

Як WEB-сервер використовують сервер Apache, підтримка якого існує в багатьох сучасних операційних системах: NetBSD, Digital UNIX, BSDI, AIX, OS/2, SCO, HPUX, Novell NetWare, Macintosh, Be OS, Windows NT, Linux, Windows 95, FreeBSD, Windows 98, Windows 2000, IRIX, Solaris. Як WEB-browser використовують будь-який з існуючих, тому апаратна платформа користувача та операційна система можуть бути довільними.

### Висновки

Системи ДН – невід’ємна складова сучасного навчального процесу. Застосування ДН підвищує культуру та якість навчання, залучає того, хто навчається, до знайомства та використання передових технологій у галузі інформатики та комп’ютерної техніки. Наведені в роботі засади побудови систем ДН та їх програмна реалізація можна використати для реалізації нових систем ДН та подальшої їх модернізації.

1. Рашкевич Ю., Пелешко Д., Пасека Н., Стецюк А. Проектирование WEB-ориентированных распределенных учебных систем // Управляющие системы и машины. – К., 2002. – С. 72–79.
2. Проблемна лабораторія дистанційного навчання. <http://www.dl.com.ua/>.
3. Міжнародний дослідно-навчальний центр інформаційних технологій та систем. <http://www.dlab.kiev.ua/>.
4. Лабораторія віртуального дистанційного навчання ХТУРЕ. <http://vdll.kture.kharkov.ua/>.
5. Кузьмін О. Системи дистанційного навчання: огляд, методологія побудови, інструментальні засоби розробки // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2005. – № 522. – С. 44–47.

УДК 538.56

**В. Безрук, Я. Драган\*\*, М. Медиковський\*, Л. Сікора\***  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
\*кафедра автоматизованих систем управління,  
\*\*кафедра програмного забезпечення,  
Центр стратегічних досліджень екобіотехнічних систем

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ КОНЦЕПЦІЙ У ТЕОРІЇ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ (ОГЛЯД)

© Безрук В., Драган Я., Медиковський М., Сікора Л., 2005

**Вказано витoki і місце таких сучасних концепцій, як системно-сигнальна, ресурсно-енергетична, комп’ютерно-інформаційна у модернізації теорії автоматичного керування.**

**The sources of contemporary concepts such as system and signal, resources and energy, computer and information ones and their role in control theory modernization are shown.**

### Вступ

Суспільна практика базується на наукових фактах, законах, теоріях, які є результатом наукових досліджень як систематичних і цілеспрямованих актів людських особистостей та штучних систем. Особливо це стосується експериментального дослідження з його плануванням та забезпеченням кінцевих умов і належних технічних засобів, у якому використано засоби і методи науки, і такого, що завершується формулюванням нових знань про досліджувані об’єкти, а з використанням їх (і на їх підставі) – формулюванням системи знань, що власне і творить науку згідно з тезою нашого відомого біолога Миколи Холодного: “Наука – система знань, здатна до саморозвитку”. Вона є одним із найвищих проявів духу людини, її можливостей і здібностей, а також показником того, на що загалом здатний людський інтелект.

Наукові здобутки формулюються за допомогою нових наукових понять і термінів – спеціальних слів, що якомога точно й однозначно характеризують ці поняття. Мова людська загалом і мова науки зокрема фіксує здобуті знання про світ, а вже тоді впливає на світосприймання, визначаючи певні парадигми – прийняті у певний час і визнані науковцями стандарти мислення. Залучення до наукового обігу нових фактів дуже часто вимагає зміни парадигми, тобто переходу до нової – ширшої, яка відкрила б можливість розв'язувати нові назрілі наукові проблеми. Адже від того, як поставити проблему, багато що залежить: зрозуміти і правильно сформулювати проблему означає наполовину (якщо не більше) вирішити її. Парадигма є заслоною від будь-яких легковажних припущень, рятує знання від засмічення непродуманими ідеями й гіпотезами, а зміна парадигми – свідчення все глибшого усвідомлення світу. Запроваджена американським дослідником Теодором Куном концепція парадигми є по суті вираженням певної інерційності, консервативності розвитку науки згідно з афоризмом: наука бездоганна, хоча поодинокі науковці раз у раз помиляються.

### **Інформаційні технології як підстава нової парадигми в теорії автоматичного керування**

Маємо добру нагоду спостерігати динаміку парадигми комп'ютерних наук за короткий відрізок часу. Бурхливий інтенсивний розвій сучасної науки і вираховальної техніки стимулювався таким самим інтенсивним розвитком фізики та застосувань її здобутків, започаткованих ще в роки Другої світової війни і значною мірою взорувався на них. Фізика, як відомо, існує у двох іпостасях: теоретична та експериментальна (або, як раніше казали, є фізики двох сортів: теоретики й експериментатори відповідно). Виокремлюють часом ще технічну фізику. Про математику кажуть, що є чиста, стосована (прикладна) та обчислювальна. Тому годі зрозуміти намагання відносити як стосовану, так обчислювальну математику до комп'ютерних наук. Хоча всім очевидно, що можливість “запрягти до роботи” комп'ютери суттєво вплинула на характер наукових досліджень і відкрила нові сфери використання результатів цих досліджень, то навряд чи цей факт творить комп'ютерні науки (та ще й багато їх). Не було й нема, наприклад, локомотивних наук, хоч значення парової машини було свого часу, мабуть, не меншим, ніж комп'ютерів у наш час. Подальший аналіз напрямів розвитку досліджень математичних основ, структури, способів функціонування та застосування сучасних апаратних засобів, напевне, уточнить як зміст, так і галузь використання терміна “комп'ютерні науки”.

Так само і теорія автоматичного керування від класичного періоду – вивчення стійкості динамічних систем і забезпечення її на підставі принципу компенсації розузгоджень головного параметра, через парадигму кібернетики – науки про загальні принципи керування в машинах та живих організмах, закладену працями катеринославця Ярослава Грдіни та американця Норберта Вінера, в наш час, залучаючи нові наукові концепції, здобутки фізики і математики, базуючись на інформаційних (комп'ютерних) технологіях, переходить до нової парадигми – інтелектуалізації засобів керування.

### **Концепції – стимули формування сучасної парадигми в теорії автоматичного керування**

Фізика, пройшла довгий шлях від вивчення поодиноких чітко виокремлених об'єктів до вивчення сукупності їх – систем (наприклад, планетної, коли епіцикли Птолемея фактично стали зародком розкладу Фур'є і поєднанням з гармоніками як законами зміни довжин проєкцій радіус-вектора при рівномірному русі по колу), від безпосереднього до посереднього і виокремлення такого поняття, як сигнал, що є носієм відомостей в астрофізиці. Недарма відомий естонський філософ Наан писав, що сучасні методи досліджень прийшли до нас від спостереження неба – планет і зірок. І вже під час розгляду кінетики руху молекул, а пізніше задач атомної фізики виопуклилась роля поняття, ймовірності, яке стало суттєвим у вивченні закономірностей пересилання відомостей і привело до сформулювання ймовірнісного трактування сигналу в рамках

такого напрямку, як радіофізика [1, 2]. Поєднання цих тенденцій у фізиці стало підставою вироблення системно-сигнальної концепції [3].

Вже в концепції механіки Гамільтона фізики підкреслювали центральну роль енергії, а потреби виробництва і побуту додали свої вимоги. Піднесення ж до загального принципу функціонування складних систем ідеї врахування як енергії, так і інших ресурсів, потрібних для функціонування таких систем, привело до енергоресурсної концепції [4]. Саме поєднання сучасних інформаційних технологій з їхнім матеріальним підґрунтям та енергоресурсною концепцією стає підставою формування новітньої концепції в теорії автоматичного керування (ТАК) – інтелектуалізації систем автоматичного керування з залученням усіх здобутків фізики й інформатики [5,6] та її матеріальних засобів – комп'ютерів.

Енергія, а власне ексергія, тобто така енергія, що здатна бути перетворена в роботу, забезпечує функціонування системи. Пізнавальність її забезпечує сигнал, породжений системою спонтанно чи стимульовано. Останнє пов'язане зі збудженням ззовні, а перше – з енергоактивністю самої системи. Щоб її розрахувати, треба розглядати історію об'єкта, починаючи з перших затрат ексергії [7]. Така вимога є природною для технічної проблеми автономного живлення, зокрема виробничих об'єктів, а також біооб'єктів, тобто живих істот та їх спільнот.

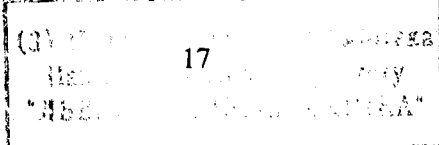
Кібернетична концепція керування в машинах і живих організмах втілює в собі фактично цільність системи – система, згідно з відомим афоризмом, є щось більше, ніж сума складових її частин та її функційність, а також акцентує на ролі сигналу як носієві відомостей про систему, навіть коли систему трактувати як чорну скриньку, піддану зовнішнім стимулам, щоб видала сигнал про себе. Тоді формування образу структури (просторово-часової) системи можна трактувати як узагальнену модуляцію, а систему (модулятор) – як формівний фільтр у разі, коли стимулюючий (а часто – зондуєчий) сигнал є типу білого шуму (з некорельованими значеннями), який стає тоді порідним процесом у сенсі теорії так званих лінійних процесів, запроваджених М. Бартлетом (1953 р.). Власне енергоактивність системи забезпечує автономне формування сигналу про її функціонування, а також і структуру, тобто когнітивність системи.

У класичній ТАК основним у її побудові був принцип компенсації відхилень (збурень) визначального (провідного) параметра шляхом реалізації зворотного зв'язку регулювання за допомогою окремого контура для контролю і вироблення сигналу керування, який забезпечує внесення поправки в разі відхилення від потрібного стану. Цей принцип вперше використаний Ваттом для регулювання обертів парової машини і дуже скоро був поширений на пневматичні, гідравлічні та електричні процеси регулювання. Стійкість таких систем вивчали механік Раус, математик Гурвіц і продовжив фахівець з техніки комунікації Найквіст. Кауер пов'язав стійкість із пасивністю електричних кіл та фізичним принципом причинності в теорії перетворення сигналів. Вінер пов'язав теорію ймовірностей, перетворення Фур'є та умову пасивності.

Зараз виробляється нова концепція – інтелектуалізації систем автоматичного керування. Фактично провісником цієї ідеї був згаданий вже регулятор Ватта, створений для вдосконалення парової машини Н'юкомена, бо цей регулятор був аналоговим обчислювачем, хоч тоді ще цього не зауважували. Але, якщо так поглянути на проблему, то бачимо, що це є зародок інтелектуалізації, яка в наш час фактично зводиться до комп'ютеризації.

Комп'ютери в сучасних системах автоматизації виконують дві взаємопов'язані функції: 1) оперативний аналіз в реальному часі з нехтовно малим порівняно з інерційністю системи часом опрацювання даних (відомостей про об'єкт керування і вироблення "команд" на керування) – фактично це локальне оцінювання стану об'єкта керування і забезпечення зміни його у потрібному напрямку; 2) глобальний аналіз функціонування системи керування за рахунок використання великої пам'яті комп'ютера – здійснює нагромадження, опрацювання та запам'ятовування і аналіз закономірностей мінливості стану об'єкта – підстави керування шляхом статистичних рішень (перевірки статистичних гіпотез, методи Бейеса, найменшого ризику та ін.). У ситуаціях певної невизначеності ефективними є нейромережеві методи.

Сучасна тенденція полягає у максимальному використанні комп'ютерних технологій за рахунок глобального аналізу і розширення принципу інтелектуалізації для формування баз даних



про просторово-часову структуру об'єкта керування та можливості залучення даних з інших банків, зокрема з мережі Інтернет з визначенням природно-суспільної ритміки типу так званого, голтерівського моніторингу, який має виявити добовий хід процесів.

Як бачимо, в сучасних системах автоматичного керування суттєвим є використання наукових і технічних досягнень інших галузей науки і практики. Це вимагає належної модифікації ТАК, яка враховувала б ці факти. Оцінення ефективності різних етапів реалізації стратегії керування вимагає використання відповідно різних критеріїв. Тому в ТАК маємо справу з багатокритеріальними задачами [8].

## Висновки

З наведеного матеріалу випливає, що в наш час назріла потреба, враховуючи досвід інших розділів технічної науки і практики, ширше залучати до розв'язання проблем автоматичного керування сучасні здобутки і тенденції фундаментальної науки. Автори при цьому наголошують на konieczності формування нової парадигми теорії автоматичного керування, що нею є інтелектуалізація систем автоматичного керування на підставі та із залученням нових, уже сформульованих в науці концепцій: системно-сигнальної, енергетично-ресурсної та енергоактивності об'єктів із використанням можливостей сучасних поколінь комп'ютерних засобів.

Потребу такої акцентації підтверджує факт, що навіть Норберт Вінер, хоч був творцем узагальненого гармонічного аналізу й активним пропагатором ідей кібернетики, як математик відчував тиск старої парадигми і тому не формулював нової парадигми в теорії випадковості та автоматичного керування. Його хвилювали більше проблеми психології, моральності, навіть безпеки в застосуванні робототроніки [9].

1. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Ч.1. – М.: Мир, 1978.– 294 с.
2. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику. Ч.1. – М.: Наука, 1981. – 640 с.
3. Драган Я., Медиковський М., Сікора Л. Системно-сигнальна концепція в біосоціотехнічних системах // Вісник нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2003. – № 496. – С. 194–199.
4. Медиковський М., Сікора Л.С. Автоматизація керування енергоактивними об'єктами при обмежених ресурсах. – Львів: Центр стратегічних досліджень “ЕБТЕС”, 2002. – 298 с.
5. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация. – М.: Мир, 1966. – 272 с.
6. Бауэр Ф.Л., Гооз Г. Информатика. – М.: Мир, 1990. Ч.1. – 836с; Ч.2. – 423 с.
7. Янтовский Е.И. Поток энергии и эксергии. – М.: Наука, 1988. – 144 с.
8. Безрук В.М. Векторна оптимізація та статистичне моделювання в автоматизованому проектуванні систем зв'язку. – Харків: ХНУРЕ, 2002. –164 с.
9. Винер Н. Кибернетика.— М.: Сов. радио, 1958. – 214 с.