

І. В. Коваленко, С. С. Азаров, А. О. Стогній, О. В. Жданович

Інформатика

ІНФОРМАТИКА – галузь знань, що охоплює широке коло наукових дисциплін, пов'язаних із вивченням інформаційних процесів у природі та техніці; науковий фундамент для створення й застосування комп'ютерних систем та інформаційних технологій. Синонімом «І.» є термін «комп'ютерна наука» («computer science»), більш розповсюдж. у країнах англомов. світу. Термін «І.» застосовують також у Німеччині («informatik») та Франції («informatique»). У СРСР для ідентифікації комп'ютер. науки від 1950-х рр. застосовували термін «кібернетика», що мав ширше тлумачення, ніж у засн. кібернетики, амер. математика Н. Вінера, як «науки про управління і зв'язок у живому та машині». Ширше розуміння кібернетики впровадив [В. Глушков](#). Від 1980-х рр. термін «кібернетика» поступово замінили на «І.», залишаючи для кібернетики більш вузьке, первісне, розуміння, хоча донині в Україні та ін. пострадян. країнах слово «кібернетика» (у ширшому розумінні) зберігають у назвах академ. інститутів та факультетів у ВНЗ. Водночас сам термін «І.» в сучас. розумінні раніше мав вузьке значення та був пов'яз. із бібліотечознавством, організацією масивів документів та пошуку інформації в них. У сучас. прикладній І. – це важливий розділ, пов'яз. із організацією та застосуванням комп'ютер. баз даних і знань. Наук. засади І. почали формуватися з появою перших комп'ютерів у 1940–50-х рр. Різноманітність наук. дисциплін, що входять до її складу, зумовлена тим, що І. сформувалася на базі багатьох наук, для яких взаємодія з нею дала новий поштовх до подальшого розвитку. Розрізняють І. теор. та прикладну, хоча в багатьох випадках цей розділ є досить умовним. Гол. розділи теор. І.: теорія автоматів та алгоритмів (обчислюваність, складність, криптографія, квант. обчислення); комп'ютерна логіка (дедуктивні системи, автомат. доведення теорем, нетрадиц. логіки, програмування в обмеженнях); матем. моделювання, систем. аналіз та оптимізація; теорія інформації та кодування; теор. програмування (аналіз та оптимізація алгоритмів, структури даних, теорія типів, формал. мови, парадигми програмування, семантика мов програмування, теор. основи трансляції); формал. методи в проектуванні комп'ютер. систем; паралел. обчислення, розподілені багатоагентні комп'ютерні системи та інерційне моделювання (взаємодія агентів та середовищ); теор. основи баз даних і знань. Гол. розділи приклад. І.: комп'ютерна архітектура та інженерія (цифр. логіка, мікросхеми, багатопроекторні

системи, операц. системи та системи програмування, інструм. засоби створення програм. систем, комп'ютерні мережі, Grid-системи та хмарні обчислення, бази даних, безпечність комп'ютер. систем); штуч. інтелект (інтелект. агенти та роботи, нейронні мережі, навч. комп'ютери, комп'ютерне бачення, оброблення візуал. інформації та розпізнавання образів, когнітивні архітектури, добування даних, еволюц. обчислення, представлення й оброблення знань, експертні системи, оброблення природно-мовної інформації); автоматизов. та автоматичні системи керування в тех. і екон. системах; комп'ютерна графіка й візуалізація; комп'ютерна безпечність та криптографія; застосування комп'ютер. технологій в ін. науках і приклад. галузях (біол. І., комп'ютерні фізика, хімія, алгебра тощо). Ця неповна класифікація розділів І. постійно змінюється, разом із розвитком новітніх інформ. технологій з'являються нові напрями та розділи.

Історія І. в Україні тісно пов'яз. з ім'ям В. Глушкова, який від 1956 очолював лаб. обчислюв. техніки Інституту математики АН УРСР (Київ), де ще 1951 під керівництвом [С. Лебедєва](#) була побудов. перша в континент. Європі ЕОМ «МЭСМ». Невдовзі лаб. реорганізовано в Обчислюв. Центр АН УРСР, а 1962 на його базі засн. Інститут кібернетики АН УРСР, яким керував В. Глушков. Він визначив осн. напрями розвитку кібернетики як теор. основи розроблення інформ. технологій для різних галузей науки та нар. господарства. Його монографію «Введение в кибернетику» (К., 1964) упродовж багатьох років вважали в міжнар. наук. спільноті найкращим вступом до предмета. Центр. ядром нової комп'ютер. науки стала теорія цифр. автоматів. У семінарі з теорії автоматів, започатков. 1959, брали участь перші учні В. Глушкова – [П. Андон](#), [Ю. Капітонова](#), [О. Летичевський](#), [В. Редько](#), які невдовзі стали відомими вченими. В. Глушков заклав основи алгебр. теорії автоматів (1961) та написав монографію «Синтез цифровых автоматов» (Москва, 1962), орієнтовану на інж., фахівців з обчислюв. техніки. Пізніше цю монографію переклали англ. мовою та видали у США й ін. країнах. Теорія автоматів стала основою створення перших автоматизов. систем проектування засобів обчислюв. техніки. Вагоме значення мали роботи В. Глушкова з теорії алгоритмів та штуч. інтелекту. Він намагався перенести алгебр. техніку перетворення виразів на програмні тексти, для чого запропонував нову алгебр. конструкцію «Система алгоритм. алгебр» (САА), відому також як алгебра алгоритмів. Цю конструкцію широко застосовували під час розроблення систем еквівалент. та оптимізув. перетворень алгоритмів і програм. В. Глушков працював також у напрямі автомат. доведення теорем, запропонувавши алгоритм очевидності, реалізов. його учнями. Під керівництвом В. Глушкова розроблено низку комп'ютерів, комплекс. систем оброблення інформації, АСК складними об'єктами, сформульовано й аргументовано пропозиції зі створення заг.-держ. системи упр. та ін. Більшість робіт цього напряму були першими в СРСР і знайшли високу оцінку з боку держави та фахівців. Серед створ. комп'ютерів – «Київ», «Дніпро», «Промінь», машини серії «МИР», ЕС-1766, «Електроніка-С5», АСК, «Львів», «Гальванік», системи «ДИСПЛАН», «ПРОЕКТ». Значна частина цих робіт відзнач. держ. преміями та ін. нагородами

як в СРСР, так і за кордоном. Малі обчислюв. машини «Промінь» та «МИР» стали першими прототипами персон. комп'ютерів, які з'явилися значно пізніше, а макроконвеєрна обчислюв. система ЄС-1766 стала першою багатопроцесор. MIMD-системою з розподіленою пам'яттю. Наук. школа В. Глушкова ще за його життя була визнана як одна з пров. кібернет. шкіл у світі, це дало змогу укр. кібернетикам налагодити тісні наук. зв'язки з іноз. наук. центрами й окремими ученими. Ідеї, методи й підходи В. Глушкова, які він розробив у І. та частково втілював у життя, повноцінно живуть і сьогодні, низка наук. напрямків розвиваються як самостійні в сучас. І., а їхні лідери фактично створили власні наук. школи, серед них – *В. Михалевич, Б. Пшеничний, Н. Шор.*

Сучасні напівпровідник. комп'ютери упродовж 10–15 р. вичерпають свій потенціал і їхня швидкодія буде обмежена при бл. до значення 10^{15} операцій на сек. Проектна технол. норма 0,05–0,1 мкм (50–100 нм) – це нижня межа зменшення розмірів елементів твердотіл. мікроелектроніки, засн. на класич. принципах синтезу схем, оскільки при менших розмірах виявляються ефекти квант. зв'язку. Тому нині триває пошук нових парадигм побудови елемент. бази в галузі *НАНОТЕХНОЛОГІЇ* з використанням ін. фіз. принципів і явищ у молекуляр. електроніці, біохімії, орган. хімії, квант. механіці, нейротехнології та ін. Перехід від «мікро» до «нано» – це не кількіс., а якіс. перехід: стрибок від маніпуляції речовиною до маніпуляції окремими атомами. Серед осн. напрямів побудови нанокомп'ютерів можна виокремити молекулярні, квант., оптичні, нейро-, ДНК- та хім. комп'ютери. У молекуляр. комп'ютерах носієм інформації є молекули і молекулярні ансамблі. Це нанорозмірна 2-бітна система, яка відтворює на молекуляр. рівні функцію транзистора, перемикання молекули з одного стану в ін. здійснюють за допомогою електрич., магніт. полів, світла, хім. агентів. Серед проблем таких комп'ютерів – низька надійність перемикання через малу вірогідність переходу молекули в збуджений стан і спонтан. переходу назад, а також складність сполучення обчислюв. блоків між собою та з зовн. пристроями. У квант. комп'ютерах носій інформації – квант. частинки, які створюють квант. біт («qubit»), що має 2 базові стани – 0 або 1 і стан суперпозиції. Квант. біт формують у напівпровідник. структурах, в орган. речовинах тощо. Зміна станів – згідно з законами квант. механіки під дією електромагніт. поля. Серед проблем. ділянок – неоднозначність інтерпретації інформації, низька ефективність керування та висока шумливість, складність реалізації введення-виведення інформації та зв'язків між частинами комп'ютера, а також можливість перегріву, радіац. небезпеки й агломератів (злипання наночастинок). Носій інформації в оптич. комп'ютерах – оптичне випромінювання на всіх етапах оброблення й передавання інформації. Два стани світлової хвилі, що відрізняються амплітудою і (або) параметрами поляризації, відповідають зміні інтенсивності променя світла, що пройшов крізь речовину: збільшення інтенсивності спадного променя призводить до різкого зростання інтенсивності вихідного променя; при зменшенні – інтенсивність променя, що пройшов крізь речовину, різко зменшується. При цьому ускладнюється синхронізація окремих

елементів оптич. комп'ютера з різними параметрами робочої хвилі світлового випромінювання (інтенсивність, довжина хвилі), а також інтеграція великого числа оптич. вентилів. Носій інформації у нейрокомп'ютерах – штучні нейрони (нейрочіпи) і нейроноподібні зв'язки. Алгоритм розв'язання задачі реалізують за допомогою нейрон. мереж, моделювання яких виконують як програмно на ЕОМ, так і програмно-апаратно на цифр. великих інтеграл. схемах. Такі комп'ютери мають властивості паралел. оброблення інформації, здатність навчатися і високу завадо- та відмовостійкість. Проте для вирішення завдань різного типу потрібна нейронна мережа відповід. топології. У ДНК-комп'ютерах носій інформації – ферменти ДНК, що вибудовуються у визначеній послідовності. Машинний код представляють за допомогою різних станів цих ферментів. Особливістю схем є масштабованість та автономність самостій. складання процесів, пов'яз. з наномасштабом молекул ДНК. Метод ДНК дає можливість одночасно згенерувати всі варіанти рішень за допомогою відомих біохім. реакцій. Далі необхідно виокремити молекулу-низку, в якій закодована потрібна відповідь. Однак помилки зчитування і копіювання інформації на ДНК в сотні разів перевищують помилки магніт. накопичувачів. Носій інформації у хім. комп'ютерах – індивід. «клітки», що складаються з ліпідів, штучно впровадж. в орган. середовище, і здатні переносити хім. сигнали всередині молекул. Дані кодуються хім. властивостями речовин (концентрація, колір, кристалічна структура тощо), а обчислюв. процеси відбуваються у вигляді хім. реакцій, у результаті яких періодично змінюються параметри: концентрація, т-ра, колір та ін., що дає змогу «кліткам» «спілкуватися» між собою і передавати інформацію. Працює хім. комп'ютер під дією електромагніт. поля, але всі зміни відбуваються унаслідок хім. процесів, тож проблему становить пошук відповідних для роботи розчинів і реакцій. Очікують, що швидкість обчислень із застосуванням нанокомп'ютерів досягне значення 10 операцій на секунду, при цьому стане можливим зниження мінімально допустимих розмірів комп'ютера до субклітин. рівня, причому способи представлення інформації в системах, створ. людиною, досягнуть фіз. меж, встановлених фундам. законами природи. Повноцінні комп'ютери за новими технологіями з'являться не менше ніж за кілька десятків років, хоча вже є успіхи у створенні їхніх окремих вузлів та блоків. Проміжок часу, що з'явився між технол. межами напівпровідник. технології і технології створення нанокомп'ютерів, може бути заповнений комп'ютер. системами, виконаними на напівпровідник. елемент. базі за рахунок нових архіт. рішень, оскільки доведено, що у сфері підвищення продуктивності комп'ютер. систем резерв технол. можливостей обмеж. одним порядком, а освоєння масового паралелізму та нових архітектур. рішень має резерв підвищення продуктивності на декілька порядків. Осн. лінії розвитку арх-р комп'ютер. техніки: кластерні системи, метакомп'ютери: Grid-системи; персон. ЕОМ, а також мобіл. комп'ютери (ноутбуки і кишенькові персон. комп'ютери); архітектура, засн. на використанні нової машин. алгебри (напр., алгебри матриць, рядів Фур'є та ін.); знання-орієнтов. і онтологокеров. архітектури; однокристал. архітектури типу «Процесор-у-пам'яті» («Processor-in-memory» – PIM-система), «Пам'ять-у-процесорі»

(«Memory-in-processor» – MIP-система); образ. комп'ютинг та штуч. інтелект; реконфігуровні архітектури; архітектури спеціалізов. засобів оброблення інформації та ін. Отже, розвиток комп'ютер. техніки у напрямку мініатюризації з одночас. збільшенням її швидкодії спостерігатиметься як із застосуванням твердотіл. елемент. бази, так і елемент. бази, засн. на використанні результатів наук. розробок молекуляр. електроніки, біології, квант. механіки, орган. хімії та ін. Складні задачі приклад. та обчислюв. математики стимулюють створення нових поколінь комп'ютерів, сучас. чисел. методів їх розв'язання та методів діагностики якості наблиз. розв'язку задачі за точністю й швидкістю: високоточні задачі, задачі матем. моделювання (явищ природи, суспільства, об'єктів та процесів, нової техніки), нелінійні задачі, задачі великої розмірності, задачі, близькі до NP-повних, задачі інформ. безпеки тощо. Усе це спонукає, незважаючи на нові перспективи в розв'язанні складних задач шляхом використання Grid-систем, методів систем. аналізу, приділяти особливу увагу новим результатам у теорії похибок, заг. теорії оптим. алгоритмів, розпаралелювання обчислень, виявлення та уточнення апріорної інформації про задачу, виявлення та використання резервів оптимізації обчислень, і на базі відповід. фундам. дослідж. використовувати комп'ютерні технології розв'язання задач приклад. та обчислюв. математики із заданими значеннями характеристик якості за точністю й швидкістю. Вагомий внесок у зазначені галузі зробили Дж. Грауб, Х. Вожв'яновський, М. Бахвалов, [М. Корнійчук](#), [В. Іванов](#), *І. Молчанова*, [В. Задирака](#). Використання таких технологій дасть змогу або розв'язати задачу з заданою якістю, або дати поради замовнику, або довести, що при такій інформації про задачу її неможливо розв'язати з заданою якістю. Розвиток теорії обчислень демонструє, що використання оптим. за точністю й швидкістю обчислюв. алгоритмів під час розв'язування деяких важливих класів задач (оптимізації, цифр. оброблення сигналів тощо) більш ефективно з використанням нової елемент. бази та архітектури комп'ютерів.

Важливою складовою частиною І. є оптимізація, завдання якої у математиці, І. та дослідж. операцій – задача знаходження екстремуму цільової функції в деякій області скінченновимір. або нескінченновимір. простору за обмежень достатньо заг. вигляду. Серед піонерів дослідж. екстрем. задач – Дж. фон Нейман, Дж. Данциг, Л. Канторович. Одним зі світ. центрів дослідж. у галузі оптимізації є Україна, насамперед Інститут кібернетики НАНУ, де під керівництвом засн. укр. школи оптимізації В. Михалевича його учні (Н. Шор та ін.) розробили схеми послідов. пошуку оптим. рішень, склали основу для створення методу послідов. аналізу варіантів під час розв'язання складних багатоваріант. задач, які сформуvalи теор. базу для вирішення багатьох проблем нар. господарства, і пов'язаних з оптим. плануванням та проектуванням. Провідні представники укр. школи оптимізації [Ю. Єрмольєв](#), Б. Пшеничний, *І. Сергієнко*, Н. Шор та ін. своїми дослідж. зробили значний внесок у цю галузь математики та І. Їхні роботи в галузі матем. програмування, негладкої, дискрет., стохаст. оптимізації суттєво вплинули на розвиток теорії оптимізації та

стали поштовхом розвитку ін. галузей математики та І., зокрема теорії оптим. керування детермінов. та стохаст. системами, теорії статист. рішень, теорії розпізнавання. Особливість методів теорії оптимізації полягає у відсутності повної інформації про функції цілі, функції обмежень та їхні похідні. Тому виникає потреба розв'язання екстрем. задач імовірніс. природи, у якій враховується імовірніс. характер дослідж. процесів, а також ризик, пов'яз. із невизначеністю як невід'єм. рисою процесу прийняття рішень. В Інституті кібернетики НАНУ такі дослідж. провадять від серед. 1960-х рр. Поштовхом для цього були роботи Ю. Єрмольєва, у яких закладено новий наук. напрям у галузі стохаст. оптимізації – прямі методи стохаст. програмування. Роботи укр. вчених у цій галузі набули визнання. Крім того, є широкий клас приклад. задач, які не можуть бути викладені та розв'язані в рамках детермінов. підходів. Тісно пов'язаною з методами стохаст. програмування та оптим. керування є проблема страхування катастрофіч. ризиків. Йдеться не тільки про техногенні й екол. катастрофи, а й про страхування подій, що пов'яз. із фінанс. потрясіннями. Керування ризиками є однією із осн. задач під час розподілу активів банками, страховими та інвестиц. компаніями, ін. фінанс. установами.

Бурхливий розвиток обчислюв. техніки сприяв створенню важливого напрямку в інформ. технологіях – методу статист. моделювання (метод імітац. моделювання, метод Монте-Карло), що ґрунтується на багатораз. імітац. моделюванні ймовірніс. моделі системи з метою наблиз. оцінювання характеристик системи, які подають у вигляді серед. значень функціоналів від траєкторій системи. Сфера застосування методу Монте-Карло надзвичайно широка – біологія, медицина, фізика, теорія надійності, теорія масового обслуговування, захист інформації тощо. Ще донедавна метод Монте-Карло вважали універс., здатним розв'язати будь-яку задачу, пов'яз. з моделюванням випадк. явищ. Для опису та моделювання систем розроблено низку ефектив. мов: GPSS, «Симскрипт», «Симула», «Недис», «Аргон», «Аис».

Важливим є дослідж. й оптимізація надійності систем, відмова яких призводить до тяжких екол. наслідків (АЕС, нафтопроводи тощо). Саме для таких систем використання прямого статист. моделювання не дає бажаного результату: моделювання високонадій. систем потребує надмірно великої кількості обчислень при низькій точності. Тому розроблено низку методів прискореного моделювання (методи зменшення дисперсії оцінок, аналітико-статист. методи), які поєднали у собі високу точність аналіт. методів з універсальністю методу Монте-Карло. За рахунок розроблення й використання в алгоритмах спец. аналіт. перетворень вдалося на два порядки (а в деяких випадках і значно більше) скоротити витрати часу на моделювання. Перспектив. напрямком дослідж. є застосування прискор. моделювання до розв'язання комбінатор. задач великої розмірності, що мають широке коло застосувань під час вирішення проблем захисту інформації. Використання спец. методів прискореного моделювання на багатопроцесор. комплексі СКІТ-3 дало змогу знайти розв'язок комбінатор. задач рекорд. розмірностей: обчислення перманенту

матриці, знаходження кількості розв'язків задачі про ранець, лат. квадратів і прямокутників. Оскільки природні процеси підпорядков. законам збереження – фундам. фіз. законам, це дає змогу описувати їх певними матем. виразами, що утворюють матем. модель. Маючи матем. модель певного досліджув. явища, можна застосувати обчислюв. алгоритми її аналізу, що дозволяє використання комп'ютер. засобів для дослідж. явищ за вибраною матем. моделлю. Проблеми, що виникають під час комп'ютер. дослідж., пов'яз. насамперед із забезпеченням вибраної матем. моделі достовір. вихід. даними характеристик складових об'єкта, параметрів зовн. впливів та вихідного стану системи. Також комп'ютерне дослідж. вимагає, щоб проблемне матем. забезпечення реалізовувало обчислюв. алгоритми високої точності для унеможливлення спотворення комп'ютер. розв'язку похибками використаного методу та похибками заокруглення. Для вирішення означеної проблеми в Інституті кібернетики НАНУ проводять дослідж., що стосуються створення інформ. технологій, які мають властивості самоналаштування на досліджув. об'єкт, тобто застосовано систем. підхід, який під час дослідж. процесів у багатокомпонент. суціл. середовищах природ. чи штуч. походження використовує матем. моделі, що досить повно описують явища, розвиток яких суттєво залежить від впливу тонких включень як класів матем. задач із розривними розв'язками. Для цих класів задач побудовано обчислюв. алгоритми підвищеного порядку точності їх чисел. дискретизації, а шляхом використання виразів градієнтів функціоналів-нев'язок, побудов. на основі результатів теорії оптим. керування станами досліджув. систем, на основі даних натурних спостережень, за допомогою градієнт. методів, проводять ідентифікацію параметрів самої системи та аналіз її динаміки.

I. В. Коваленко

Наука І. почала формуватися у 1960-х рр. у зв'язку з появою складних приклад. задач великої розмірності, що не підлягали аналізу за допомогою методів класич. математики (космічні дослідж., розроблення ядер. зброї, стратег. і тактичне планування воєн. дій, аналіз інформації). Власне, термін «І.» почали активно використовувати у вітчизн. наук. і журналіст. лексиці на поч. 1980-х рр., після 1985 він практично витіснив всі раніше використовувані, зокрема «кібернетика», «ЕОМ» і «АСК», з якими асоціювалася наук.-тех. сфера застосування комп'ютерів у системах керування й оброблення інформації. Однак термін «І.» прямо не стосується обчислюв. техніки, оскільки раніше його використовували для ідентифікації галузі практ. діяльності, пов'яз. з організацією бібліотеч. справи, що розвинулася на поч. 20 ст. і стосувалася вивчення структури й заг. властивостей об'єктів. (наук.) інформації, закономірностей та технологій її функціонування в суспільстві з метою ефектив. зібрання, оброблення, зберігання, пошуку, розповсюдження. 1957 нім. фахівець у галузі обчислюв. техніки К. Штайнбух використав поняття «І.» у ст. «Informatik: Automatische Informationsverarbeitung». 1962 О. Харкевич запропонував назву науки

«інформологія», осн. положення та принципи якої систематично викладені в монографії О. Михайлова, А. Чорного та Р. Гіляревського «Основы научной информации» (1965), яку доопрацьовано та перевидано під назвою «Основы информатики» (1968; обидві – Москва). Водночас амер. учені запропонували низку тлумачень І.: як вивчення феномена ЕОМ (А. Ньюелл, А. Перліс, Г. Саймон, 1967), алгоритмів (Д.-Е. Кнут), інформ. структур (П. Вагнер; обидва – 1968), – що пізніше стали предметом І. Франц. термін «informatique» увів 1962 Ф. Дрейфус на означення процесів використання ЕОМ для зберігання й оброблення інформації. Завдяки рос. ученому А. Єршову поняття «І.» набуло значення «програмування для ЕОМ»; а 1987 предметом І. як науки він назвав дослідж. законів, методів і способів накопичування, передавання та оброблення інформації насамперед з допомогою ЕОМ.

На відміну від багатьох ін. соц. символів НТП 20 ст., таких, як «атомна енергія», «космонавтика» або «кібернетика», І. має надзвичайно сильний і природний зв'язок із феноменами, властивими масовому ринку товарів та послуг, оскільки результати, одержувані в процесі дослідж. і розробок у галузі І., безпосередньо орієнтов. на найбільш масового користувача, а пов'яз. з цим інновац. процеси відбуваються відносно швидко і сприймаються суспільством достатньо легко, змінюючи не тільки ментальність споживача, але й соц. традиції населення країн і світу в цілому. Розвиток укр. І. рад. періоду пов'яз. із 4-ма осн. чинниками: монополією держави на зовн. торгівлю, наявністю тільки держ. сектора економіки, переваж. впливом ВПК і розподіл. системою субсидювання дослідж. та розробок. Економіка СРСР була замкнутою, а одержувані в процесі дослідж. теор. результати (переважно на замовлення ВПК) швидко втрачали свою актуальність. Натомість на Зх. на поч. 1980-х рр. з'явилися тенденції до об'єднання та глобалізації економіки (програма «ESPRIT» для єдиної Європи, програми «Нац. інформ. інфраструктура» і «NAFTA» у США), цього вимагав і міжнар. ринок інформ.-комунікац. технологій (ІКТ). Отож, під час модернізації інформ. інфраструктур розвинених країн запанували тех.-технол. тенденції, що отримали назву «відкриті системи», які зводилися до визнання і добровіл. застосування у світ. інформ.-комп'ютер. індустрії відкритих міжнар. стандартів. Замовники інформ. систем не були прив'язані до монопол. виробника і могли вільно вибирати на ринку ІКТ ті виробники, що їх найбільше задовольняли. Врешті-решт внутр. ринк. механізми надали конкурентоспроможності різних країн новий імпульс і підготували базу для революції в галузі ІКТ. Усі ці події жодним чином не відобразилися на замкнутій економіці СРСР. Однак ця стагнація стосувалася лише тієї частини приклад. вітчизн. І., що не була тісно пов'яз. із замовленнями ВПК. Щодо теор. дослідж. і практ. результатів, орієнтов. на військ. застосування, то тут І. в СРСР була розвинута достатньо сильно, особливо стосовно косміч. досліджень. Осн. наук. центрами І. 1980-х рр. були міста Київ, Москва, Ленінград (нині С.-Петербург), Новосибірськ (РФ) і Мінськ. Однак через низку причин істор., соц., політ. і міжнар. характеру саме Київ вважали центром спочатку кібернетики, а потім і І. в СРСР. Фактично вся історія виникнення і розвитку І. в СРСР була пов'яз. з діяльністю саме

Інституту кібернетики АН УРСР, а його осн. результати асоціювалися з іменами укр. (київ.) учених-кібернетиків, математиків, а також фахівців з архітектури обчислюв. машин і систем. Однак в умовах ізоляції від світ. ринку ІКТ подальшому становленню та розвитку укр. І. заважали 3 чинники: малосерійність приклад. результатів, ускладнений доступ до світ. друк. джерел і мовний бар'єр. Перший чинник призводив до того, що створ. у невеликій кількості без врахування конкуренції і тільки на бюджетні засоби першокласні для того часу інформ. комп'ютерні системи практично застигали на рівні 1-ї версії або навіть макет. зразка, рідко удосконалюючись до рівня 2-ї версії. Два ж останні чинники призводили до того, що учені, дослідники і розробники одержували свої теор. результати світ. рівня або раніше, або практично водночас зі своїми іноз. колегами, однак, не ознайомлені з усталеною англ. термінологією та не маючи постійного і стабіл. доступу до закордон. першоджерел та періодики, не могли ні точно ідентифікувати свої результати, ні надати їх на розсуд іноз. колег, ні взяти участь у плідних дискусіях на сторінках закордон. період. видань та захистити свій пріоритет автор. правом. Немалу негативну роль у цій ситуації зіграла і громіздка система проведення експертизи щодо захисту держ. таємниці. Деяке послаблення було для суто формально-теор. дослідж. з питань теорії оптимізації, завдяки чому вітчизн. школа у цьому напрямі отримала за кордоном заслужене визнання. Водночас прикладні результати світ. рівня не були однозначно ідентифіковані, порівняні з закордон. результатами і серйозно підтримані для подальшого розвитку. Так, напр., практично не помічені закладені київ. вченими основи теорії гіпертекст. систем, реалізовані у 1970-х рр. у розробках мови «Аналітик» для машини «МИР»; розроблені наприкінці 1970-х рр. основи організації людино-машин. інтерфейсу на основі системи «вкладених меню»; не став визнаним і об'єктно-орієнтов. підхід у програмуванні, до відкриття якого наприкінці 1980-х рр. підійшли в Інституті кібернетики АН УРСР майже одночасно з амер. вченими. Феномени «невпізнання» призвели до повного знищення укр. школи АСК, яку дискредитовано в 2-й пол. 1980-х рр. хвилею зх. персон. комп'ютерів. Як прогресивна за своєю суттю, ця хвиля позитивно була сприйнята зх. ринком, однак, з огляду на монополію на зовн. торгівлю, нестачу валют. засобів і заборон міжнар. Координац. комітету з експорт. контролю (Париж), вона надалеко відкинула назад вітчизн. розробників апарат. і програм. забезпечення, перетворивши їх на звичай. користувачів зх. технологіями. Так, практично всі моделі персон. комп'ютерів, створ. в Україні у 1980-х рр., були повними копіями амер. персон. комп'ютерів, що не отримали, до того ж, повного ліцензій. захисту. Використання великих і серед. ЕОМ (мейнфреймів) в Україні практично було згорнуте. Крім того, розробка великих інформ. систем стала неможливою в зв'язку зі слабкою продуктивністю перших моделей персон. комп'ютерів. За кордоном же використання мейнфреймів ще довго тривало. Для стикування персон. комп'ютерів і мейнфреймів, які використовували в системах упр., розробляли системи розподілу обчислюв. потужностей між потуж. (на ті часи) мейнфреймами і відносно слабкими персон. комп'ютерами. Водночас розробляли теор. основи інтеграції розподілених інформ. систем.

Сформульовані 1971 В. Глушковым принципи побудови АСК вже на той час мали майже всі осн. положення концепції відкритих систем поч. 1980-х рр. і сучас. теорії інтеграції інформ. систем поч. 1990-х рр., а в ідеї Держ. системи обчислюв. центрів були організ. основи та прообраз глобал. мережі [Інтернет](#). Створ. В. Глушковым в Інституті кібернетики АН УРСР атмосфера наук. пошуку спрощувала доступ провінц. ученим до закордон. першоджерел і давала можливість спілкуватися з іноз. колегами, певною мірою збалансовуючи розрив між зх. і рад. І. Особливу організац. роль відігравала створ. на базі Інституту Наук. рада з проблеми «Кібернетика», що концентрувала увагу наук. спільноти на осн. ідеях і напрямках кібернетики та формулювала найважливіші програми досліджень, а також виступала як експерт. орган і координатор, видавала та розповсюджувала велику кількість друк. праць. Завдяки числен. семінарам, конф. і симпозіумам учені України мали можливість брати участь в дискусіях і оприлюднювати власні ідеї та розробки. Інститут кібернетики також вів самот. активну видавн. діяльність, його ж. [«Кібернетика»](#), «Автоматика» (нині *«Проблеми управління и информатики»*), *«Управляющие системы и машины»* та численні препринти стали розповсюджувачами прогресив. ідей. Інститут кібернетики мав найпотужнішу на той час систему підготовки наук. кадрів і зв'язків з усіма пров. вироб. підприємствами обчислюв. техніки («Електронмаш», «Квазар») та ВНЗами – Київ. університетом і політех. інститутом. Усе це призвело до того, що молоді учені, аспіранти, пошукувачі Інституту 1980-х рр. стали у 1990-х рр. лідерами молодого укр. комп'ютер. бізнесу і відносно легко змогли адаптуватися до зміни екон. ситуації. Завдяки актив. наук. і тех. позиції Інституту, а також знайомству його учених із закордон. літ-рою у лабораторіях України з'явилися розробки інформ. систем, створ. відповідно до новіт. ідей І.

Заг. теорія інформ. систем практично одночасно розвивається у працях укр. та іноз. учених. Усі відмінності в розробках визначалися технол. специфікою проблем. інструм. систем, що використовувалися. Так, напр., у серед. 1970-х рр. матеріали стосовно систем упр. базами даних були відомі у нас як системи зберігання й пошуку інформації. Згодом з'явилися матеріали щодо експерт. систем і систем гіпертекст. пошуку. Відсутність кольор. екранів не дала змогу укр. вченим поставити проблему оброблення даних у різноманіт. фіз. середовищах і формах (колір, мультиплікація, графіка), що на Зх. отримала назви «мультимедіа» і «гіпермедіа». Однак системи розпізнавання й синтезу мовних сигналів розробляли в Інституті кібернетики ще від кін. 1960-х рр. ([Т. Вінцюк](#)). Від 1970-х рр. у роботах укр. вчених почала формуватися заг. теорія систем розпізнавання образів, систем автоматизов. перекладу з іноз. мов, систем імітац. моделювання, систем оброблення сигналів, операц. систем, систем програмування і комунікац.-комп'ютер. систем передачі даних. Укр. теор. розробки в галузі І. історично відображали всі типи інформ. систем і процесів оброблення інформації того часу: саме: АСК, регіон. АСК, Єдина система Держ. системи обчислюв. центрів (В. Глушков), інформ. мови і системи упр. базами даних (А. Стогній, П. Андон, Р. Крамаренко, В. Резниченко), прикладні інформ. системи («Юпітер»,

«Гермес»), системи оброблення даних і пакети приклад. програм (І. Сергієнко, І. Парасюк, Н. Тукалевська), імітац. моделювання (В. Гусєв, В. Литвинов, Т. Мар'янович, М. Сахнюк), мови і системи програмування (К. Ющенко, К. Лаврищева, О. Перевозчикова, Г. Цетлін), мова високого рівня «Аналітик» і основи гіпертекст. систем (Т. Грінченко, В. Клименко), комп'ютерні комунікац. системи і мережі (А. Нікітін), інформ. системи і мережі обчислюв. центрів (А. Стогній), штуч. інтелект (В. Глушков, В. Гладун, М. Глазунов), колектив. розум (В. Глушков, В. Петрухін), машин. переклад (Л. Калужнін, І. Штерн, І. Білецька), АСК проектуванням, системи автоматизов. проектування (В. Скурихін, В. Шкурба), архітектури обчислюв. машин, паралел. системи, автоматизація доведень (О. Летичевський, Ю. Капітонова), формал. перетворення текстів (А. Стогній, Т. Грінченко), розпізнавання образів (В. Ковалевський), аналіз розпізнавання і синтез усної мови (Т. Вінцюк), інформ.-пошук. системи (Е. Скороходько, В. Дриянський), автоматизація навчання (О. Довгялло), інформ.-аналіт. системи прогнозування (І. Цикунов). Від серед. 1980-х рр. розпочалося активне вивчення феноменів зх. обчислюв. техніки, дослідж. сучас. ІКТ і соц.-екон. чинників їх використання. Цьому сприяв також перехід частини наук. кадрів Інституту кібернетики в інші н.-д. установи. Дедалі відчутну роль у галузі стали відігравати НВО «Міськсистемотехніка», Київ. і Львів. політех. інститути, інші ВНЗи Києва, Львова, а також Одеси, Харкова, Дніпропетровська і Сімферополя. Від кін. 1980-х рр. почали виникати нові, недерж. форми профес. об'єднань, що орієнтувалися на змін. екон. стан і появу ринку персон. комп'ютерів. Так, 1988 у Києві засн. Всесоюз. асоц. персон. ЕОМ (перший президент – А. Стогній), яка розповсюджувала малодоступні матеріали з ІКТ і провела перші в СРСР виставки-ярмарки ІКТ. Від 1988 учені Інституту кібернетики АН УРСР і НВО «Міськсистемотехніка» офіційно запрошені до участі в різноманіт. міжнар. організаціях у галузі І., тож міжнар. контакти значно зросли і наук. інформація з питань І. стала надходити в Україну регулярно, однак 1991 кардинально змінилася політ. і екон. ситуація. Після проголошення України незалеж. державою і заяви Президента Л. Кучми 1995 про підтримку екон. реформ постав факт правового визнання конституц. рівноправності різноманіт. секторів економіки, що спеціалізуються в галузях інформ.-комп'ютер. індустрії, інформ. інфраструктури, теор. і приклад. І. У сфері інформ.-комп'ютер. індустрії України з держ. сектору поступово виділився приват. сектор («Квазар-мікро», «Утел», «Укрпак»). У сфері ж інформ. інфраструктури приватні підприємства стали виникати майже самостійно, без виділення з держ. сектору, це, зокрема, виставк. комп'ютерні компанії («Euroindex», «Комиздат»), ЗМІ («Computer World», «В світі мультимедіа», «Комп'ютерний огляд», «Офіс», «Комп'ютери плюс програми»), компанії з надання послуг користування глобал. мережами («Релком», «Глобал-юкрейн», «Лакі-нет»). У сфері приклад. інформатики з'явилися приватні НДІ (Прикладної інформатики інсти-тут, «Топаз-інформ»). Поступово став організовуватися консалтинг. бізнес. Від 1992 в Україні щорічно проводять понад 10 великих комп'ютер. виставок, в яких беруть участь 100–150 приват. і держ. компаній та організацій. Відтоді ж у Києві з'явилися представництва закордон. комп'ютерних фірм

(«DEC», «Apple», «IBM», «Informix», «Oracle», «S&T», «RG Data»). Роль Інституту кібернетики з суто екон. причин поступово знижувалася, зростав масовий виїзд кращих кадрів за кордон і перехід у комерц. організації. Все це вимагало від держави гармонізації правової і податк. систем в умовах ринк. економіки. Почасти це виконано під час прийняття Конституції України. Поряд із новими екон. засобами держ. упр., існували релікти держ. адм.-команд. упр., властиві рад. періоду, що обмежувало розвиток укр. І. Гол. причиною цього явища було те, що, на відміну від країн з ринк. економікою, в СРСР І. виступала компонентою адм.-команд. системи, для підтримання діяльності якої існували відповідні держ. структури – держ. комітети, мін-ва і АН. Щойно в індустрії високих технологій виникала нова держ. проблема – створювали і відповід. комітет, напр., Держ. комітет з обчислюв. техніки і інформатики СРСР. Стабільність офіц. структур гарантувала замовлення, зарплату і зайнятість, формувала профес. спільноту, вищу профес. еліту та систему відтворення з високим рівнем теор. підготовки і систем. мисленням для розроблення й реалізації великих держ. проектів. Осн. особливістю розвитку укр. І. в перехід. період була діяльність проблемно-орієнтов. комітетів та агентств з І. Однак у нових екон. умовах зникла монополія держави на зовн. торгівлю і виняток. підтримка з боку ВПК – з'явився чинник ринку. У 1990-х рр. новий приват. сектор у галузі ІКТ ще не встиг створити ані свого профес. співтовариства, ані еліти, ані лобі, без яких у перехід. період, коли слабо діє правова система держави, жодний переконливий і рівноправ. діалог із державою неможливий. Певною реакцією на ситуацію, що склалася, стало виникнення на поч. 1990-х рр. низки соц. феноменів, пов'яз. зі спонтанним об'єднанням професіоналів у галузі І. в різноманітні профес. неформал. і неофіц. співтовариства. Так, у середовищі наук. громадськості і директорату пром. підприємств, що спеціалізувалися в галузі електроніки, з'явилися різноманітні сусп. академії (І., інформ. технологій, штуч. інтелекту тощо). Ця тенденція зумовлена невдоволенням професіоналів у сфері приклад. І. держ. сектору економіки недоступністю для них АН і неможливістю виявляти вплив на розвиток подій з інформатизації в Україні. Однак, у зв'язку з відірваністю цих академій від процесів розвитку ринку ІКТ і відсутністю стабіл. джерел фінансування, їхня діяльність швидко пішла на спад. Аналогічно, в середовищі лідерів комп'ютер. приват. бізнесу ІКТ в Києві 1995 виник т. зв. Комп'ютер. клуб, що вже наступ. року об'єднував більше 70-ти чл., однак найбільшу активність у ньому проявляло бл. 15-ти компаній, діяльність клубу не мала істотного впливу на розвиток ринку ІКТ. Третій напрям формування профес. співтовариств пов'яз. з різноманіт. фондами (напр., Фондом Глушкова, 1993) – незалежними, неуряд., безприбутк. громад. організаціями з правами здійснення різноманіт. комерц. операцій. У більшості випадків такі фонди не витримували конкуренції з приват. сектором, а відсутність в Україні традицій благодійності робила їхнє подальше існування проблематичним. Попри деяку штучність усіх цих форм самоорганізації професіоналів, ці спроби, безумовно, були прогресивними, оскільки формували певну ментальність нової генерації професіоналів. Враховуючи соц. замовлення на розвиток ІКТ і інформ. інфраструктури України, пов'яз. з

різкою зміною соц. статусу вчених-інформатиків, від 1994 автор. колектив Інституту кібернетики започаткував розробку Нац. програми інформатизації, що передбачала через систему проектів (більш як 250) у різноманіт. сферах інформ.-комп'ютер. індустрії та інформ. інфраструктури різко підняти рівень інформатизації суспільства. 1995 з метою держ. підтримки цієї програми та забезпечення умов розвитку вітчизн. ринку ІКТ засн. Нац. агентство з питань інформатизації при Президентові України. Прогресивне за своєю суттю це рішення мало риси адм.-команд. системи упр., а його кадрове втілення, що ігнорувало профес. співтовариство, а також відсутність прямого бюджет. фінансування зробило подальше існування агентства практично безперспективним. Створ. 1996 Міністерство науки і технологій України було наділене повноваженнями вищої держ. виконав. влади з питань науки і техніки, зокрема й інформатизації. Водночас, визнаючи авторитет укр. учених, міжнар. комп'ютерні організації почали відновлювати з Україною профес. зв'язки. Так, 1992, відповідно до програми наук. підтримки «SEED», в Україні відкрито представництво амер. асоц. «АСМ» (голова – А. Стогній), а 1995 Всесвітнє комп'ютерне співтовариство (World IEEE Computer Society) обрало [С. Азарова](#), [М. Нікітченка](#) і А. Стогнія співголовами і представниками від України для участі в роботі цієї спільноти у напрямках ІТК та інформатизації. Таким чином, від серед. 1990-х рр. в умовах слабкого держ. регулювання процесів розвитку укр. ринку ІКТ, корупції, пасив. ролі Нац. агентства з питань інформатизації, важкого оподаткування (до 80 % від прибутку), приват. сектор ринку ІКТ почав розвиватися практично спонтанно й безконтрольно. Частка держ. сектору в цей час не перевищувала 40 %, однак від 60 %, що припадали на приват. сектор ринку ІКТ, більш ніж 80 % складав «сірий» ринок, що не забезпечував замовника комплекс. і гарантій. обслуговуванням у повному обсязі та вигравав завдяки демпінгу цін. Осн. рис цивілізов. розвитку вітчизн. ринку ІКТ надавали т. зв. фірми-інтегратори, що виникали від поч. 1990-х рр. і були пов'яз. партнер. угодами з провід. комп'ютер. фірмами світу («Hewlett-Packard», «DEC», «IBM», «Siemens Nixdorf»). Ці фірми не тільки розповсюджували традиції зх. ринку (відкриті міжнар. стандарти, гарантій. супровід, користування лініями «гарячого зв'язку», фінанс. пільги тощо), але й забезпечували замовнику системне проектування, навч. персоналу і консалтинг. Розвиток укр. фірм-інтеграторів активізував діяльність інфраструктур. приват. компаній, тобто фірм, що спеціалізувалися в галузі реклам., виставк. і видавн. бізнесу. З понад 10-ти великих компаній цього профілю від серед. 1990-х рр. виокремилися 2 найбільші, що конкурували, – «Евроіндекс» і «Комвідав». Активізація приват. сектору і процеси приватизації викликали необхідність придбання досвіду участі в міжнар. виставках. У 1990-х рр. Україну на міжнар. виставках (зокрема від 1992 – КОМТЕКС, Москва; від 1993 – СеВІТ, м. Ганновер, Німеччина і COMDEX, м. Лас-Вегас, шт. Невада, США) представляли переважно найбільш розвинені в ті часи компанії серед. і малого бізнесу («Відкриті системи», «Атлант-І», «Утел») і пром. підприємства Міністерства промисловості і конверсії України. Незважаючи на поодинокі успіхи, участь у цих виставках показала повну неготовність укр. І. до виходу на міжнар. експорт. ринок. Вжиті заходи щодо створення

умов для формування імпортозамін. політики розвитку внутр. ринку ІКТ потенційно не могли дати очікуваних результатів у зв'язку з високим інтелект. потенціалом укр. замовника і небажанням обмежитися вітчизн. розробками, що поступалися закордон. зразкам. Засн. у серед. 1990-х рр. перші приватні дослідні інститути (Інститут приклад. інформатики, «Топаз-інформ», Інститут штуч. інтелекту) стали на шлях самостій. проведення розробок на основі фінансування іноз. кредиторами або організаціями-донорами. Найбільшими замовниками фірм-інтеграторів, інфраструктур. фірм і приват. дослід. інститутів тоді були комерц. банки, трасти, страхові та інвестиц. компанії, однак в цілому у перехід. період осн. фінансування проект. робіт і робіт, пов'яз. з систем. інтеграцією, гарантувалося тільки держ. замовленнями і залежало від заг. процесів структур. перебудови економіки України.

С. С. Азаров, А. О. Стогній

Інформатика історична (І. і.) – спеціальна історична дисципліна, що вивчає загальні властивості історичної інформації, її структуру, закономірності виникнення, перетворення, накопичення, методи пошуку, передавання, збереження, оброблення та використання в дослідженнях. І. і. почала формуватися наприкінці 1980-х рр. на перетині інформатики, інформ. технологій та нових методів у кліометрії. Її теор. основою є сучасна концепція інформації, теорія соц. інформації та теор. джерелознавство, практич. – інформ. технології. І. і. розробляє принципи застосування інформ. технологій в істор. дослідж., створює істор. бази і банки даних; здійснює комп'ютерне моделювання істор. процесів.

О. В. Жданович

Рекомендована література

1. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. Большое в малом. Москва, 2005;
2. T. Munakata. Beyond silicon: new computing paradigms // Communications of the ACM. 2007. Vol. 50, № 9.
3. Сергієнко І. В. Становлення і розвиток досліджень з інформатики. 1998;
4. Його ж. Інформатика та комп'ютерні технології. 2004 (обидві – Київ).
5. Сидорцов В. Н., Балыкина Е. Н. Историческая информатика. Минск, 1998;
6. Підгаєцький В. В. Основи теорії та методології джерелознавства з історії України ХХ століття. Дн., 2001.

Бібліографічний опис:

Інформатика / І. В. Коваленко, С. С. Азаров, А. О. Стогній, О. В. Жданович // 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, 2011. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-12450>

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