

Еволюція розробок у галузі штучного інтелекту в Україні та світі

Evolution of research in the field of artificial intelligence in Ukraine and the World

Олександр Подгаєцький¹

Oleksandr Podgayetsky

¹ Кафедра історії науки і техніки Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, Харків, Україна, alexpodgaetsky@gmail.com

Ключові слова:

обчислювальна техніка, штучний інтелект, комп'ютери, наука, історія штучного інтелекту, розпізнавання образів, експертні системи, Україна

Key words:

Computer science, artificial intelligence, computers, science, history of artificial intelligence, pattern recognition, expert systems, Ukraine

Анотація: В статті показано шлях, який пройшла наука з вивчення штучного інтелекту з 1950-х років до її сучасного стану. Стаття торкається важливих етапів розробки ШІ в Україні та світі. Зокрема, висвітлено такі питання історії ШІ як історія нейрокомп'ютерів, евристичних програм і програм для гри в шахи; історії біологічної кібернетики та еволюції теорії розпізнавання образів і мови. У статті проілюстрований науковий внесок в дану проблематику вітчизняних учених – М.М. Амосова, В.А. Ковалевського, М.І. Шлезінгера, Т.К. Вінцюка, М.М. Ботвинника, Д.О. Поспелова та Т.А. Таран. Наведено матеріали, які вказують, що вітчизняний читаючий автомат «ЧАРС» не поступався західним зразкам, залишаючись економічно вигіднішим. Автор розглядає також розвиток «програм-співрозмовників» і експертних систем.

Abstract— The article demonstrates the way artificial intelligence science has passed since the 1950s up to now. The work concerns the important development stages of AI in Ukraine and the world. In particular, the work highlights the history of AI as the history of neurocomputers, heuristic programs and chess programs; history of biological cybernetics and evolution of the theory of pattern recognition and speech recognition. The article illustrates scientific contribution to this problem by native scientists N.M. Amosov, V.A. Kovalevsky, M.I. Schlesinger, T.K. Vintsiuk, M.M. Botvinnik, D.A. Pospelov and T.A. Taran. There are provided materials showing that the domestic reading machine «CHARS» was not inferior to similare of Western standards, while remaining economical. The author examines the development of «software-interlocutors» and expert systems.

Штучний інтелект (ШІ) – один з найновіших напрямів інформаційних технологій (ІТ). Передісторія створення людиноподібних механізмів починається ще в стародавньому світі і проходить складний шлях еволюції: від мрій і легенд, перших андроїдів, механічних шахових гравців та інших складних механізмів з людською поведінкою до сучасних інтелектуально-механічних роботів. Перші дослідження, що відносяться до ШІ у сучасному розумінні були зроблені майже відразу ж після появи перших обчислювальних машин. З кінця 1950 х років дослідники в області ШІ намагались конструювати розумні машини, що імітували роботу мозку.

Деякі питання з історії розвитку ШІ в Україні висвітлені у працях Б.М. Малиновського, Л.Г. Хоменка, О.Я. Гороховатської, І.В. Сергієнка [1–4], а також у доповідях автора на конференціях [5, 6]. Основна увага зосереджена на окремих конструкторах та науковцях, або поверхнево торкаються цього питання.

Метою даної статті є простеження деяких важливих напрямів діяльності в області ШІ в Україні та СРСР на тлі світових тенденцій у цій галузі.

Історія створення ШІ розпочинається у 1950 році, коли британський учений Алан Тюрінг, пише статтю під назвою «Чи може машина мислити?», в якій описує так званий «Тест Тюрінга» – процедуру, за допомогою якої можна буде визначити момент, коли машина зрівняєть-

ся в плані розумності з людиною. У 1954 році американський дослідник А. Ньюелл вирішив написати програму для гри в шахи. Цією ідеєю він поділився з аналітиками корпорації «RAND Corporation» Дж. Шоу та Г. Саймоном, які запропонували А. Ньюеллу свою допомогу. До роботи також була залучена група нідерландських психологів під керівництвом А. де Гроота, які вивчали стилі гри видатних шахістів. Через два роки спільної роботи цим колективом була створена мова програмування «ІПЛ1» – перша символна мова обробки списків. Незабаром була написана і перша програма, яку можна віднести до досягнень у галузі ШІ. Це була програма «Логік-Теоретик» (1956 р.), призначена для автоматичного доведення теорем в обчислювальні висловлювання. Керуючий алгоритм намагався зменшити відмінності між оцінками поточної ситуації та оцінками мети або однією з підцільей. В свою чергу, в якості теоретичної основи шахової програми було вирішено використати метод, запропонований в 1950 році Клодом Шенноном, засновником теорії інформації: 1) перебір ходів на задану глибину; 2) оцінювальна функція позицій; 3) обмеження області перебору. Й досі всі шахові програми засновані на цих принципах. Точна формалізація методу К. Шеннона була виконана А. Тюрінгом, який промодельював його вручну. Перша програма для гри в шахи була завершена в 1957 році. В основі її роботи були евристики – правила, які дозволя-

ють зробити вибір при відсутності точних теоретичних підстав. В 1957 році з'являється перша шахова програма й у СРСР для електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) «БЭСМ». Дж. Маккарті зі Стенфорда в 1963 році була розроблена мова «LISP» («List Processing»). Основою цієї мови стало використання єдиного перелікового подання для програм і даних, застосування виразів для визначення функцій, дужкових синтаксис [7; 8, с. 14].

Одночасно з розробкою перших шахових програм експериментально було встановлено, що нейрони при збудженні дають послідовність «все або нічого», що нагадувала булеву алгебру. Взявши це за основу у 1957 році Ф. Розенблатт запропонував математичну та комп'ютерну модель сприйняття інформації мозком (кібернетична модель мозку) – перцептрон – і реалізував її у вигляді електронної машини «Mark 1», яка стала першим у світі нейрокомп'ютером. Перцептрон був здатний навчатися і вирішувати досить складні завдання [9].

У 1960-х роках здійснювалися спроби знайти загальні методи вирішення широкого кола задач, моделюючи складний процес мислення. Однак розробка універсальних програм виявилась занадто складною справою. Чим ширшим було коло задач, який могла вирішувати одна програма, тим біднішим виявлялися її можливості при вирішенні конкретної проблеми. У СРСР в цей час, в основному, в Московському університеті та Академії наук було виконано ряд піонерських досліджень, очолених Веніаміном Ноєвичем Пушкіним і Дмитром Олександровичем Поспеловим, метою яких було з'ясування, як же, насправді, людина вирішує перебірні завдання? Як полігон для цих досліджень були обрані різні математичні ігри [7].

У 1960 році на базі Інституту кібернетики було створено новий відділ біологічної кібернетики, В.М. Глушков запросив Миколу Михайловича Амосова очолити його. Роботи, що розпочалися в цьому відділі, здійснювалися в різних напрямках. Моделюванням діяльності органів і фізіологічних систем займалися В.П. Соловйов, І.Й. Єрмакова, О.І. Лісова, В.О. Лішук, Б.Л. Палець, К.Г. Лябах, А.О. Попов, моделюванням психічної діяльності – В.М. Белов, Д.М. Галенко, В.С. Ольшаніков, дослідженнями нейромереж – О.М. Касаткін та Л.М. Касаткіна, Е.М. Кукуль, О.Н. Луг, С.А. Талаєв, Е.Т. Головань. Пізніше з'явився ще один напрям – створення медичних інформаційних систем, яким почали займатися А.О. Попов та О.С. Коваленко. Робота за згаданими напрямками здійснювалася окремими групами співробітників відділу. Застосовувалися різноманітні методи досліджень: натурні експерименти на тваринах і частково на людях; спостереження; евристичне, математичне (створення моделей клітини, внутрішньої сфери організму), фізіологічне (робототехніка) та ситуативне моделювання [10, с. 153].

Вивченню проблеми ШІ присвячені наступні праці М.М. Амосова (у тому числі, у співавторстві) [11–14]. Академік вважав, що вивчення цього питання базується на межі наук: фізіології, психології, техніки та філософії. Вчений М.М. Амосов рахував, що ШІ можна буде застосовувати у таких напрямках діяльності як робототехніка (для робіт в екстремальних умовах), для керування технологією, у медицині, для виховання дітей та для керу-

вання економікою суспільства [14, с. 170].

Шахи продовжували бути для розробників ШІ наче лакмусовий папірець для хіміків. Існує $1\,695\,188\,229\,100\,544 \times 10^{12}$ варіантів тільки перших десяти ходів у шахах. Щоб зробити стільки ходів, усе людство повинно було б безперервно пересувати фігури на протязі 217 мільярдів років. Людина ж здатна мислити інтуїтивно, емоційно та творчо. Саме тому дослідниками ШІ шахам приділялася велика увага. У 1967 році відбувся перший міжнародний шаховий «Матч століття» між шаховими програмами Інституту теоретичної та експериментальної фізики у Москві та каліфорнійським Стенфордським університетом, який закінчився з рахунком 3:1 на користь радянської програми «Каїсса». З 1974 року почали проводити щорічні шахові чемпіонати світу серед програм. На першому чемпіонаті у Стокгольмі знову перемогла «Каїсса». Авторами програми були математики і шахісти О.С. Кронрод, В.Л. Арлазаров, Г.М. Адельсон-Вельський, А. Бітман, О. Усков і М.В. Донської. Перемога радянської шахової програми стала несподіваною і викликала ажіотаж у засобах масової інформації того часу [15, с.98; 16, с.19, 21; 17, с.158–159].



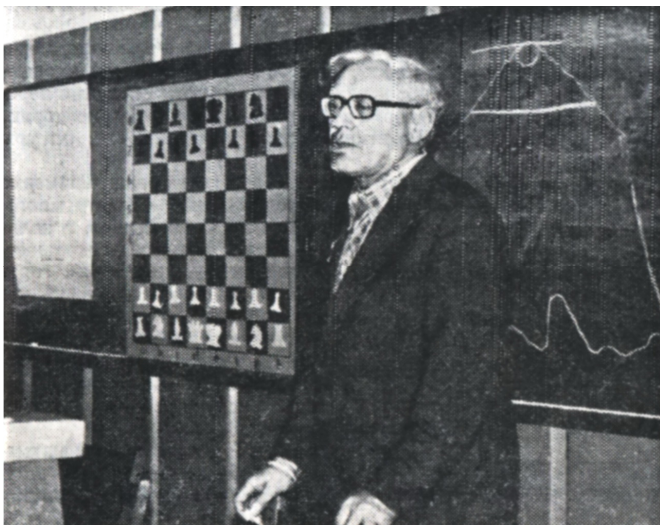
Микола Михайлович Амосов

Радянський чемпіон світу з шахів д.т.н. Михайло Мойсейович Ботвинник присвятив багато часу з 1958 по 1994 роки формалізації гри мислення шахіста в своїй програмі «Пионер». Її істотною відмінністю було те, що програма не просто перебирала величезну кількість варіантів, а будувала логічне «дерево» міркувань, відсікаючи непотрібні варіанти. В загальному випадку – це дерево перебору можливостей, в шахах – дерево перебору ходів. «Дерево перебору» було потрібно, оскільки у методі Шеннона-Тюрінга існував недолік: чим більша глибина, тим більший час перебору, а чим менша глибина, тим слабше програма грає. Шахіст і кібернетик бажав використати алгоритм програми «Пионер» у вирішенні державних економічних проблем. На жаль, з низки полі-

тичних причин, робота легендарного шахіста була відхилена вищим керівництвом Радянського Союзу, яке не бажало, щоб рішення приймалися ШІ. Тут явно простежується паралель з нереалізованими масштабними проектами А.І. Китова і В.М. Глушкова. М.М. Ботвинник тоді записав у своїй записній книжці знаменитий емоційний афоризм «Господь Бог, сотворив человека, допустил ошибку: ограничил его разум, позабыл ограничить его глупость» [18, с.150–176].



«Матч століття». Американський професор Дж. Макарті готує в Стенфордському університеті ЕОМ та шахівницю, 1967 р.



М.М. Ботвинник читає лекцію в Дніпропетровському університеті, 1977 р. На дошці зображено усічене математичне «дерево»

З 1966 року у світі почали з'являтися так звані «віртуальні співрозмовники» – програми, які створені для імітації мовлення людини. Першою програмою-співрозмовником стала «ELIZA» американця Джозефа Вайзенбаума. Бесіду можна було вести безкінечно, якщо вона не виходила за визначені межі. Програми такого типу працювали й працюють дуже просто: вони шукають ключові слова у словах людини і для кожного ключового слова або словосполучення є заздалегідь готова відповідь. Створені й більш складні програми-співрозмовники для практичної користі, які дозволяли запитувати, наприклад, комерційну інформацію. Найбільш відома сучасна програма-співрозмовник, з якою можна спілкуватися при-

родною мовою є «A.L.I.C.E.» (1995 р.). Але й вона не може досі пройти тест Тюрінга [19, с.26–29; 20].

Одним з основних напрямів діяльності в розробках ІТ є дослідження в області розпізнавання зорових образів. Україна відіграла одну з провідних ролей в вирішенні цієї проблематики.

Дослідження з розпізнавання образів почалися в Інституті кібернетики з самого початку його заснування. У 1962 році В.М. Глушковым, В.А. Ковалевським та В.І. Рибаким був розроблений комплекс, який складався з пристрою зчитування зображень (сканера) та дисплею універсальної обчислювальної машини «Київ» [21].



Володимир Антонович Ковалевський

Оптичні читаючі автомати (ЧА) – електронно-оптичні пристрої, які призначені для читання і вводу літерно-цифрових текстів в обчислювальні, інформаційно-пошукові системи та автоматизовані системи управління (АСУ). Найбільш важливим процесом було розпізнавання зображень знаків, яке полягало в аналізі форми, розмірів та взаємного розташування ліній знаку та порівнянні цих зображень з еталонними. Розпізнавання знаків представляє собою процес обробки даних в ЕОМ. В перших ЧА використовувались аналогові обчислювальні машини (АОМ) або оптичні засоби обробки інформації. Всі читаючі автомати ділилися на наступні класи:

- 1) для малострокових документів;
- 2) для сторінок тексту;
- 3) для безперервної рулонної стрічки зі строковим друком;
- 4) універсальні;
- 5) ЧА-термінали та портативні ЧА для використання в АСУ [22, с.5–6, 32].

В.М. Глушков вважав, що штучні зір і слух – важлива частина робіт в області створення ШІ. Головним, на його думку, був зір, оскільки найбільшу кількість інформації людина отримує завдяки йому. Для розпізнавання образів В.Л. Рвачовим був успішно використаний розроблений ним у 1963 році метод R функцій. У 1958 році

до Інституту кібернетики запрошують Володимира Антоновича Ковалевського з Харкова і доручають йому організувати роботи по розпізнаванню зорових образів. На базі проведених теоретичних та експериментальних досліджень з даної тематики В.А. Ковалевським та Михайло Івановичем Шлезінгером був розроблений технічний проект кореляційного ЧА «ЧАРС», однак він виявився неконкурентоспроможним порівняно з введенням інформації перфокартами [23, с.22; 24, с.12–13].

У 1972 році «ЧАРС» був модернізований. Автомат був розрахований на алфавіт з 53 знаків і швидкість читання 200 знаків на секунду при ймовірній помилці близько 0.001. Використання ЧА, використання якого, наприклад, при масовій обробці документації давало б значний економічний ефект як за рахунок зниження вартості обробки даних, так і за рахунок підвищення швидкості [22, с.147–148; 23, с.27].

В таблиці 1 представлена порівняльна характеристика вітчизняних та зарубіжних ЧА для сторінок тексту кінця 1960-х – 1970-х років.

З таблиці 1 видно, що ЧА були порівняно дорогим засобом вводу інформації. Оцінки економічної ефективності вказували, що автомати окупали себе лише при достатньо високому об'ємі вхідної інформації. У зв'язку з цими обставинами деякі розробники ЧА перейшли від створення окремих пристроїв до універсальних модуль-

них систем ручної та автоматичної підготовки даних для вводу в обчислювальні машини.

Теорія розпізнавання образів розвивалася за двома напрямками: детерміністському та статистичному. Детерміністський напрям включав в собі методи, в основі яких лежало моделювання процесу мислення при використанні математичного апарату. Статистичний метод опирався на математичну статистику.

В Україні теоретична база розпізнавання образів була сформульована В.А. Ковалевським як одна з задач статистичної теорії рішень. Таким чином, для задач розпізнавання були сформовані рамки для таких формулювань, які можуть бути об'єктом математичних досліджень. Статистична теорія розпізнавання і зараз складає один з основних розділів науки про розпізнавання і є однією з найбільш помітних сфер використання математичної статистики і теорії статистичних рішень. Минулі півстоліття можна вважати становленням науки про розпізнавання і можна констатувати, що київська школа не стояла осторонь від цього процесу. Розпізнавання образів ніколи не страждало від недооцінки свого значення і недостатньої до себе уваги та завжди вважалося важливою складовою частиною теоретичної кібернетики, обчислювальної техніки, автоматичного проектування, автоматизації наукових досліджень в біології, матеріалознавстві, космічних дослідженнях, криміналістиці. Важко

Таблиця 1. Порівняльна характеристика «ЧАРСу» та деяких ЧА для розпізнавання сторінок тексту [22, с. 28–33, 36].

Модель, рік випуску	Розміри докум., мм	Швидкодія, знаку/с	Характеристика основних блоків		Ймовірність помилки, %	Орієнтовна вартість, тис. рублів
			Блок зчитування	Блок розпізнавання		
«ЧАРС», 1972	210x297	200	Лінійка фотодіодів	Кореляційний	0,01	140
«ВИНИТИ-2», 1971	210x297	до 20 документів на хвилину	Система «бегущий луч»	Кореляційний	0,02–0,4	Немає даних
«Север-3», 1969	150x180 – 280x355	35–100	Система «бегущий луч» з ЕПТ ¹	Кореляційний та аналіз структури ознак знаків	0,01–1	300
«ЕС», 1977	210x297	до 500	Система «бегущий луч» з ЕПТ	Кореляційний	0,001–0,01	150–200
«Рута-701», 1968	210x150 – 210x297	до 180	Система «бегущий луч» з ЕПТ	Кореляційний та аналіз структури ознак знаків	0,001, 0,01 (для розпізн. знаків)	65–90
Editor 8700 (Lundy / Farrington Corporation), 1977	Немає даних	240	Немає даних	Немає даних	Немає даних	740
Input 80 (Recognition Equipment), 1971	Немає даних	1200–3600	Немає даних	Немає даних	Немає даних	446–665

¹ ЕПТ – електронно-променева трубка

перерахувати всі можливі області застосування розпізнавання образів. Це дослідження машинного стереобачення, текстурної сегментації зображень земної поверхні, ідентифікації особистості по зображенню її обличчя, структурного аналізу зображень документів зі складною ієрархічною структурою, побудова просторових моделей будівель і міських територій за їхнім зображенням та інші [21; 25].



Михайло Іванович Шлезінгер



Тарас Клімович Вінцюк

Паралельно з роботами з теорії розпізнавання образів В.М. Глушков розгорнув роботи з розпізнавання мовлення, яким закривав напрям по створенню сенсорної частини майбутніх роботів, доручаючи цей напрямок Тарасу Клімовичу Вінцюку, який потім став одним з відомих наукових авторитетів у цій галузі і досяг значних результатів, що дало йому можливість ставити завдання про створення так званого «образного комп'ютера» [26,

с.12–13]. Починаючи з кінця 1960-х років, під його керівництвом розроблялися системи розпізнавання мовлення, було пройдено довгий шлях від систем усного діалогу на основі БЕСМ до портативних пристроїв із голосовим управлінням. Інформацію про роботи Т.К. Вінцюка можна знайти у його монографії [27]. Помер видатний український вчений в травні 2012 року.

У 1970-х роках фахівці в галузі ШІ зосередили свою увагу на розробці методів і прийомів програмування, які були придатні для вирішення конкретних задач: методів представлення (способи формулювання проблеми для вирішення їх на ЕОМ) і методів пошуку (способи керування ходом вирішення так, щоб це не потребувало занадто великого об'єму пам'яті та часу). Наприкінці десятиліття була прийнята принципово нова концепція, яка полягала в тому, що для створення інтелектуальної програми її треба забезпечити великою кількістю високоякісних знань в деякій проблемній області. Це призвело до створення баз даних та експертних систем (ЕС) – програм, що містили знання та аналітичні здібності одного або кількох експертів у відношенні до деякої галузі застосування і здатна робити логічні висновки на основі цих знань, тим самим забезпечуючи вирішення специфічних завдань без присутності спеціаліста в конкретній проблемній галузі (експерта). Дослідниками ШІ у 1970-х роках розроблялись ЕС, які здобули комерційне застосування, починаючи з 1980-х років. Однією з перших ЕС була програма «Dendral», яку почали розробляти у 1965 році у Стенфордському університеті для хімічних досліджень. Інші відомі системи, які розроблялися у той час – «MYCIN» (медична діагностика), «PROSPECTOR» (пошук корисних копалин). Сьогодні розробка ЕС являє собою самостійну інженерну галузь [19, с.39–46].

Друге народження науки про ШІ розпочалося у 1980-х роках. Були усвідомлені його великі потенційні можливості як у дослідженнях, так і в розвитку виробництва. У рамках нової технології з'явилися перші комерційні програмні продукти. У цей час стала розвиватися область машинного навчання. До цього часу перенесення знань фахівця-експерта в машинну програму було стомлюючою і довгою процедурою. Створення систем, які автоматично поліпшували і розширювали свій запас евристичних правил – найважливіший етап в останні роки. На початку десятиліття в різних країнах були розпочаті найбільші в історії обробки даних національні і міжнародні дослідницькі проекти, спрямовані на інтелектуальні ЕОМ наступних поколінь [28, с.53–55].

У розвинутих країнах сьогодні широко розвинуті такі напрями як розпізнавання образів, облич та голосу, ігровий ШІ, інтелектуальна робототехніка. Робототехніка ж особливо розвинена у Японії та США, де вже сьогодні на практиці почали замислюватися над етичними питаннями, пов'язаними з роботами. Знаменною стала поразка тодішнього чемпіона світу з шахів Г.К. Каспарова програмі «Deer Blue» у 1997 році. З того часу шахові програми грають сильніше за людей [28, с.58–59].

В Україні проблемами ШІ наразі в основному займаються Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова, Харківський національний університет радіоелектроніки (кафедра штучного інтелекту) та Донецький інститут про-

блем штучного інтелекту.

Останній був заснований у 1991 році на базі спеціального конструкторського бюро «Інтелект». На сьогоднішній день в інституті фундаментально-теоретичними та прикладними дослідженнями в галузі штучного інтелекту займаються понад 340 співробітників. Наукові дослідження поєднуються з навчальним процесом. Сьогодні в інституті інтенсивно ведуться розробки комп'ютерів нового покоління з розвинутим інтелектуальним інтерфейсом та інтелектуально-механічних роботів цільового призначення [29, с.16–18].

Одним з провідних фахівців з теорії ШІ в Україні останнім часом була Тетяна Архиповна Таран (померла в Києві у 2007 році). Професор НТУУ «КПІ», д.т.н., член Асоціації творців і користувачів інтелектуальних систем (Україна), Російської Асоціації штучного інтелекту, Європейського Координаційного Комітету з штучного інтелекту, Товариства конфліктологів України, член редколегії журналів «Новини штучного інтелекту» і «Рефлексивні процеси і управління» (Москва, Росія). Коло наукових інтересів Т.А. Таран стосувалося формалізації міркувань, логіки аргументації, подання знань, аналізу формальних понять, багатоагентні системи, когнітивний аналіз ситуацій, математична психологія, рефлексивне управління, прийняття рішень у конфліктних ситуаціях, навчальні системи та нові моделі рефлексивного агента. Останні її дослідження були присвячені застосуванню методів інтелектуального аналізу суспільних процесів. Деякі роботи вона написала спільно з психологами, соціологами і конфліктологами. Т.А. Таран була організатором і керівником щорічної міжнародної наукової конференції «Інтелектуальний аналіз інформації», яка проходить на базі НТУУ «КПІ» з 2001 року. Сьогодні конференції присвоєно її ім'я. Також їй у співавторстві з Д.А. Зубовим належить авторство першого підручника зі ШІ на російській мові «Искусственный интеллект. Теория и приложения» [30; 31; 32].



Тетяна Архипівна Таран

Основними напрямками діяльності щодо розробок ШІ в Україні сьогодні є побудова інтелектуальних комп'ютерних систем з інтегральною інтелектуальною поведін-

кою, важливою властивістю яких є пристосованість до змін навколишнього середовища. Ведуться дослідження в області розпізнавання мови і зорових образів, інтелектуальної робототехніки та сучасних телекомунікаційних систем та систем мобільного зв'язку, систем дистанційного захисту об'єктів, досліджень інтелектуальних здібностей людини, в тому числі творчих, біофізичних особливостей функціонування його мозку і по інших напрямках.

Джерела та література:

1. Малиновський Б. М. Відоме і невідоме в історії інформаційних технологій в Україні / Б. М. Малиновський – К.: Академперіодика, 2001. – 214 с.
2. Хоменко Л. Г. История отечественной кибернетики и информатики / Л. Г. Хоменко – К.: Ин-т кибернетики НАН Украины, 1998. – 455 с.
3. Гороховатська О. Я. Формування школи академіка М.М. Амосова та її внесок у становлення біологічної та медичної кібернетики: дис... канд. іст. наук: 07.00.07 / Гороховатська Ольга Ярославівна – 2007. – 185 с.
4. Сергієнко І. В. Інформатика та комп'ютерні технології / І. В. Сергієнко. – К.: Наук. думка, 2004. – 360 с.
5. Подгаєцький О. О. Проблема штучного інтелекту / О. О. Подгаєцький // Україна і світ: гуманітарно-технічна еліта та соціальний прогрес [зб. тез Міжнар. наук.-теор. конференції студ. та аспір. 14-15 квітня 2011 р.: у 2-х ч., м. Харків / ред. кол. Л. Л. Товажнянський, О. Г. Романовський та ін.]. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – ч. 1. – с. 22–24.
6. Подгаєцький О. О. Історія українських розробок в галузі штучного інтелекту / О. О. Подгаєцький // Історія розвитку науки, техніки та освіти [зб. праць за матеріалами IX Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції за темою «Пріоритети української науки» 17 травня 2011 р., м. Київ / Укладач Л. П. Пономаренко]. – Київ, 2011. – с. 43–45.
7. Осипов Г. С. Искусственный интеллект: состояние исследований и взгляд в будущее // Офіційний сайт Російської асоціації штучного інтелекту. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.raai.org/about/persons/osipov/pages/ai/ai.html>
8. Ботвинник М. М. О кибернетической цели игры / М. М. Ботвинник – М.: Советское радио, 1975. – 88 с.
9. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. Перцептроны и теория механизмов мозга / пер. с англ. В. Я. Алтаева, Б. А. Власюка и др. – М.: Мир, 1965. – 480 с.
10. Гороховатська О. Я. Школа академіка М. М. Амосова в галузі біологічної та медичної кібернетики / Наука та наукознавство. – 2007. – № 4. – с. 147–161.

11. Амосов Н. М. Моделирование мышления и психики / Н. М. Амосов – К.: Наук. думка, 1965. – 304 с.
12. Амосов Н. М. Искусственный разум / Н. М. Амосов. – К.: Наук. думка, 1969. – 155 с.
13. Амосов Н. М. Автоматы и разумное поведение. Опыт моделирования / Н. М. Амосов, А. М. Касаткин, Л. М. Касаткина, С. А. Талаев. – К.: Наук. думка, 1973. – 375 с.
14. Амосов Н. М. Алгоритмы разума / Н. М. Амосов. – К.: Наук. думка, 1979. – 224 с.
15. Пекелис В. Д. Кибернетическая смесь / В. Д. Пекелис. – М.: Знание, 1973. – 240 с.
16. Ботвинник М. М. Алгоритм игры в шахматы / М. М. Ботвинник – М.: Наука, 1968. – 94 с.
17. Гик Е. Я. Шахматы и математика / Е. Я. Гик. – М.: Наука, 1983. – 176 с.
18. Ботвинник М. М. От шахматиста к машине / М. М. Ботвинник – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 176 с.
19. Мичи Д. Компьютер-творец / Д. Мичи, Р. Джонстон; пер. с англ. Д. А. Поспелов. – М.: Мир, 1987. – 255 с.
20. Офіційний сайт програми «A.L.I.C.E.» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://alicebot.blogspot.com/>
21. Шлезингер М. И. Ключевые моменты становления киевской школы распознавания изображений / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.irtc.org.ua/image/pages/mis_about_kyiv_school
22. Ковалевский В. А. Оптические читающие автоматы / В. А. Ковалевский, Г. Л. Гимельфарб, А. Ф. Возиянов – К.: Техніка, 1980. – 407 с.
23. Походило П. В. Институт кибернетики за 10 лет (1957–1967) / П. В. Походило – К.: АН УССР Институт кибернетики, 1967. – 45 с.
24. Шевченко А. И. Идеи академика В. М. Глушкова и современные проблемы искусственного интеллекта / А. И. Шевченко, И. С. Сальников // Искусственный интеллект. – 2008. – № 1. – с. 6-18.
25. Шлезингер М. И. Десять лекций по статистическому и структурному распознаванию образов / М. И. Шлезингер, В. Главач – Boston / Dordrecht / London: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 546 с.
26. Шевченко А. И. Идеи академика В. М. Глушкова и современные проблемы искусственного интеллекта / А. И. Шевченко, И. С. Сальников // Искусственный интеллект. – 2008. – №1. – с. 6-18.
27. Винцюк Т. К. Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов / Т. К. Винцюк. – К.: Наук. думка, 1987. – 264 с.
28. Anderson M. Robot be good / M. Anderson, S. L. Anderson // Scientific American. – 2010. – October. – pp. 53-59.
29. Шевченко А. И. Десять лет по пути создания систем искусственного интеллекта / А. И. Шевченко // Искусственный интеллект. – 2002. – №3. – с. 16-39.
30. Кузнецов О. П. О вкладе Т. А. Таран в развитие искусственного интеллекта / О. П. Кузнецов // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2008. – № 2. – с. 46-66.
31. Петровский В. А. Татьяна Архиповна Таран. Слово прощания / В. А. Петровский // Рефлексивные процессы и управление. – 2007. – № 1. – с. 120-122.
32. Таран Т. А. Искусственный интеллект. Теория и приложения / Т. А. Таран, Д. А. Зубов. – Луганск: Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля, 2006. – 239 с.



Подгаєцький Олександр Олександрович – аспірант кафедри історії науки і техніки НТУ «ХПІ» (Харків).