

І. В. Сергієнко

Кібернетика

КІБЕРНЕТИКА (від грец. κυβερνητική – мистецтво керування) – наука про загальні закони одержання, зберігання, передавання та перетворення інформації у складних керуючих системах. Сформувалася у 2-й пол. 1940-х рр. Становленню К. сприяв розвиток деяких розділів науки і техніки, зокрема математики й [автоматики](#), її зародження тісно пов'язане з появою та стрімким поширенням ЕОМ (див. [Обчислювальна техніка](#), а також [Біокібернетика](#), [Економічна кібернетика](#), [Математична кібернетика](#), [Мистецтво кібернетичне](#), [Психологічна кібернетика](#), [Технічна кібернетика](#), [Фізіологічна кібернетика](#)).

Більшість кібернетиків офіц. датою започаткування К. як самостій. науки вважають рік опублікування амер. вченим Н. Вінером кн. «Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine» («Кібернетика, або Управління і зв'язок у тварині та машині», 1948). Уперше термін «К.» вжив давньогрец. філософ Платон на означення мистецтва керманича, 1834 франц. вчений А.-М. Ампер – до неіснуючої ще в той час науки про керування суспільством. У становлення та розвиток К. зробили поміт. внесок й укр. вчені. Ще до 1930-х рр. [Я. Грдина](#), який працював у Дніпроп. гірн. інституті, створив розділ теор. механіки – механіку живих організмів, що стала першоосновою механіки керов. машин. 1947–48 в Інституті електротехніки АН УРСР (Київ) під керівництвом *С. Лебедева* розпочато роботу над створенням першої вітчизн. ЕОМ «МЭСМ» (мала електронна лічил. машина; у проектуванні брали участь [Л. Дашевський](#) і *К. Шкабара*).

У листопаді 1950 випробувано макет цієї машини, а 25 грудня 1951 її прийнято в експлуатацію. На поч. 1950-х рр. на «МЭСМ» розв'язували задачі відомі рад. математики та механіки А. Дородніцин, [О. Ішлінський](#), [М. Келдиш](#), *М. Лаврентьєв*, [Б. Гнеденко](#), на ній працювали перші рад. програмісти *М. Шура-Бура*, [В. Корольок](#), *К. Ющенко*. У грудні 1957 на базі лаб. обчислюв. техніки Інституту математики АН УРСР (Київ) створ. Обчислюв. центр АН УРСР (нині [Кібернетики Інститут НАНУ](#)), який очолив [В. Глушков](#). Від самого початку діяльність центру спрямовувалася не лише на обслуговування АН УРСР, а й на розвиток широкого комплексу фундам. і приклад. дослідж. у галузі електрон. обчислюв. техніки та розв'язання проблем теор. та приклад. К., приклад. математики. Час від створення Обчислюв. центру до його реорганізації в Інститут К. (1962) є початк. періодом розвитку К. й

інформатики як в АН УРСР, так і в Україні в цілому, а період створення і освоєння «МЭСМ» (1948–53) – початк. етапом розвитку електрон. обчислюв. техніки. У цей час закладено основи тех. бази майбут. розвитку К. в АН УРСР, створ. окремі наук. школи та напрями, розпочалася системат. й цілеспрямов. підготовка кадрів з теор. та приклад. К., вироблено її осн. наук.-організац. принципи розвитку (серед гол. – єдності теор. і приклад. дослідж. та орган. єдності далеких і близьких цілей).

Відповідно до зазначених принципів розпочато роботу над кількома довгострок. програмами розв'язування як корін. наук. проблем розвитку обчислюв. техніки і К., так і практич. задач її застосування в нар. госп-ві. Програма розвитку робіт для створення нових ЕОМ, з одного боку, була тісно пов'язана з програмами розвитку теорії обчислюв. машин (алгебра логіки, теорія автоматів, архітектура ЕОМ, теорія програмування та організації обчислень) і штуч. інтелекту, з ін. – з програмами планування, проектування та керування в різноманіт. галузях людської діяльності. Здійснення цих програм тривало паралельно з завершенням раніше розпочатих робіт і створенням матеріал.-тех. бази Обчислюв. центру АН УРСР. 1957 завершено розроблення спеціаліз. ЕОМ «СЭСМ» для розв'язування систем ліній. алгебраїч. рівнянь високого порядку (З. Рабинович), розпочате ще з ініціативи С. Лебедева. 1959 введено в експлуатацію універсал. ЕОМ «Київ» (В. Глушков, Б. Гнеденко, К. Ющенко, Л. Дашевський), яка протягом низки років виконувала осн. роботу при розв'язуванні задач як для Обчислюв. центру АН УРСР, так і для числен. академіч. та ін. організацій.

Другу таку ЕОМ колектив Обчислюв. центру АН УРСР виготовив 1969 для Об'єдн. інституту ядер. дослідж. у м. Дубна Моск. обл. Водночас осн. напрямом розвитку обчислюв. техніки було обрано міні-ЕОМ для інж. розрахунків і керування вироб. процесами. Крім того, передбачалися нова електронна база, підвищення рівня машин. інтелекту і, як наслідок, спрощення спілкування людини з машиною, насамперед за рахунок наближення внутр. мови ЕОМ до вхід. мов.

Створення в АН УРСР машин, що реалізують такі мови, стало одним із принцип. кроків у розвитку обчислюв. техніки – відходом від одного з базових принципів (принцип Дж.(Я.) фон Неймана), на якому ґрунтувалася світ. обчислюв. техніка до 2-ї пол. 1960-х рр. Цей відхід, пов'язаний з програмою розвитку штуч. інтелекту, ознаменував собою перший крок до створення мозкоподіб. структур оброблення даних, що стало одним з найголовніших завдань розвитку обчислюв. техніки на тривалий істор. період. Такий напрям згодом обрала амер. фірма «Берроуз», а потім, більшою або меншою мірою, – і всі ін. іноз. фірми, що розробляють ЕОМ. Програма розвитку обчислюв. техніки в АН УРСР передбачала створення нової методики проектування ЕОМ (побудованої на відповід. розвитку теорії) з поступ. переходом на автоматиз. проектування. Це рішення було зумовлене складністю завдань проектування нетрадиц. структур ЕОМ, для яких, на відміну від нейманівських,

замало простої інж. інтуїції, та необхідністю одержання економ. схем. розв'язків, без яких реалізація високого машин. інтелекту в рамках міні-машин була б практично нездійсненна.

Створення нової методики проектування ЕОМ та її подальше вдосконалення з виникненням перед обчислюв. технікою нових завдань становило важливу мету програм розвитку теорії ЕОМ. 1960–62 в АН УРСР здійснено ґрунт. дослідж. щодо розвитку різних аспектів теорії ЕОМ та її впровадження у конкретні розроблення. На базі створеної в ці роки заг. теорії автоматів запропоновано практичні методики проектування окремих блоків і вузлів ЕОМ. 1964 за цикл праць з теорії цифр. автоматів, опублік. 1960–62, Л. Глушков був відзначений Ленін. премією. Велику увагу приділяли розвиткові теорії програмування та заг. теорії алгоритмів, необхід. для проектування програм. забезпечення. 1955–56 у Києві почав працювати семінар під керівництвом В. Глушкова, [Л. Калужніна](#), В. Королюка та К. Ющенко, на якому запропоновано низку способів запису алгоритмів і методів програмування. Досить плідними виявилися ідеї адрес. мови програмування (В. Королюк, К. Ющенко), які широко використовували для розвитку теорії програмування. К. Ющенко створила транслятори з цієї мови, якими були укомплектовані ЕОМ вітчизн. виробництва. Важливе значення для подальшого вдосконалення ЕОМ (методів програмування) мав розвиток чисел. методів розв'язування приклад. задач математики, механіки, теорії фільтрації, ядер. фізики, електроніки тощо. Особливу роль у розвитку К. відіграли роботи укр. учених з обчислюв. математики та методів оптимізації (В. Михалевич, Г. Положий, В. Рвачов, І. Ляшко). Розроблення нових вискоєфектив. методів розв'язування задач ліній. програмування, транспорт. задач, а згодом неліній., дискрет., опуклого та стохастич. програмування, ігрових задач лягло в основу розв'язання оптимізац. задач проектування та керування великими системами, насамперед в економіці ([Ю. Єрмольєв](#), Б. Пшеничний, І. Сергієнко, Н. Шор, В. Шкурба). Знач. поширення набув запропонов. В. Михалевичем і Н. Шором метод послідов. аналізу варіантів розв'язання задач динаміч. програмування (1960), за допомогою якого вдалося ефективно розв'язувати задачі оптимал. проектування протяж. об'єктів (шляхів, нафто- і газопроводів, ліній електропередач та ін.) та задачі теорії розкладів.

Розвиток ефектив. чисел. методів для розв'язування певних класів задач призвів 1959 до розроблення В. Глушковым нового методу в автоматизації програмування – методу спеціаліз. програмуючих програм. Згодом ідею методу реалізували та розвинули його учні у т. зв. пакетах приклад. програм. Науковці Обчислюв. центру АН УРСР працювали над створенням напівпровідник. міні-ЕОМ для керування вироб. процесами – «Днепр» (В. Глушков, Б. Малиновський), для інж. розрахунків – «Промінь» (В. Глушков, С. Погребинський), а також встановили тісний зв'язок із спеціаліз. підприємствами, зокрема з Київ. заводом «Радіоприлад». 1961–62 ЕОМ «Днепр» і «Промінь» почали випускати серійно. Ці машини здобули визнання як в Україні, так і за її межами. Паралельно зі створенням першої в країні універсал. керуючої машини Обчислюв. центр АН УРСР за участі

низки укр. підприємств проводив підготовку до застосування такої машини для керування склад. технол. процесами. Напр., спільно з Дніпров. металург. комбінатом ім. Ф. Держинського (м. Дніпродзержинськ Дніпроп. обл.) досліджувалися проблеми керування процесом плавлення в бесемерів. конверторах, з Слов'ян. содовим заводом (Донец. обл.) – колон. карбонізації. Укр. кібернетики вперше в Європі здійснили дистанц. керування цими процесами протягом кількох діб поспіль у режимі поради майстра. Б. Малиновський, В. Скурихін, Г. Спиноу провадили дослідж. щодо застосування машин «Днепр» для автоматизації робіт на Микол. заводі ім. 61-го комунара. 1959 в Інституті математики АН УРСР під керівництвом Б. Гнеденка створ. групу біол. К., у наступ. році під керівництвом [М. Амосова](#) організовано відділ біокібернетики (1961 переведений до Обчислюв. центру АН УРСР). Біокібернетики провадили дослідж. з автоматизації мед. діагностики, моделювання на ЕОМ вищої нервової діяльності, вивчали процеси керування та регулювання в живих організмах. 1960 розроблено апарат «штучне серце–легені», який застосовують для підтримування життєдіяльності людського організму під час операції на серці. Важливе значення для подальшого розвитку К. мало створення в кількох академіч. інститутах наук. доробку з теорії автомат. регулювання, адаптив. регуляторів та ін. засобів автомат. керування ([О. Івахненко](#), [В. Кунцевич](#), [О. Кухтенко](#)). У 1960-х рр. окремі напрями К. почали бурхливо розвиватися і в ін. інститутах АН УРСР – Електродинаміки, Фізики, Фізіології, Механіки, Проблем машинобудування (усі – Київ).

1962–70 в Україні набули розвитку практично всі галузі сучас. інформатики й електрон. обчислюв. техніки, створ. кібернет. індустрію. Укр. кібернетики брали участь у виробленні заг.-союз. програми розвитку електрон. обчислюв. техніки та її застосувань. У цей період укр. наук. програми, пов'язані з розвитком теорії та практики АСК і оброблення даних різних класів, здобули широке міжнар. визнання. З'явилися нові імена дослідників теорії автоматів – [О. Летичевський](#), [Ю. Капітонова](#), [В. Редько](#), [Є. Вавилов](#), [А. Богомолов](#). Цей напрям К. почав розвиватися також у Донецьку, Харкові, Ужгороді та ін. містах України. 1964 в Інституті К. АН УРСР створ. першу чергу автоматизації проектування вузлів і блоків цифр. обчислюв. техніки – т. зв. малу систему «Проект» (В. Глушков, Ю. Капітонова, О. Летичевський). Новим кроком у розвитку теорії ЕОМ стали виникнення та розвиток теорії дискрет. перетворювачів (В. Глушков, О. Летичевський), у рамках якої згодом започатковано новий розділ дослідж. – теорію двоосн. програм. алгебр, що дала змогу здійснювати глибокі формал. перетворення програм і мікропрограм разом з пристроями, які їх реалізують. Паралельно почала розвиватися теорія спец. класу дискрет. функцій (періодично визначені функції з допоміж. змінними).

Усе це дало можливість підвести принципово новий базис під автоматизацію проектування ЕОМ разом з їхнім матем. забезпеченням. Укр. вчені в цей період дослідили співвідношення алгебри регуляр. мов, розвинули теорію та практику автоматизації виробництва трансляторів, розробили методику побудови параметрич. систем програмування (В.

Редько, К. Ющенко). Досягли знач. успіхів дослідники, які займалися застосуванням ЕОМ у розв'язанні задач матем. фізики, механіки, теорії фільтрації (І. Ляшко, В. Рвачов, [Я. Григоренко](#), І. Молчанов, П. Фільчаков). Заслужують на увагу результати чисел. методів опуклої недиференційов. оптимізації з їх застосуванням до проблем декомпозиції склад. систем і оптимал. планування, методів розв'язання екстремал. задач на графах та скінченнорізницевого методу теорії оптимал. керування (Н. Шор, В. Михалевич, Ю. Єрмольєв). У 1960-х рр. розпочато роботи з обґрунтування теорії диференціал. ігор та її застосування до розв'язання широкого кола приклад. задач (Б. Пшеничний, А. Чикрій), а також зі створення та застосування методів дискрет. оптимізації (І. Сергієнко, В. Трубін, В. Перепелиця, Ю. Червак, Н. Шор). У зв'язку з необхідністю розв'язання задач аналізу та синтезу склад. систем важливого значення набули методи імітац. моделювання. 1968 паралельно з побудовою спец. імітац. моделей для означених класів задач в Інституті К. АН УРСР вперше в СРСР розроблено універсал. систему моделювання склад. дискрет. систем на базі оригін. мови СЛЕНГ з відповід. транслятором (В. Глушков, Т. Мар'янович, Л. Калініченко). Система була впроваджена на ЕОМ «М-20», «М-220», «БЭСМ-3М», «БЭСМ-4М» і використовувалася більше ніж у 20-ти установах та НДІ. Тривали дослідж. й у галузі штуч. інтелекту, зокрема з розпізнавання образів. Наприкінці 1960-х рр. створ. метод оптимізації склад. кусково-ліній. розв'язувал. правил, метод еталон. послідовностей для розпізнавання склад. сигналів, читал. автомат ЧАРС для автоматич. введення в ЕОМ машинопис. пакетів ([В. Ковалевський](#), М. Шлезінгер), розпочато дослідж. з автоматич. розпізнавання мови ([Т. Вінцюк](#)), для розпізнавання зображень успішно застосовано метод R-функцій (В. Рвачов). М. Амосов і його учні почали розробляти принципи побудови адаптив. роботів і моделювання на ЕОМ елементів емоц. сфери. Програма робіт зі штуч. інтелекту втілювалася у розробленні машин серії. «МИР».

Розвиток даної програми ґрунтувався на знач. матеріал.-тех. базі. 1963 при Інституті К. АН УРСР засн. СКБ матем. машин і систем з дослід. виробництвом. Налагоджене на базі заводу «Радіоприлад» серійне виробництво ЕОМ сприяло організації самостій. заводу обчислюв. керуючих машин (Київ). Ще один завод подіб. профілю був відкритий у м. Сіверськодоонецьк Луган. обл. (випускав машини «Промінь»). Крім серій. виробництва машин «Днепр», на заводі обчислюв. керуючих машин 1965 почали випускати розроблену Інститутом К. АН УРСР малу ЕОМ для інж. розрахунків – «МИР-1» (В. Глушков, Ю. Благовещенський, О. Летичевський, В. Лосєв, І. Молчанов, С. Погребинський, А. Стогній). 1967 на заводі обчислюв. керуючих машин освоєно виготовлення нової керуючої ЕОМ «Днепр-2» (В. Глушков, А. Кухарчук), у якій реалізовано складну багаторівневу систему переривань, роботу в режимі поділу часу, ефективну операційну систему реал. часу тощо. Важливим етапом на шляху подальшого зростання машин. інтелекту стало створення міні-ЕОМ «МИР-2» (В. Глушков, С. Погребинський, О. Летичевський), яку передано в серійне виробництво 1969. Її особливістю є передусім схемно-програмна інтерпретація мови АНАЛІТИК,

розробленої спеціально для спрощення програмування різного типу аналітич. викладок в алгебрі та аналізі. В Інституті К. АН УРСР розроблялася також аналог. обчислюв. техніка для розв'язування задач буд. механіки, розрахунків мережеских графіків та ін. задач спец. класів (Г. Пухов, [В. Васильєв](#), А. Степанов, [Г. Грездов](#)). Виготовлення низки аналог. машин – «ЭМОС-7», «Альфа», «Арос-2», «Инегратор-1», «Экстрема-1» – здійснювалося серійно. В Інституті математики АН УРСР під керівництвом П. Фільчакова розробляли електромодельючі пристрої з електропровід. папером (електроінтегратори ЕГДА). 1962–70 в Україні розпочалася й успішно тривала робота зі створення засобів обчислюв. техніки (цифр. і аналогової) у багатьох організаціях промисловості та вищої школи. У цей період в АН УРСР, насамперед в Інституті К., виконано великий обсяг робіт для створення систем. матем. забезпечення та пакетів приклад. програм для більшості вітчизн. ЕОМ – «Днепр», «Днепр-2», «МИР-1», «МИР-2», «М-20», «М-220», «БЭСМ-6», «Минск-22», «Минск-32» та ін. Знач. розвитку досягли в цей час теорія та практика автоматич. керування склад. технол. процесами, зокрема знайдено умови фіз. здійсненності систем автоматич. керування, що задовольняють вимоги інваріантності, досліджено інваріантні системи керування зі змін. параметрами, розвинено прикладні аспекти теорії адаптив. систем керування, одержано нові результати з аналізу стійкості неліній. імпульс. систем (О. Кухтенко, В. Кунцевич, О. Івахненко, [В. Іваненко](#), В. Павлов).

Водночас розроблені укр. кібернетиками АСК технол. процесами на базі ЕОМ «Днепр» широкомасштабно почали впроваджувати на маш.-буд., приладобуд., хім., металург. та ін. підприємствах. ЕОМ «Днепр» застосовувалася також в енергетиці, прокат., цемент. виробництвах. У розробленні різних типів АСК технол. процесами, крім співробітників Інституту К. АН УРСР, брали участь працівники Інституту електрозварювання АН УРСР, Інституту проблем лиття АН УРСР, Інституту газу АН УРСР (Київ). До цього часу належить й широке розгортання в Інституті К. АН УРСР у співдружності з укр. пром. підприємствами робіт зі створення автоматиз. систем організац. управління. Їхню основу закладено ще в процесі розроблення методів розв'язання окремих планово-екон. задач (мережескі методи, транспортні задачі тощо). Систем. етап розвитку автоматиз. систем організац. упр. усіх рівнів почався наприкінці 1962, коли Інституту К. АН УРСР доручено розробити нац. програму розвитку обчислюв. техніки з метою керування економікою колиш. СРСР. Тоді ж В. Немчинов та його учні запропонували створити систему великих міжвідом. територ. обчислюв. центрів для розв'язання планово-екон. задач різних користувачів (подібно до створення аналогіч. систем академіч. обчислюв. центрів з наук. метою в 1950-х рр.). 1963 В. Глушков розробив концепцію мережі обчислюв. центрів для керування економікою на всіх рівнях – від підприємства до Держплану та РМ СРСР. У наступ. році ним і його співробітниками представлено ескіз. проект мережі, а також перший варіант заг.-держ. АСК, яку планувалося реалізувати в цій мережі. Передбачалися радикал. перебудова заг.-держ. довідк.-інформ. екон. служби, запровадження неперерв. системи оптимал.

планування, що впливає із завдань кінцевого продукту. 1964 Інституту К. АН УРСР доручено очолити створення АСК підприємствами, а потім і галуз. АСК у групі мін-в машино- і приладобуд. профілю СРСР.

На базі попередньо здійснених теор. дослідж. у галузі методів планування та керування дискрет. виробництвом 1967 Інститут К. АН УРСР спільно з Львів. телевіз. заводом розробив і здав в експлуатацію першу чергу АСК підприємствами «Львов» (В. Глушков, В. Скурихін, В. Шкурба, А. Морозов, Т. Подчасова, [В. Кузнецов](#)). Система містила принципово нові тех. та планово-екон. розв'язування та дала чималий екон. ефект, унаслідок чого набула широкого визнання. 1964–70 Інститутом К. АН УРСР і заводом «Арсенал» (Київ) спроектовано першу в СРСР типову АСК гальваніч. багатоменклатур. виробництвом (А. Нікітін, І. Сергієнко, А. Струтинський, Г. Стиранка). У цій системі розв'язується великий комплекс екон.-матем. та оптимізац. задач. 1967–70 співробітники Інституту К. АН УРСР і галуз. організацій Києва, Москви, Ленінграда (нині С.-Петербург) розробили типовий проект (АСК підприємствами «Кунцево») для керування багатоменклатур. підприємствами машино- і приладобуд. профілю зі змішаним характером виробництва (від одиноч. до масового). В Інституті К. АН УРСР створ. системне матем. забезпечення типової АСК підприємствами і низку приклад. програм. Кібернетики України брали участь у створенні АСК у деяких респ. відомствах, насамперед на транспорті. Поряд з автоматизацією керування технол. процесами й екон. об'єктами в Інституті К. АН УРСР розпочали інтенсивно провадити роботи з теорії та практики автоматиз. систем опрацювання даних різних класів. Широку популярність мали виконувані цим Інститутом спільно з Мор. гідрофіз. інститутом АН УРСР роботи з автоматизації експеримент. дослідж. у Світ. океані, що включають як бортові, так і наземні автоматиз. системи опрацювання даних, а також відповідну вимір. техніку і техніку зв'язку. На базі ЕОМ «Днепр» у великих укр. НДІ та КБ створювалися потужні автоматиз. вимір. комплекси. Деякі з них підвищували продуктивність праці у виконанні склад. експериментів і дослідж. у десятки та навіть сотні разів.

У цей час закладено основу теорії та практики керування еліон. процесами виготовлення мікросхем, створ. та передано у пром-сть спеціаліз. ЕОМ «Київ-67» для керування еліон. технологією ([В. Деркач](#)), розроблено принципи побудови та дослідні зразки оператив. пам'яті на тонких плівках, а також логіч. низькотемператур. елементів – кріотронів (Г. Михайлов), досліджено теор. і прикладні аспекти перетворювачів форми інформації ([А. Кондалев](#), А. Лучук). Також розширено дослідж. й у галузі біол. та мед. К., зокрема розвинено методи моделювання біосистем на клітин. і систем. рівнях ([Ю. Антомонов](#), [К. Іванов-Муромський](#)), започатковано роботи з біоелектрич. керування м'язовими функціями людини ([Л. Алєєв](#)), з вивчення людини як складової частини склад. систем керування (В. Павлов).

У становленні інфраструктури комп'ютер. технологій та К. чільне місце займає факультет К. Київ. університету, який функціонує від 1969. Науковцями цього факультету виконано велику кількість н.-д. робіт фундам. та приклад. характеру. Нині за кількістю студентів і за кадровим забезпеченням – один з найбільших факультетів Київ. університету. На ньому суттєво розвинено теорію стохастич. систем і приклад. статистич. аналізу, розроблено методи асимптотич. аналізу неоднорід. марків. та напівмарків. систем склад. ієрарх. структури, досліджено новий клас випадк. процесів, що перемикаються ([В. Анисимов](#)), розвинено теорію узагальненого керування ліній. системами, побудовано високоефективні чисел. методи розрахунку та оптимізації фіз. полів (*С. Ляшко*); розроблено методи оптимальн. керування системами з узагальненою дією, що значно розширюють можливості керування та мають широке застосування в медицині, економіці, механіці, екології; створ. основи теорії оптимальн. оцінювання функціоналів, означених на розв'язках систем з розподіленими параметрами (*О. Наконечний*); розвинено теорію марків. процесів, траєкторії яких задаються динаміч. системами з випадк. пуасонів. збуреннями ([О. Закусило](#)); розроблено матем. теорію формування структури інформ.-обчислюв. комплексів спец. призначення ([Ю. Бєлов](#)); проведено дослідж. матем. методів і моделей в обчислюв. математиці, теорії обчислюв. експерименту та їх різноманіт. застосувань (*І. Ляшко, В. Макаров, І. Ляшенко, В. Приказчиков*).

На каф. моделювання склад. систем Київ. університету здобуті істотні наук. результати в галузі матем. моделювання та оптимальн. керування системами з розподіленими параметрами; побудовані та обґрунтовані чисел.-аналіт. методи керування багатовимір. системами, методи мінімакс. керування, методи оптимальн. керування ансамблями траєкторій, методи ідентифікації параметрів динаміч. систем, методи розв'язання обернених задач гідроакустики ([Б. Бублик](#), [М. Кириченко](#), [Ф. Гаращенко](#)). Інтенсивно розвиваються дослідж. у галузі теорії програмування ([А. Анисимов](#), В. Редько).

Важливим наук. досягненням є відкриття т. зв. універсал. дескриптив. логік і вирішення стосовно них 3-х класич. проблем: існування, єдності та розкриття структури всіх дескриптив. логік. Вони заклали логіко-матем. фундамент принципово нового напрямку інформатики-програмології. На їхній основі була розроблена дескриптивна CASE-технологія. Важливі наук. дослідж. у галузі інформатики й обчислюв. техніки виконані в Нац. тех. університеті України «Київ. політех. інститут» (КПІ), де створ. низку наук. шкіл, які сконцентровані на ф-тах інформатики та обчислюв. техніки, приклад. математики та ін. Найґрунтовніші праці [М. Згуровського](#), *К. Самофалова*, [В. Костюка](#) охоплюють важливі напрями тех. К. і систем. аналізу: розроблення та дослідж. методів побудови експерт. систем різного призначення; застосування методів матем. фізики та теорії нечіт. множин; розроблення інтегр. систем оптимальн. проектування та інтелектуал. керування гнучкими технол. процесами тощо; створення високопродуктив. конвеєр. та сістем. обчислюв. засобів і засобів інтелектуалізації процесів розроблення програм. забезпечення; методів

побудови апарат. та програм. засобів обчислюв. техніки для розв'язання задач цифр. оброблення сигналів у реал. масштабі часу. Молодих спеціалістів з К. і обчислюв. техніки готують також університети Харкова, Донецька, Львова, Чернівців, Ужгорода, Дніпропетровська. 1967 при Інституті К. АН УРСР створ. каф. Моск. фіз.-тех. інституту для підготовки кадрів у галузі К. та систем. аналізу. Помітне значення для розвитку К. мало створення 1965 Обчислюв. центру АН УРСР в Донецьку (нині Інститут приклад. математики і механіки НАНУ), обчислюв. центрів та наук. відділів кібернет. профілю у багатьох екон. інститутах, Обчислюв. центру Держплану УРСР. У 1970-х рр. характерним було розроблення обчислюв. систем, що містять, крім власне ЕОМ, велику кількість спец. периферій. обладнання та відповід. програм. засобів для керування цим обладнанням і всією системою в цілому.

Оскільки розроблення та організація масового виробництва обчислюв. систем вимагали великих затрат, у рамках Ради екон. взаємодопомоги був організов. розподіл праці у створенні та виробництві систем наймасовішого попиту (ЄС ЕОМ). За програмою розвитку ЄС ЕОМ кібернетики України розробляли системи матем. забезпечення для роботи з банками даних, телекомунікації та ін. спец. пакети програм (А. Стогній, [П. Андон](#), А. Нікітін). 1970–76 в Інституті К. АН УРСР розроблено спеціаліз. міні-ЕОМ «Искра-125», «Мрія», «Чайка», «Москва», «Скорпион», «Ромб», «Орион», «Экспресс», спеціал. ЕОМ для спектрал. аналізу, в Інституті електродинаміки АН УРСР (під керівництвом Г. Пухова) – низку спеціаліз. гібрид. обчислюв. пристроїв. У прийнятій країнами-учасницями Раді екон. взаємодопомоги спіл. програмі розвитку програмно суміс. між собою міні-ЕОМ (1976) укр. кібернетикам відведено роль розробників нової перспектив. моделі. Інститутом К. АН УРСР спільно з Ленінгр. об'єдн. «Світлана» розроблено та здано у серійне виробництво першу в СРСР мікро-ЕОМ на великих інтеграл. схемах ([О. Палагін](#)). Побудовано також низку спеціаліз. мікро-ЕОМ та пристроїв (4-е покоління ЕОМ; В. Скурихін, А. Морозов, О. Кобозєв). Система автоматизації проектування та виготовлення великих інтеграл. схем тісно пов'язана з системою «Проект». До складу системи включено спеціаліз. ЕОМ «Київ-70», розроблену на базі ЕОМ «Київ-67» (В. Глушков, В. Деркач). Згодом розпочато застосування в промисловості еліон. технології виготовлення великих інтеграл. схем для діод. постійнозапам'ятовувал. пристроїв. Для виконання необхід. технол. розрахунків запропоновано спрощену інж. теорію взаємодії електрон. пучка з речовиною. 1977 В. Глушков, В. Деркач та Ю. Капітонова за праці з автоматизації проектування ЕОМ отримали Держ. премію СРСР. Крім системи автоматизації програмування, Інститут К. АН УРСР разом із галуз. організаціями створив і запровадив у виробництво системи автоматизації програмування більш спец. призначення (К. Ющенко, [І. Вельбицький](#), [К. Лавріщева](#)). Декілька вузькоспеціаліз. систем автоматизації програмування розроблено й в Інституті проблем машинобудування АН УРСР та Інституті ядер. дослідж. АН УРСР (Київ). В Інституті К. АН УРСР та Інституті електродинаміки АН УРСР розроблено нові пристрої зовн. пам'яті, системи передачі даних та ін. допоміжні пристрої

для універсал. обчислюв. систем. Водночас зросла увага до пристроїв відображення, зокрема спроектовано структури високопродуктив. пристроїв для низки спеціаліз. обчислюв. процедур (Г. Пухов, Г. Михайлов, В. Васильєв). Тривали й фундам. дослідж. з теорії ЕОМ, зокрема укр. кібернетики розробляли нові архіт. ідеї в організації побудови багатопроцесор. систем на т. зв. рекурсив. принципах, що дають змогу повністю відійти від найманів. принципів і зробити ще один крок у побудові ефектив. мозкоподіб. структур та універсал. ЕОМ надвисокої продуктивності. У цей час розроблено методи контролю та діагностики автоматів, а також аналізу склад. систем (А. Богомолів, В. Анисимов). Під керівництвом [І. Коваленка](#) здійснено дослідж. з теорії імовірніс. автоматів та її застосувань. У галузі тех. К. велика увага приділялася теорії та практиці створення склад. АСК технол. процесами різних класів, зокрема розроблено основи теорії розподіленого керування електродинаміч. об'єктами. 1970 створ. і впроваджено в Інституті атом. енергії АН СРСР (Москва) першу в світі автоматичну систему підтримування рівноваги плазм. шнура в експеримент. термоядер. установках плазм. розряду (Ю. Самойленко, Ю. Ладиков-Роев). У 1970-х рр. спільно з ВНДПКІнафтохім (Ленінград) спроектовано системи оптимал. планування та оператив. керування осн. виробництвом Лисичан. нафтоперероб. заводу (нині Луган. обл.; В. Іваненко, В. Кунцевич), з Інститутом електрозварювання АН УРСР – систему «Сварог» для контролю якості точк. звар. з'єднань.

Відпрацьовувався матем. апарат тех. К. в галузі теорії керування випадк. процесами та неліній. імпульсив. систем (В. Іваненко, В. Кунцевич). О. Кухтенко, М. Згуровський та їхні співробітники розробляли методи дослідж. склад. динаміч. систем керування з використанням сучас. методів оптимізації та алгебраїчно-аналітич. апарату (теорія зображень і алгебр, теорії диференцій. многовидів тощо). У цей період створ. методи багатокритеріал. оптимізації в системах з ієрархіч. структурою, методи синтезу високоточ. алгоритмів безплатформ. інерціал. систем навігації та керування. Під керівництвом В. Павлова розроблялася теорія ерготич. систем керування з оптимізацією розподілення функцій між автоматами та людиною. Укр. вчені плідно працювали над теорією гранич. і нестационар. оптимізац. задач, дискрет. задач оптимізації, чисел. методами їх розв'язування і застосування до ідентифікації систем, задач статистики, керування технол. процесами. Із заг. теорією керування пов'язані методи оптимізації на імітац. моделях. 1975 в Інституті К. АН УРСР були завершені роботи зі створення мови моделювання неперервно-дискрет. процесів НЕДИС та відповід. імітац. системи. Програмне середовище підтримки вказаної системи реалізовано на одній із найпотужніших ЕОМ на той час – «БЭСМ-6». Система використовувалася для дослідж. широкого класу процесів дискрет. та неперервно-дискрет. природи (В. Глушков, Т. Мар'янович, [В. Гусєв](#)). М. Яровицький та його учні розробляли автомат. методи моделювання. О. Івахненко запропонував новий метод моделювання склад. екол., екон. та ін. систем на основі принципів самоорганізації. У 1980-х рр. системи «Кунцево», «Львов», «Гальванік» перевели на нову тех. базу, основу якої становили ЕОМ 3-

го покоління. 1981 в АН УРСР засн. Інститут проблем моделювання в енергетиці (Київ), який очолив Г. Пухов. Наук. школа, яку він створив, почала складатися ще наприкінці 1950-х рр., розвивалася в Інституті К. АН УРСР і Інституті електродинаміки АН УРСР. Гол. напрямками дослідж. цієї наук. установи стали: теорія матем. і комп'ютер. моделювання, аналіз електрич. ланцюгів і електромагніт. полів, спец. розділи приклад. математики, обчислюв. техніки, застосування матем. методів і ЕОМ в електроніці, електротехніці, енергетиці, екології. Серед осн. наук. досягнень Інституту проблем моделювання в енергетиці – фундам. результати в межах теорії квазіаналог. моделювання, що розвивають принципи еквівалентності в матем. моделюванні й ефективно доповнюють класичну теорію подібності стосовно задач побудови різних класів моделюючих систем; нові результати в теорії диференц. перетворень; розроблення оригінал. методів та засобів розрядно-аналог. моделювання, методу інтеграл. рівнянь для дослідж. динаміч. систем, методів і засобів моделювання нестационар. режимів газотранспорт. систем, гідродинаміч., тепл. і мех. режимів розподілених систем; цікаві результати з розпаралелюваних обчислень на ЕОМ, розроблення засобів діагностики трубопроводів, електрон. зварюв. тренажерів. У цьому Інституті були закладені основи створення оптико-мех. запам'ятовуючих пристроїв і ін. прогресив. засобів реєстрації інформації великого обсягу, що згодом дало можливість створення Інституту проблем реєстрації інформації АН УРСР (Київ), який і донині продовжує дослідж. фундам. і приклад. проблем (В. Петров).

У даний період створ. тех. засоби для організації зв'язку в мережі. Серед них – система передачі дискрет. інформації СПІН з підвищеними тех.-екон. параметрами (А. Лучук), а також розроблена спільно з вироб. комбінатом «Роботрон» (НДР) спеціаліз. ЕОМ для електрон. вузлів зв'язку (А. Кухарчук). Створення в Інституті К. АН УРСР досить потуж. парку ЕОМ та застосування обчислюв. техніки в багатьох академіч. установах зумовили пришвидшене розроблення чисел. методів і пакетів приклад. програм. Респ. фонд алгоритмів і програм, створений в Інституті К. АН УРСР для обміну такими програмами, налагодив співпрацю з сотнями організацій країни. Істотне значення для ефектив. організації обчислюв. робіт мали створені там автоматиз. системи оброблення даних «Абонент», «Центр-2», а також численні пакети приклад. програм для розв'язування задач статистики, теорії пружності, механіки суціл. середовища, довідк.-інформ. задач тощо (І. Молчанов, Н. Тукалевська, І. Парасюк, О. Стукало, В. Скопецький). Важливе значення для теорії обчислень мали розроблені в Інституті К. АН УРСР основи заг. теорії оптимізації обчислюв. машин. алгоритмів за точністю (В. Іванов, [В. Задирака](#), [М. Бабич](#)). Тривала робота над створенням методів і пакетів програм для розв'язання окремих проблем планування та керування екон. і тех. об'єктами, зокрема розроблено та запроваджено програмне забезпечення для розв'язання задач оптимал. завантаження прокат. станів, вибору оптимал. розміщення ремонт. баз для транспорт. засобів, оптимізації систем трубопровод. транспорту, перспективного планування в цивіл. авіації, оптимізації с.-г. вироб-в (Н. Шор,

[П. Кнопов](#), В. Трубін). Під керівництвом В. Кунцевича розроблено та впроваджено у практику серію систем автоматич. керування комплекс. випробуваннями аерокосм. техніки «ТЕСТ», «СПЕКТР-1», «СПЕКТР-3», «АКУСТИКА», «ТЕРМІС». За програмою «Штучний інтелект», крім дослідж., присвяч. збільшенню «інтелекту» створюваних машин, велися дослідж. і в ін. напрямках, зокрема й у галузі робототехніки (В. Рибак) – побудовано діючий макет «інтелектуал. робота», здатного розпізнавати прості геом. тіла, здійснювати за допомогою «руки», керованої ЕОМ, цілеспрямоване їх переміщення тощо; здійснено теор. розроблення, пов'язані з удосконаленням методів автоматич. розпізнавання фраз з малою ймовірністю похибки (В. Ковалевський, Т. Вінцюк).

У галузі біол. та мед. К. тривали дослідж. біоелектрич. керування рухами людини. Укр. вченими розроблено багатоканал. біоелектричні керувал. пристрої серії «Міотон», які запроваджено в клінічну практику, насамперед для лікування паралічів (Л. Алєєв); імітац. моделі для прогнозування та керування (у режимі діалогу з лікарем) під час лікування хворих на інфаркт міокарда ([І. Войтович](#)). Під керівництвом М. Амосова тривала робота з імітації на ЕОМ розум. поведінки. Від імітації діяльності однієї окремої особи були здійснені спроби до імітації діяльності колективу. Під керівництвом А. *Попова* створ. автоматиз. системи опрацювання мед. інформації для аналізу функції дихання та серцево-судин. системи, які запроваджено в мед. установах Ялти, Одеси, Слов'янська, Кисловодська (РФ). Важливою віхою, що підсумовує певний етап у розвитку рад. К., стало видання АН УРСР за участі фахівців ін. республік першої в світі двотомної «Енциклопедії кібернетики» (К., 1974). Набула подальшого розвитку матем. теорія R-функцій (В. Рвачов), що виникла на стику класич. матем. аналізу та сучас. методів алгебри, логіки та К. Цю теорію також застосовують при вирішенні задач оптимальн. розкрою матеріалів і розміщення геом. об'єктів, стійкості руху, розпізнавання образів, конструктив. теорії функцій та ін. В. Рвачов та його учні (*Ю. Стоян, О. Шевченко, Г. Манько, Т. Шейко*) створили конструктивні підходи та розробили методики й експеримент. базу високого рівня для розв'язання на ЕОМ крайових задач без обмежень на вид крайових умов і форму областей. 1972 в Інституті проблем машинобудування АН УРСР розпочато експлуатацію кількох версій генераторів програм серії «ПОЛЕ». Можливість задання задач у природ. матем. формі зробило використання цих систем доступним широкому колу дослідників та інженерів. Серед розв'язаних за допомогою них задач – розрахунки на контактну міцність елементів конструкцій, концентрації напружень в колі аркоподіб. виробок гірських масивів, температур. полів і напружено-деформов. стану технол. вузлів при профілюванні та правці прокату, тепл. режиму високовольт. трансформаторів, розроблення методів і алгоритмів розміщення геом. об'єктів з врахуванням теплофіз. і конструктив. обмежень. Група фахівців Інституту К. АН УРСР під керівництвом [В. Гладуна](#) провадила дослідж. спец. проблем штуч. інтелекту, передусім планування дій та виявлення закономірностей, що властиві окремим класам об'єктів. У 1-й пол. 1970-х рр. розроблені системи формування понять (АНАЛІЗАТОР, 1971) та

планування дій (програма пошуку рішень, 1975).

Методи формування понять та планування дій використовують для вирішення задач виявлення закономірностей, класифікації, діагностики, прогнозування, формування стратегій поведінки в різних галузях, насамперед у хімії, матеріалознавстві, медицині, астрономії, геології, економіці, організац. упр. тощо. У 1980-х рр. зусилля укр. кібернетиків були спрямов. на вирішення теор. проблем К., створення заг. теорії керування та розроблення інформ. технологій; створення ефектив. матем. апарату та приклад. теорій екон., тех., біол. і мед. К., системотехніки, кібернет. техніки, методів упр. НТП; розроблення нових тех. засобів К. – електрон. обчислюв. та керуючих машин, проблемно-орієнтов. універсал. програмно-тех. комплексів та їх матем. забезпечення, фіз.-технол. основ обчислюв. техніки; наук. основ АСК нар. госп-вом, галузями промисловості, підприємствами та технол. процесами, інформ. систем, систем автоматизації, проектування і оброблення даних; теор. і приклад. проблем заг.-держ. АСК. Обчислюв. центром Держплану УРСР, гол. організаціями галуз. мін-в і відомств завершено створення та впровадження 1-го етапу 2-ї черги РАСУ; удосконалено системи план. розрахунків та перспективні технології планування (В. Михалевич, *М. Матвеев*, [А. Великий](#), І. Ляшенко); одержано фундам. результати в теорії побудови багатопроцесор. високопродуктив. обчислюв. машин і комплексів; розроблено теорію макроконвеєр. обчислень, зокрема н.-д. центром електрон. обчислюв. техніки та Пензен. заводом електрон. машин (РФ) створ. і здано міжвідом. комісії високопродуктив. багатопроцесор. комплекс з макроконвеєр. організацією обчислень ЄС 2701, який забезпечував якісно новий рівень розв'язання нар.-госп. задач; створ. нові методи та їхня програмна реалізація для розв'язування різноманіт. склад. матем. задач, побудовані нові підходи оброблення даних на багатопроцесор. ЕОМ (В. Глушков, Ю. Капітонова, О. Летичевський, І. Молчанов, С. Погребинський, І. Сергієнко, Н. Шор).

Тоді ж укр. кібернетики створили обчислюв. комплекс з динаміч. мікропрограм. упр. для підготовки програм на мовах високого рівня (ЕОМ «КИТ») для використання в складі МВК «Ельбрус» і для самостій. призначення (З. Рабинович, В. Коваль, А. Якуба); розробили та впровадили інформ.-обчислюв. процесор для інтерпретації мов високого рівня ЄС 2680 як інтелектуал. термінал і апарат. розширювач обчислюв. середовища, унікал. багатоканал. цифрові обчислюв. комплекси «Кросс-2», «Курс» для оброблення даних натур. випробувань зразків склад. техніки в реал. масштабі часу (А. Морозов, [В. Діанов](#), [М. Діанов](#), С. Погребинський); продовжували дослідж. в галузі теорії і створення програмно-тех. систем штуч. інтелекту, автоном. роботів і робототех. систем; створили систему тех. зору СТЗ-1к-1, експеримент. систему змістової інтерпретації зв'язаної мови для усного діалогу людини з ЕОМ на обмеженій природ. мові із змін. словником предмет. області в 1 тис. слів «Речь-1», «Речь 1001» (Т. Вінцюк); у галузі теорії програмування вирішили проблему аксиматизації одного класу модифік. систем алгоритміч. алгебр, орієнтов. на формалізацію паралел. обчислень, розробили перспективні технології проектування та виготовлення

програм. продуктів (Р-технологія, АПРОП-2, ДИСУПП-2, СИГНАЛ-1; К. Ющенко, І. Вельбицький, К. Лавріщева); одержали нові важливі результати створення банків і баз даних, матем. забезпечення заг. і спец. призначення, орієнтов. на нові ЕОМ та мережі ЕОМ; розробили системи «Десна», СУБД «ОКА», «КАМА», СУБД «Пальма ОС» (П. Андон, [О. Бакаєв](#), Р. Крамаренко); створили пакети приклад. задач серії «Діспро», «Дельтастат», «Вектор-2» (В. Михалевич, І. Сергієнко, І. Парасюк, О. Стукало, Н. Шор, В. Трубін, В. Артеменко, Л. Гуляницький, Т. Лебедева, В. Роцин).

У Інституті К. АН УРСР розроблялися ефективні методи оптимал. конструктор. проектування пристроїв цифр. апаратури, які були впроваджені у виробництво, зокрема на заводі обчислюв. і управляючих машин (Київ). Водночас виконано дослідж. і розроблення в галузі АСК, проектування, оброблення даних випробувань об'єктів нової техніки, наук. дослідж. і експериментів; розвинуто теорію та методи створення багаторівневих інтегров. систем упр. виробництвом, що реалізують принципи оператив. керування, неперерв. планування, апарат і засоби систем. оптимізації, нові технології прийняття рішень; розроблено методологію створення перспектив. інформ. технологій; виконано комплекс робіт зі створення та впровадження систем керування технол. процесами (алгоритмічні та програмні модулі адаптив. упр. технол. процесами нафтохімії і нафтоперероблення, виробництва фольгов. діелектриків, перекачування нафти; В. Кунцевич, [Г. Бакан](#)); розроблено тех. і програмні засоби для створення автоматиз. систем оброблення даних і упр. випробуваннями (системи «Виразж», «Кросс»), автоматиз. систему акустич., вібрац. і тепл. випробувань об'єктів нової техніки «Термис», мобіл. автоматиз. систему оброблення випробувань нової техніки «Маска» (В. Кунцевич, П. Сіверський, [В. Гриценко](#), А. Морозов). У галузі мед. і біол. К. у 1980-х рр. набули подальшого розвитку інформ. мед., біотех. та діагност. системи (М. Амосов, А. Попов, Л. Алєєв, [Ю. Кривонос](#)); запропоновано нові методи та засоби моделювання нерв. та імун. систем, склад. фізіол. процесів (В. Яненко); теоретично обґрунтовано принципи побудови багатофункціонал. малогабарит. систем керування м'язовою діяльністю з оберненим зв'язком; розроблено та передано для виготовлення в пром-сть системи керування м'язовою діяльністю типу «Міостимул-імпульс»; запропоновано нові моделі керування в системі тепло- і газообміну організму ([Ю. Онопчук](#)). Результати дослідж. в галузі матем. теорії надійності, що здійснені під керівництвом І. Коваленка, дали можливість розв'язати широкий клас задач аналізу надійності тех. систем, врахувати різні структурні та функціон. можливості реал. систем і способів керування їх надійністю на етапах проектування і експлуатації, одержати аналіт. оцінювання нових ліній. функціоналів, що характеризують надійність систем із захистом, створити пакети програм та програмне забезпечення, що реалізують ефективні методи матем. теорії надійності. У 1990-х рр. розвиток К. в Україні відбувався в напрямках матем. К. та матем. забезпечення; обчислюв. техніки та мікроелектроніки; систем керування; інформ. технологій і систем. Були розроблені нові методи та засоби систем. аналізу, моделювання,

оптимізації, систем підтримки прийняття рішень, обчислюв. математики, матем. теорії надійності; створені перспективні засоби програм. забезпечення заг. та приклад. призначення; одержані нові результати в галузі створення банків і баз даних та знань; розвинута технологія виробництва програм. продуктів.

Укр. вчені-кібернетики знайшли новий конструктив. підхід до вирішення проблем даних задач дискрет. оптимізації, зокрема й з вектор. критерієм; запропонували та дослідили нові релаксійні методи негладкої оптимізації з ортогонал. трансформацією простору змінних; дослідили клас склад. стохастич. задач, які не розв'язуються детермінов. методами та стандарт. процедурами стохастич. апроксимізації; запропонували єдиний підхід, що дозволяє розв'язувати складні ігрові задачі пошуку та стеження; звели розв'язання задач варіац. нерівностей до еквівалент. задачі умов. оптимізації з різними формами цільової функції; розробили нові методи моделювання еволюції склад. систем для недиференцій. функцій цілі та обмежень з використанням прямих стохастич. методів; створили моделі матем. економіки та прогнозування процесів у перехід. економіці (І. Сергієнко, М. Михалевич, Л. Гуляницький), одним із важливих результатів впровадження яких стало розроблення на замовлення Міністерства економіки України довгострок. прогнозу динаміки ВВП України на 1995–2000; провели дослідж. з питань розподіленого імітац. моделювання склад. систем; створили методи та програмні засоби розподіленого і паралел. імітац. моделювання на основі мереж ЕОМ з паралел. арх-рою; розробили комплекс матем. моделей, що описують поширення радіонуклідів у водоймах і дають можливість розглядати як невелику, так і крупномасштабну міграцію радіонуклідів; реалізували прогнозування міграції радіонуклідів та оцінювання ефективності різних водоохорон. заходів для окремих регіонів України (В. Скопечкий, [В. Дейнека](#)); запропонували схему прискореного моделювання систем із склад. логікою зміни режимів для аналізу їхньої надійності.

Водночас зріс інтерес до проблеми фіз.-тех. полів, що стосується широкого кола наук.-тех. напрямів електродинаміки, теплофізики, теорії фільтрації, теорії пружності та пластичності, магніт. гідродинаміки та ін. Важливого значення набуло розроблення концептуально єдиної теорії проектування програм. і апарат. систем спец. призначення, створення інструмент.-технол. засобів для підвищення продуктивності праці програмістів та ефективності засобів їхньої «дружньої» взаємодії з ЕОМ (К. Ющенко, К. Лавріщева, І. Парасюк, *О. Перевозчикова*). Розроблена теорія була підтримана низкою інструмент.-технол. комплексів, за допомогою яких реалізовано значну кількість пакетів приклад. програм і систем спец. призначення, апробованих у нар. госп-ві та оборон. галузях. У галузі обчислюв. техніки та мікроелектроніки в даний період виконано теор. і прикладні розроблення з заг. теорії обчислюв. машин, створення перспектив. засобів високопродуктив. обчислюв. техніки, периферій. пристроїв, методів і засобів автоматизації ЕОМ, базових засобів оброблення інформації. 1991 на базі СКБ «Інтелект» Донець.

університету створ. Інститут проблем штуч. інтелекту Міністерства освіти України та НАНУ. У ньому провадять фундам. і прикладні дослідж. в галузі інтелектуал. систем (А. Шевченко). Науковцями цього Інституту створ. методологію та програмні засоби розпізнавання контурів зображень стосовно до елограм мед. ультразвук. діагностики (система «КРУІЗ»); розроблено методіку побудови систем ідентифікації особистості за голосом (використано при проведенні експертиз для правоохорон. органів); запропоновано методич. підхід та інструментарій створення мультимедій. систем, комп'ютер. підручників, енциклопедій, книг. У 1990-х рр. на базі першої вітчизн. ЕОМ класу мега-міні «Дельта» розроблено моделюючий комплекс для прогнозування екстремал. ситуацій (екол., техноген.), виконано оброблення даних косм. експериментів Міжнар. проекту «Вега»; створ. базові моделі персонал. ЕОМ «СМ-1840», «Нейрон», «Юніор» (Ю. Яковлєв, О. Палагін, В. Сігалов).

У цей час кібернетики України запропонували формаліз. підхід до розроблення засобів обчислюв. техніки, орієнтований на специфіку ринку з урахуванням запитів потенц. споживача (важливим результатом цього дослідж. є введення в практику класу пристроїв – універсал. електрон. комбайнів); запропонували та впровадили нову технологію одержання окис. шарів тунел. товщини на плівках ніобію та поверхні арсеніду галію в атмосфер. кисні; розробили та реалізували в міжнар. стандартах гігабітні приймально-передавал. модулі для оптоволокон. комп'ютер. мереж (І. Войтович, І. Осінський); створили теор. основи вимір. техніки, що ґрунтується на елементах модуляції та демодуляції інтенсивності магніт. потоку в магніт. ланцюгах (О. Бех); у галузі систем упр. виконали наук. дослідж. з заг. теорії керування, створення методів і засобів побудови багаторівневих і розподілених інформ. систем, автоматиз. та автоматич. систем різного рівня та призначення, систем підтримання прийняття рішень; провели систем. аналіз керованих процесів еволюції в упорядков. фіз. системах; створили програмно-апарат. комплекс цифр. системи авторегуляції параметрами плазми токамаку, матем. моделі відновлення параметрів плазми за даними магніт. та ін. змін (Ю. Самойленко, В. Боюн); розробили нові алгоритми та методи оцінювання інформ. стану об'єктів прийняття рішень на основі використання технології знань, які забезпечують функції обліку, контролю і аналізу інформації в інтелектуал. системах підтримання прийняття рішень (В. Волкович). 1995 П. Андон, А. Великий, В. Гриценко, В. Кунцевич, Т. Мар'янович, М. Матвєєв, В. Михалевич, О. Палагін, В. Петров, І. Сергієнко, В. Скурихін, А. Стогній брали участь у розробленні проекту Програми інформатизації України.

1997 узагальнена Концепція інформатизації суспільства отримала законодав. статус. Укр. кібернетики розробили принципи побудови систем ситуац. керування (А. Морозов); виконали комплексні дослідж. інформ. технологій, спрямов. на інформатизацію розподілених об'єктів (програмно-апаратні засоби груп. інтелектуал. інтерфейсу); створили підходи до розроблення систем. діагностики функціон. стану багатовимір. людино-машин. комплексів, технологію та програмно-тех. забезпечення функціонування

адаптив. інформ.-обчислюв. комплексів на базі ПЕОМ для діагностики стану енергет. агрегатів та електродвигунів; запропонували методикку синтезу інформ. моделей об'єктів проектування, планування та керування, використання якої підвищує рівень інтелектуал. взаємодії інтегров. АСК з користувачами (В. Скурихін, В. Гриценко); розробили осн. принципи створення робототех. комплексів із використанням вузлів і механізмів з програмов. властивостями, що дозволяють розв'язувати нові типи задач штуч. інтелекту, які виникають в інформ. та робототех. комплексах; створили теорію, методи та програмне забезпечення для дистанц. керування механізмами в екстремал. умовах, які застосовували, зокрема при виготовленні засобів ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (А. Анисимов, В. Рибак).

За тех. сприяння япон. фірми «Ваком» створ. інтелектуал. інформ. технологію розпізнавання склад. структур. об'єктів для застосування в системах автоматич. розуміння текст. та графіч. інформації, зокрема аналізу картогр. зображень (М. Шлезінгер, В. Мацелло). У 1990-х рр. значну увагу приділяли розробленню теор. осн. методів створення нейромереж. інтелектуал. систем, в яких забезпечується репрезентація різнорівневих знань та даних. [Е. Куссуль](#) та [О. Касаткін](#) створили швидкодіючі програми оптимізації структур нейромереж. класифікаторів. У галузі інформ. технологій у біології та медицині Л. Алєєв, А. Попов, Ю.

Антамонов спроектували автоматиз. засоби діагностики та лікування захворювань, пов'язаних з руховими, судин. та ендокрин. відхиленнями: електростимулятори «Синапс-4», «Міокор», «Міотон», програмно-тех. комплекс долікар. обстеження, комплекс програмно-тех. засобів автоматизації роботи поліклініки чи окремих її систем. Водночас в Україні активно розвивалася мережева тематика. Першим проектом мережі ЕОМ, розробленим укр. кібернетиками, був проект мережі обчислюв. центрів, призначений для збирання та оброблення екон. інформації. Надалі його удосконалено та прийнято до реалізації як Держ. мережу обчислюв. центрів. АН УРСР брала активну участь в проектах реалізації рад. Академмережі, зокрема експлуатувалася дослідна зона Регіон. обчислюв. підмережі «Юго-Запад» Академмережі СРСР (В. Петрухін, А. Нікітін). У 2000-х рр. створ. сучасну, швидкодіючу (до 10 Гб/сек.) оптоволоконну Академічну мережу обміну даних (АМОД), яка отримала статус автоном. системи з реєстрацією в Європ. Інтернет-реєстрі. Вона створила підґрунтя для впровадження GRID-технологій у практику наук. діяльності. Поняття «ІТ» стало розглядатися як сукупність засобів для забезпечення потреб у послугах оброблення різноманіт. даних і роботи користувачів у мережевому операцій. середовищі.

Відбувся розвиток таких кібернет. й інформ. понять, як самоорганізація, адаптов. поведінка, агентні технології. У центрі дослідж. опинилися ІТ у різних видах профес. діяльності, в яких усе більшого значення набули методи й інструментарій систем. аналізу. У 2000-х рр. фахівцями Відділ. інформатики НАНУ здійснено фундам. дослідж., результати

яких стали теор. основою розроблення інформ. технологій. Розроблена під керівництвом О. Летичевського система алгебраїч. програмування APS продовжила традиції, започатковані в матем. забезпеченні машин серії «МИР» та мові АНАЛІТИК. На основі цієї системи створ. нову технологію розроблення програм. забезпечення – інсерційне програмування та моделювання, що використовується для верифікації програм. забезпечення комп'ютерів. Для вирішення проблем, що виникли в сучас. теорії графів і комбінатор. аналізі, започатковано та розвинуто засади теорії числ. графів і розроблено ефективні методи розв'язання екстремал. задач на комбінатор. конфігураціях ([Г. Донець](#)). Ю. Кривонос і його учні розробили засоби синтезу систем адаптив. прогнозу процесів, які мають нелінійну рекурсивну природу; методи аналізу та синтезу голос. мовної інформації, віртуал. моделі людини з метою дослідж. міміки та емоцій на обличчі людини, комп'ютер. моделювання, аналізу та синтезу жест. інформації.

У цей час набув розвитку оригінал. субградієнт. метод з розтягом простору, відомий як метод еліпсоїдів (Н. Шор). На його основі отримано низку істот. результатів у теорії обчислюв. складності алгоритмів для задач матем. програмування. Під керівництвом І. Коваленка здобуто суттєві результати, що охоплюють широкий спектр проблем надійності та безпеки інформ. технологій, які забезпечують високий рівень інформ. захисту усіх об'єктів і суб'єктів інформ. відносин у країні. У 2000-х рр. набули подальшого принцип. розвитку такі широковідомі методи сучас. аналізу, як метод малого параметру, методи аналізу надвеликих дерев відмов, методи аналізу систем при непов. інформації; розроблено та введено в дію перший в Україні нац. стандарт електрон. цифр. підпису; знайшли широке застосування при оцінюванні ризику у задачах атом. енергетики, фінанс. та страх. математики, геології, теорії розпізнавання робастні статист. методи ідентифікації для склад. кібернет. систем, які функціонують в умовах ризику, невизначеності та недостат. статистич. інформації (П. Кнопов, В. Пепеляєв, О. Голодніков); запропоновано нові ефективні апроксимац. підходи до розв'язання задач стохастич. оптимізації, які ґрунтуються на методі емпірич. середніх, для сучас. теорії асимптотич. теорії оцінювання, теорії ризику та керування, а також розв'язання широкого кола приклад. задач (Ю. Єрмольєв, П. Кнопов, *В. Норкін*). Створені матем. моделі процесів у склад. багатокомпонент. середовищах нині складають теор. платформу для розроблення сучас. ІТ з елементами самоналаштування на досліджувані природно складні об'єкти з метою їх застосування для вирішення нагал. проблем рац. природокористування, екології тощо (І. Сергієнко, В. Дейнека, [Є. Галба](#)). Важливе значення для теорії обчислень має метод гранич. функцій, який дає можливість будувати оптимал. за точністю алгоритми для типових класів задач обчислюв. математики в умовах найповнішого використання апріор. інформації про задачу (В. Задирака, М. Бабич).

На сучас. етапі розвитку К. розроблено заг. теорію паралел. оброблення надвеликих масивів даних, розв'язання щодо них задач статистич. навчання та пошуку прихов.

інформації (В. Тульчинський, О. Перевозчикова); створ. сімейство інтелектуал. робочих станцій ІНПАРКОМ – знання орієнтов. комп'ютерів, які реалізують автоматичне адаптивне налаштування алгоритму, програми та топології комп'ютера на властивості задачі (І. Молчанов, О. Хіміч, О. Перевозчикова, В. Мова, В. Стрюченко); запропоновано нові підходи, моделі та методи до розв'язування склад. задач в умовах невизначеності на основі теорії нечіт. множин. Нині методи апостеріор. імовірніс. оцінювання на нечітких Байєсів. мережах різних типів і створені на цій основі інформ. технології сімейства BajesTECH застосовують для оцінювання та класифікації станів склад. систем (І. Парасюк). Розроблена в Інституті К. НАНУ система NEDISOPT_D інтегрує можливості методів імітац. моделювання, оптимізац. стратегій на базі моделей генетич. алгоритму та технологій розподілених обчислень. Вона забезпечує проведення ефектив. дослідж. склад. стохастич. систем (фінанси, економіка, маркетинг, логістика, атомна енергетика та ін.), що потребують великих обсягів моделювання та характеризуються критич. значеннями показників часу прийняття відповідал. управлін. або проект. рішень (Т. Мар'янович, В. Пепеляєв, М. Сахнюк). Серед ефектив. методів пошуку, перехоплення цілей та уникнення сутичок рухомих об'єктів, розроблених остан. часом, – потуж. метод розв'язуючих функцій, що базується на використанні обернених функціоналів Мінковського та умові Понтрягіна (А. Чикрій). Ю. Онопчук і його учні розробили моделі механізмів середньо- та довготривалої адаптації до гіпоксії, які використані для виявлення особливостей кровообігу в серцевому м'язі при його ішемії, моделі формування та розподілу енергоресурсу в умовах високогір'я і виявлення прихованих резервів людини. Київ. кібернетики створили засоби матем. моделювання задач формування та поширення акустич. полів на основі еліптич. хвильових рівнянь ([А. Гладкий](#), В. Скопечський).

В Інституті програм. систем НАНУ реалізовано інтелектуал. інформ.-пошук. систему МАІПС, в якій використовуються онтологічне подання знань про сферу інтересів користувачів та узагальнення досвіду взаємодії системи з користувачами й інформ. ресурсами (Ю. Рогушина). П. Андон і його учні розробили моделі, методи та інструмент.-технол. засоби, спрямовані на інтелектуалізацію розподіленого оброблення інформації в мультиагент. програм. системах з використанням моделей і засобів формал. семантики. За участі співробітників Інституту програм. систем НАНУ створ. понад 70 нац., міждерж. і галузевих стандартів у галузі інженерії програмування; на основі моделі логіко-обчислюв. семантич. мережі розроблено програмно-інструмент. середовище подання та оброблення як чітких, так і нечітких знань (А. Яловець). Укр. кібернетики впровадили систему «Рада», яка забезпечує процес колектив. прийняття рішень у законотворчих органах як України, так і низки ін. країн (А. Морозов); створили першу систему масового поширення інформації – електронну комп'ютерну газету «Все – Всім»; розробили низку інформ. технологій і систем широкого та спец. призначення для держ. організацій і відомств України; створили комплекс наук. апаратури для супутника «Січ-1М» (для косм. експерименту з іоносфер.

дослідж.); співпрацюють з низкою міжнар. організацій у галузі прогнозування т. зв. косм. погоди (В. Кунцевич, [В. Губарев](#), Н. Куссуль); розробили новітні електронно-променеві зварюв. установки на основі модельно-орієнтов. упр.; створили системи моделювання довкілля, зокрема моделювання та прогнозування наслідків техноген. катастроф з розробленням матем. моделей розповсюдження радіонуклідів у водному середовищі, на ґрунті та в повітрі. В Україні розвиваються 3 осн. напрями архіт. ліній комп'ютер. техніки: суперкомп'ютери, проблемно-орієнтов. системи, комп'ютерне приладобудування.

Передусім, укр. вчені працюють над створенням високопродуктив. суперкомп'ютер. кластер. комплексів зі швидкіс. підсистемою міжвузл. комутації на базі сучас. багатоядер. процесорів із спіл. й розподіленою пам'яттю та графіч. прискорювачів. Представники цього класу: СКІТ та ІНПАРКОМ; їхнє гол. призначення – розв'язання задач трансобчислюв. складності. Сімейство СКІТ-кластерів стало не лише інструментом розв'язування надсклад. задач супервеликого обсягу, а й призвело до замикання зворот. зв'язку, коли подолання проблем програмування й організації ефектив. обчислень суттєво сприяє розвитку самих інтелектуал. ІТ. Реалізація низки інтелектуал. ІТ трансобчислюв. складності відкрила новий горизонт потенцій. дослідж. на створених кластерах СКІТ кількох поколінь (І. Сергієнко, М. Згуровський, [В. Мельник](#), В. Дейнека, [О. Новиков](#), [В. Шило](#)). Для керування технол. процесами, склад. об'єктами та фіз. експериментами були спроектовані проблемно-орієнтов. та спеціаліз. обчислюв. засоби та системи з можливостями реконфігурування архітектури на основі програмов. логіч. систем (ПЛІС; [О. Палагін](#), [В. Опанасенко](#)). Досить ефективно забезпечує потреби медико-біол. та агроєкол. галузей комп'ютерне приладобудування, яке використовує результати міждисциплінар. наук. дослідж. ([І. Войтович](#), [В. Боюн](#), [В. Романов](#)). Одержані наук.-тех. рішення реалізовані при розробленні високотехнол., наукоєм. електрон. пристроїв і виробів для масового використання у виробничо-технол., екон. і соц. сферах. Мікрохвильові телекомунікац. системи та технології дозволяють надавати інтерактивні прикладні послуги абонентам завдяки забезпеченню широкосмугового безпроводового радіодоступу з використанням терагерц. технологій ([М. Ільченко](#), [В. Боюн](#), [В. Чміль](#), [Ю. Якименко](#)). Розроблено методологію сценар. аналізу у вигляді матем. забезпечення для розв'язання задач передбачення щодо виявлення перспектив. напрямів стратег. розвитку на рівні великих підприємств, галузей і регіонів, досліджено системні задачі за умов невизначеностей і багатофактор. ризиків; проведено фундам. і прикладні дослідж. та координацію робіт для розв'язання міждисциплінар. завдань систем. характеру ([М. Згуровський](#), [Н. Панкратова](#)).

2006 на базі Навч.-наук. комплексу «Інститут приклад. систем. аналізу» створ. перший в Україні Світ. центр даних з геоінформатики та сталого розвитку, який входить до складу Світ. системи даних Міжнар. ради з науки. Метою Світ. центру даних є сприяння організації доступу укр. наук. співтовариства до глобал. інформ. ресурсів, необхідних для кількіс. оцінювання та моделювання процесів сталого розвитку, а також оцінювання впливу

сукупності глобал. загроз на процеси сталого розвитку в глобал. та регіон. контекстах. У межах Програми інформатизації НАНУ розвинуто Академіч. Грід як основу Нац. Грід-інфраструктури, що дає можливість підвищення продуктивності, якості й ефективності проведення наук. досліджень. У новому класі інтелектуал. інформ. технологій створ. зорові, мовні та ін. базові інтелектуал. інформ. технології, використання яких забезпечує вирішення комплексу склад. наук.-тех. задач (В. Гриценко, М. Шлезінгер, Т. Вінцюк); розроблено теор. та методол. основи побудови розподілених автоматизов. систем моніторингу множини повітряних, назем. і надвод. рухомих об'єктів у реал. часі (В. Петров, [О. Додонов](#)); реалізовано принципи побудови багатоцільових електрон. навч. середовищ на рівні кращих світ. досягнень (Н. Панкратова, *В. Томашевський*, В. Резніченко).

Для розвитку цифр. медицини в Україні, зокрема для діагностики та лікування склад. захворювань, розроблено низку інтелектуал. ІТ (В. Гриценко, І. Войтович, В. Боюн, *Л. Файнзільберг*); впроваджуються унікал. обладнання та елементи для лікування склад. захворювань очей (В. Петров). 1962 при Президії АН УРСР сформовано Наук. раду з проблеми «К.», яка координує діяльність великої кількості наук., навч. та проектно-конструктор. організацій. З метою виконання важливих комплекс. програм фундам. та приклад. дослідж., прогнозно-аналіт. роботи в галузі інформатики, обчислюв. техніки та автоматизації 1993 при Інституті К. НАНУ створ. Кібернет. центр.

Серед укр. кібернет. журналів – [«Кібернетика и системный анализ»](#), *«Математичні машини та системи»*, *«Проблеми програмування»*, *«Проблемы управления и информатики»*, *«Системні дослідження та інформаційні технології»*, *«Управляющие системы и машины»*; зб. наук. пр. – [«Кібернетика и вычислительная техника»](#), [«Компьютерная математика»](#), [«Комп'ютерні засоби, мережі та системи»](#), *«Теорія оптимальних рішень»*. Укр. кібернетики реалізують спіл. програми, контракти, угоди з кібернетиками США, Японії, Німеччини, Великої Британії, ФРН, Нідерландів, Франції, Угорщини, Швейцарії, Канади, Австрії, Румунії та ін. країн. Від 1993 НАНУ – чл. Ради Міжнар. інституту приклад. систем. аналізу (м. Лаксенбург, Австрія). Під час виконання фундам. дослідж. та дослідно-конструктор. робіт з проблеми «К.» в Україні сформувалися широковідомі за її межами наук. школи з теор. К., методів оптимізації, обчислюв. математики, теорії автоматич. керування, штуч. інтелекту, теорії надійності, теорії моделювання, теорії програмування. Становленню цих шкіл сприяла наук. діяльність В. Глушкова, їх активно розвивали академіки – М. Амосов, П. Андон, О. Бакаєв, І. Войтович, В. Дейнека, Ю. Єрмольєв, М. Згуровський, О. Івахненко, М. Ільченко, В. Корольюк, І. Коваленко, Ю. Кривонос, О. Кухтенко, О. Летичевський, І. Ляшко, В. Михалевич, О. Палагін, В. Петров, Г. Пухов, Б. Пшеничний, В. Рвачов, В. Редько, І. Сергієнко, В. Скурихін, *Б. Тимофєєв*, Н. Шор, чл.-кор. – В. Анисимов, [М. Бондаренко](#), В. Боюн, Б. Бублик, В. Васильєв, А. Великий, [Л. Гассанов](#), [В. Грицик](#), В. Губарев, А. Гупал, В. Задирака, А. Крючин, М. Кузнецов, С. Ляшко, Б. Малиновський, Т. Мар'янович, А. Морозов, І. Парасюк, О. Перевозчикова, Ю. Самойленко, В.

Скопецький, А. Стогній, Ю. Стоян, А. Чикрій, А. Шевченко, К. Ющенко та ін. Президія НАНУ заснувала премії ім. видат. учених В. Глушкова, А. Дородніцина, С. Лебедєва, В. Михалевича, які присуджують за досягнення в галузі К., інформатики та обчислюв. техніки.

Рекомендована література

1. Глушков В. М. Синтез цифровых автоматов. Москва, 1962;
2. Його ж. Введение в кибернетику. К., 1964;
3. Глушков В. М., Цейтлин Г. Е., Ющенко Е. Л. Алгебра. Языки. Программирование. К., 1974, 1978, 1989;
4. Глушков В. М., Капитонова Ю. В., Летичевский А. А. Автоматизация проектирования вычислительных машин. К., 1975;
5. Глушков В. М. Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС. Москва, 1975;
6. Його ж. Основы безбумажной информатики. Москва, 1982;
7. Михалевич В. С., Гупал А. М., Норкин В. И. Методы невыпуклой оптимизации. Москва, 1987;
8. Малиновский Б. Н. История вычислительной техники в лицах. К., 1995;
9. Сергієнко І. В. Інформатика в Україні: становлення, розвиток, проблеми. К., 1999;
10. Ільченко М. Ю., Бунін С. Г., Кравчук С. О. та ін. Інформаційно-телекомунікаційні системи з використанням мікрохвильових технологій і спеціалізованих обчислювальних засобів. К., 2004;
11. Сергієнко І. В. Інформатика та комп'ютерні технології. К., 2004;
12. Гнеденко Б. В., Коваленко І. Н. Введение в теорию массового обслуживания. 6-е изд. Москва, 2005;
13. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Системний аналіз: проблеми, методологія, застосування. К., 2005;
14. Михалевич М. В., Сергиенко І. В. Моделирование переходной экономики: модели, методы, информационные технологии. К., 2005;
15. Кунцевич В. М. Управление в условиях неопределенности: гарантированные результаты в задачах управления и идентификации. К., 2006;
16. Войтович І. Д., Корсунський В. М. Інтелектуальні сенсори. К., 2007;
17. Кривонос Ю. Г., Кириченко М. Ф., Крак Ю. В., Донченко В. С., Куляс А. І. Аналіз і синтез ситуацій в системах прийняття рішень. К., 2009;
18. Дейнека В. С., Сергиенко І. В. Системный анализ упругих и термоупругих неоднородных тел. К., 2012;
19. Сергієнко І. В., Задірака В. К., Литвин О. М. Елементи загальної теорії оптимальних алгоритмів та суміжні питання. К., 2012.

Бібліографічний опис:

Кібернетика / І. В. Сергієнко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2013. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-6745>. – Останнє поновлення : 14 листоп. 2023.

2001-2024 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).