моделей, що враховують специфіку і вимоги систем реального часу, із системними критеріями якості, що охоплюють весь контур керування, і на їх базі створити нові теоретичні й інформаційні основи.

3. Розробити датчики на нових фізичних принципах і датчики з цифровим виходом, підвищити рівень інтелекту датчиків і виконавчих автоматів, мінімізуючи кількість перетворень форми представлення інформації, виділяючи і використовуючи тільки корисну інформацію про зміну параметрів чи характеристик сигналів.

4. Розробити нові інформаційно узгоджені методи і засоби перетворення й обробки інформації в системах реального часу, методи синтезу ефективних спеціалізованих і проблемно-орієнтованих процесорів, що, не пред'являючи високих вимог до технології виробництва НВІС і використовуючи вітчизняну елементну базу, зможуть забезпечити високі параметри з оперативності керування, а, з іншого боку, використовуючи доступну сучасну елементну базу ПЛІС, дозволять створювати вискоелективні засоби для систем реального часу.

5. Розробити принципи інтеграції (комплексування) спеціалізованих і проблемно-орієнтованих засобів з персональними ЕОМ, перші з яких дозволять задовольнити високі вимоги систем реального часу, а другі — забезпечити зручний інтерфейс з користувачем.

6. Розробити інструментальні засоби для наочного (графічного) програмування, дослідження і відпрацювання систем реального часу, а також створення широкого класу віртуальних аналітичних приладів і комплексів, засобів мультимедіа і т.п. із засобами інформаційно-когнітивної підтримки.

7. Розробити нові принципи відображення комплексних параметрів про стан складних об'єктів на операторських станціях (наприклад за допомогою когнітивної графіки), методи розв'язання задач верифікації штатних ситуацій, моделювання й оцінки наслідків прийнятих рішень з використанням методів нечіткої логіки, методи контролю психофізичного стану оператора.

Практично за всіма цими напрямками є напрацювання в Національній академії наук. Зокрема, як показує досвід розробок Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України у різних областях, нові фізичні та математичні постановки задач на основі скінченнорізницевих підходів дозволяють у ряді випадків на декілька порядків зменшити обсяги обчислень, підвищити ефективність систем обробки інформації і керування. Так, змінний крок дискретизації за часом, параметром і простором дозволив:

- ❖ *аналіз і діагностику випадкових нестационарних процесів зводити до аналізу стаціонарних процесів;*
- ❖ *на декілька порядків спростити просторово-часову обробку інформації при формуванні діаграми спрямованості гідроакустичної антени й обсяг обчислень в ітераційних процесах і рекурентних процедурах;*
- ❖ *створити нові принципи цифрового відеозапису, побудови інтелектуаль-*

них систем відеоспостереження і віртуальної реальності.

Динамічна теорія інформації, основи якої розроблені в Інституті кібернетики [1], що базується на динамічних моделях систем реального часу, забезпечує виділення із сигналу тільки корисної (динамічної) інформації про зміни сигналу. При цьому розроблені нові методи цифрового представлення неперервних сигналів, методи й алгоритми аналого-інкрементного перетворення й обробки інформації.

Розроблені алгоритми і технічні засоби були реалізовані на вітчизняній елементній базі та апробовані в ряді систем керування швидкозмінними процесами, зокрема в двухпроцесорному комплексі для керування положенням плазми в термоядерних установках типу «Токамак» «Туман-3М» (НДІ ЕФА, Санкт-Петербург) і Т15 (ІАЕ, Москва), показали високу оперативність і якість керування. За кордоном для аналогічних цілей були проекти використання супер-ЕОМ «Cray-1» і 16-трансп'ютерного комплексу.

Реалізація спеціалізованих і проблемно-орієнтованих процесорів на ПЛІС дозволила створити високоефективні й оперативні засоби для систем реального часу. Комплексування спеціалізованих і проблемно-орієнтованих процесорів з персональними ЕОМ, реалізоване в ряді систем керування, віртуальних аналітичних приладах і комплексах, а також в інструментальному комплексі з графічним програмуванням для дослідження і відпрацювання систем реального часу, дозволило забезпечити високі динамічні характеристики і зручний інтерфейс з користувачем.

У даний час динамічна теорія інформації ефективно використовується для цифрового представлення й обробки зображень в інтелектуальних системах відеодіагностики і спостереження, а також при розв'язанні систем алгебраїчних, диференціальних (звичайних і в часткових похідних) та інтегральних рівнянь.

Є напрацювання і щодо датчиків на нових фізичних принципах, зокрема на явищі об'ємного резонансу в металах, та з інших питань.

Організаційні заходи

Важливими організаційними заходами для відновлення виробництва керуючої ОТ і забезпечення її конкурентоздатності, на думку автора, могли б бути наступні:

1. Державне регулювання імпорту керуючої ОТ, повноцінні аналоги якої виробляються в Україні.

2. Створення під егідою Міністерства промислової політики і Національної академії наук Служби головного конструктора — структурного підрозділу штатних і залучених за контрактами з інших організацій високопрофесійних фахівців-системщиків з відповідними повноваженнями і відповідальністю, який повинен зробити системну постановку проблеми, визначити системні показники якості, розробити концепцію єдиної системи засобів для інтегрованих систем керування, максимально об'єднавши цивільне і військове застосування, вимоги щодо стандартизації й уніфікації з врахуванням світових і національних стандартів і угод, розробити програму створення єдиної системи засобів і організувати контроль за її реалізацією.

3. Створення асоціації (концерну) організацій і підприємств, що розробляють і виробляють засоби керуючої ОТ, проектують системи керування і здійснюють їх пусконаладження, об'єднаних єдиною технічною політикою, спрямованою на задачу систем «під ключ».

Коротко про новий перспективний напрям систем реального часу — **інтелектуальні відеокомп'ютерні пристрої та системи.**

Візуальна інформація є найбільш інформативною формою відображення зовнішнього світу. Близько 85% інформації людина сприймає очима, тому і в науково-технічних розробках питанням

переробки і розпізнавання візуальної інформації приділяється дуже велика увага. На відміну від зорово-аналізуючої системи людини, яка має надзвичайно високу вибірковість інформації, технічні системи не мають такої вибірковості й традиційно змушені передавати, реєструвати і обробляти надзвичайно великі масиви інформації (десятки—сотні мільйонів слів в секунду).

Зазначена вище динамічна теорія інформації [1] дозволяє оцінити і виділити корисну (динамічну) інформацію із сигналів, ітераційних процесів, зображень і полів, значно зменшивши її надлишковість, розробити нові методи цифрового представлення неперервних сигналів у системах реального часу.

Нові інформаційні основи цифрового представлення зображень і відеопослідовностей та шляхи скорочення надлишковості в них дозволяють в залежності від прикладної задачі виділяти відповідну, найбільш значиму і корисну (динамічну) інформацію, наприклад виділяти і зчитувати визначене місце в кадрі, міняти його розміри та необхідні просторову, часову та кольорові роздільні здатності, використовувати тільки одну кольорову складову, адаптивно змінювати в залежності від динаміки процесів частоту кадрів [2—4].

Вказані розробки були покладені в основу створення інтелектуальної відеокамери з програмованими параметрами зчитування та попередньою обробкою зображень (ІВК-1) [5], в якій суміщені процеси вводу і обробки зображень.

На відміну від традиційних відеокамер розроблена інтелектуальна відеокамера ІВК-1 орієнтована на використання в автоматизованих системах реального часу і особливо з високодинамічними процесами.

Вона може служити технічною базою для створення широкого класу інформаційних та вимірювальних відеопроекторних пристроїв різного призначення, зокрема систем:

- ❖ *управління дорожнім рухом (розпізнавання номерів автомобілів, класифікація транспортних засобів, визначення транспортного потоку, оцінка стану дороги);*
- ❖ *охорони, відеоспостереження та слідкування за об'єктами;*
- ❖ *оборонного призначення;*
- ❖ *для медико-біологічних досліджень та експрес-аналізів;*
- ❖ *автоматизації виробничих процесів;*
- ❖ *технічного зору роботів;*
- ❖ *віртуальної реальності тощо.*

Порівняння розробленої відеокамери з найближчими аналогами показує її значно вищу продуктивність (1,5—2 десяткових порядки), у декілька разів менші вартість і енергоспоживання, що вказує на можливість створення в Україні на базі закордонних комплектуючих конкурентоздатних вітчизняних інтелектуальних відеокомп'ютерних пристроїв.

Зокрема, інтелектуальна відеокамера використана в ряді відеопристроїв та комплексів для контролю динамічних параметрів фізичних, хімічних та біологічних зразків [6], контролю якості, форми і розмірів продукції, її ідентифікації, в капіляроскопії тощо [7].

Слід відмітити, що інтелектуальні інформаційні технології є дуже привабливими для України. Їх висока рентабельність обумовлена тим, що при невеликих апаратурних витратах і мізерній вартості тиражування інтелектуального алгоритмічного і програмного забезпечення вони мають високу ринкову вартість (десятки, а то й сотні тисяч доларів).

1. *Боян В.П.* Динамическая теория информации. Основы и приложения. — Киев: ИК НАНУ, 2001. — 326 с.
2. *Боян В.П.* Интеллектуальные видеоконьютерные системы и устройства // Матеріали Міжнар. наук. конференції, присвяченої 100-річчю від дня народження академіка С.О.Лебедева. — Київ: РННЦ «ДІНІТ», 2003. — С.100—111.
3. *Боян В.П.* Интеллектуальные видеосистемы. Информационные основы и принципы построения // Праці Міжнар. конф. з індуктивного моделювання. — В 4 т. — Львів: Державний НДІ інформаційної інфраструктури. — 2002. — Т.1, ч.1. — С.24—30.

4. Боюн В.П. Интеллектуальные видеокомпьютерные системы и устройства // Инновационні технології. — 2003. — № 2—3. — С.124—131.
5. Боюн В., Сабельников Ю. Интеллектуальная видеокамера //Электронные компоненты и системы. — 2002. — № 2. — С.33—35.
6. Видеокомпьютерный комплекс для наблюдения за динамическими объектами / В.Боюн, Л.Возненко, И.Малкуш и др.// Там же. — 2003. — № 11. — С.34—35.
7. Боюн В.П. Інформаційні і вимірювальні відеопроцесорні пристрої та області їх застосування // Наука та інновації. — 2005. — № 6. — С. 102—106.

В.П. Боюн

Управляющая вычислительная техника и системы реального времени в Украине (состояние, проблемы, перспективы)

Рассматриваются специфика управляющей вычислительной техники (ВТ) и ее состояние в Украине; проблема — производить или закупать?; недостатки и проблемы, свойственные производству и использованию отечественной ВТ, возможные пути развития управляющей ВТ и решения проблем. Предлагаются два этапа в развитии управляющей ВТ и обеспечении ее конкурентоспособности, соответствующие научные, производственные и организационные мероприятия. Кратко рассмотрены разработки по новому перспективному направлению систем реального времени — интеллектуальным видеокомпьютерным устройствам и системам — и их перспективы.

І.К. Походня, В.В. Головко

Провідні напрямки інноваційного розвитку технологій виробництва, обробки та з'єднання металів та сплавів, створення і використання сучасних конструкційних матеріалів

Проаналізовано стан та тенденції розвитку в галузі конструкційних матеріалів в Україні та світі, визначено провідні напрямки інноваційного розвитку в цій сфері в Україні на найближчу перспективу.

Конструкційні матеріали на сьогодні займають чільні позиції в таких провідних галузях вітчизняної промисловості, як гірничо-збагачувальна, металургійна, машинобудівна, енергетична, суднобудування та ряд інших [1]. За висновками вітчизняних та іноземних експертів, така ситуація збережеться в найближчі 25—30 років. За цей період часу прогнозується збільшення частки неметалевих матеріалів, але загальний обсяг металів серед всього масиву конструкційних матеріалів залишатиметься на рівні

70—75 %. Зміни, які відбуваються зараз і набудуть поширення в майбутньому, стосуватимуться в першу чергу підвищення їх якості та економічності при використанні в народному господарстві.

Якість та економічність — це два напрямки розвитку, які на перший погляд суперечать один одному, при більш детальному аналізі виявляються тісно пов'язаними. Одними з основних показників якості сучасних конструкційних матеріалів академік РАН М.П. Лякішев вважає їх міцність і пластичність (в'яз-