

*Цідило Іван Миколайович,
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних технологій, докторант
Тернопільського національного педагогічного
університету імені Володимира Гнатюка*

Постановка проблеми. Останні десятиліття проходять під знаком бурхливого розвитку комп'ютерних технологій і пов'язаних з ними обчислювальних методів. Одночасно з їх виникненням і стрімким прогресом розвивались ті галузі теоретичних і прикладних наук, які дозволяли користувачу більш повно використовувати новий обчислювальний потенціал і видобувати знання із все більш різноманітних даних. Таким чином, розвиток інтелектуальних обчислень тісно пов'язано як із ростом об'єму доступних даних, так і з збільшенням потужностей їх обробки – факторів, що сильно пов'язані між собою. Додатки теорії інтелектуальних обчислень стали практично використовуватись в різноманітних областях інженерії, аналізу даних, прогнозування і т.д.

Сутність систем, що засновані на інтелектуальних обчисленнях, полягає в обробці та інтерпретації даних, що мають дуже різноманітний характер. Це можуть бути чисельні або символічні дані (зокрема, словесні повідомлення різної ступені точності), бінарні або логічні дані, або, наприклад, зчитані з екрану монітора незакодовані образи. Дані можуть формуватись у вигляді чисел (тобто як одиничні елементи векторів), у вигляді векторів або таблиць, або у вигляді послідовностей елементів або складених із них таблиць і містять елементи, що описані досить неточним або навіть суб'єктивним способом [4, с.6].

Спільною властивістю систем інтелектуальних обчислень вважається те, що вони обробляють інформацію в ситуаціях, що не допускають алгоритмічного представлення, причому виконувана обробка пов'язана з символічним представленням знань. Це можуть бути відомості про будь-який об'єкт, отримані тільки за результатами кінцевої кількості вимірювань вихідних і вхідних сигналів. Це також можуть бути дані, що пов'язують найбільш імовірний діагноз поряд із спостережуваними симптомами, що часто носять описовий характер. В інших ситуаціях це можуть бути дані, що характеризують множини відносно їх деяких особливих властивостей, значення яких для користувача спочатку недоступні аж до моменту їх витягання із даних і визначення в якості домінуючих властивостей. Такі системи володіють здатністю виявляти закономірності поведінки об'єкту за даними його спостереження, можуть формулювати правила виведення та узагальнювати знання в ситуаціях, коли від них вимагається провести прогнозування або класифікувати об'єкт за однією із спостережуваних раніше категорій [4, с.6].

Швидкість розвитку технологій штучного інтелекту (ШІ) не залишає нам часу на узгодження визначень, звідси як наслідок, термінологія використовується непослідовно. В книгах, що є перекладом із сучасних технологій штучного інтелекту завжди присутні термінологічні неточності, а деколи навіть суперечливі трактування через відсутність узгодженої термінології. Більше того, у багатьох випадках ще немає сталих, науково обґрунтованих понять тих чи інших категорій, їх визначень, і різні автори часто по-різному трактують і застосовують ті або інші терміни. Проте термінологічна суперечка може стати досить корисною.

Аналіз досліджень і публікацій. У ряді праць автори наводять визначення понять пов'язаних із ШІ. Зокрема, у роботах відчизняних науковців: М.М.Глибовець, В.М.Глушков, В.М.Литвин, Ю.В.Нікольський, О.В.Олецький, В.В.Пасічник, Ю.М.Щербина, Ю.В.Яцишин та ін.; у роботах зарубіжних вчених: Р.Ю.Голунов, М.І.Длі, В.В.Круглов, Д.Ф.Люгер, А.Пегат, Л.Рутковський, Г.Є.Ях'яєва та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Дослідження, що поєднують аналіз термінів та понять пов'язаних із штучним інтелектом проводились фрагментарно або вузьконаправлено. Комплексний розгляд вже сформованої термінології не проводився.

Метою статті є розгляд максимально можливих усіх понять, що так чи інакше пов'язані з Artificial intelligence.

Виклад основного матеріалу. Методи інтелектуальних обчислень охоплюють проблематику наближених множин, нечітких множин і систем, а також еволюційних алгоритмів. Невід'ємною частиною цих методів вважаються гібридні технології, зокрема, нейро-нечіткі, нейро-еволюційні, нечітко-еволюційні або нейро-нечітко-еволюційні.

На даний час ми маємо справу із самостійною галуззю науки, що визначається в англомовній літературі терміном Computational Intelligence (в російськомовній а також україномовній літературі використовуються терміни «інтелектуальні обчислення» і «інтелектуальні технології»). Цим поняттям позначається вирішення різноманітних задач штучного інтелекту з застосуванням комп'ютерів, що виконують обчислювальні операції. Такі обчислення [4, с.11] пов'язані з застосуванням наступних технологій: нейронні мережі; нечітка логіка; еволюційні алгоритми; наближені множини; невизначені змінні; імовірнісні методи

У наведеному переліку перераховані технології, що відносяться до так званих методів «м'яких обчислень» (англ. soft computing). Для розгляду основних понять інтелектуальних технологій необхідно почати з вивчення основних завдань штучного інтелекту. Перед дослідниками в галузі штучного інтелекту постає необхідність створення програм, які навчаються на основі аналогій та отримують можливість самовдосконалюватись.

В літературі [4, с.16] представлені різноманітні визначення штучного інтелекту:

- штучний інтелект – наука про машини для вирішення задач, які вимагають застосування людського інтелекту (М.Мінський);
- штучний інтелект – область інформатики, що охоплює комп'ютерні методи і технології символічного виведення, а також символічного представлення знань при здійсненні такого виведення (Є.Фейгенбаум);
- штучний інтелект охоплює рішення задач способами, що засновані на природних людських діях і процесах пізнання за допомогою імітаційних комп'ютерних програм (Р.Дж.Шалькофф).

Штучний інтелект у Вікіпедії [2] визначається як (англ. *Artificial intelligence, AI*) наука та технологія створення інтелектуальних машин, особливо інтелектуальних комп'ютерних програм. ШІ пов'язаний із подібним завданням використання комп'ютерів для розуміння людського інтелекту, але не обов'язково обмежується біологічно правдоподібними методами.

Учасники Російської асоціації штучного інтелекту [2] дають наступні визначення ШІ:

- науковий напрямок, в межах якого ставляться і вирішуються задачі апаратного або програмного моделювання тих видів людської діяльності, які традиційно вважаються інтелектуальними;
- властивість інтелектуальних систем виконувати функції (творчі), які традиційно вважаються прерогативою людини. При цьому інтелектуальна система – це технічна або програмна система, здатна вирішувати завдання, що

традиційно вважаються творчими, належать конкретній предметній області, знання про яку зберігаються в пам'яті такої системи. Структура інтелектуальної системи включає три основних блоки – базу знань, блок прийняття рішень і інтелектуальний інтерфейс;

- наука під назвою «Штучний інтелект» входить в комплекс комп'ютерних наук, а створювані на її основі технології до інформаційних технологій. Завданням цієї науки є відтворення за допомогою обчислювальних систем і інших штучних пристроїв розумних міркувань і пристроїв.

Ми дотримуємось думки висловленої в роботі [1, с.8] про те, що ШІ у тому чи іншому розумінні повинен наближатися до інтелекту природного і у ряді випадків використовуватися замість нього, так само, як, наприклад, штучні нирки працюють замість природних. Чим більше існуватиме ситуацій, в яких штучні інтелектуальні системи зможуть замінити людей, тим інтелектуальнішими вважатимуться ці системи.

Що ж стосується систем ШІ автори [3, с.11] вважають, що це є галузь науки та техніки, в якій досліджуються, вивчаються, проектується та створюються інформаційні, програмно-алгоритмічні й апаратні комплекси, результати дії яких аналогічні до результатів дії механізмів мислення та процесів комунікування людини, і їх не можна відрізнити від рішень, які приймаються людиною-професіоналом, а також здійснюється природне комунікування фахівців у заданій предметній області.

Недивлячись на те, що ШІ вважається областю інформатики, він привертає увагу багатьох вчених із інших галузей знань, в тому числі філософів, психологів, медиків, математиків і невиключенням є педагогів як таких. Тому можна стверджувати, що ШІ – інтердисциплінарна наука, яка прагне досліджувати людський інтелект і використовувати його в машинах. Як вже раніше зазначалось, для вирішення різноманітних задач штучного інтелекту використовуються ряд інтелектуальних технологій. У зв'язку з поширенням різночитань та трактуванням поняття інтелектуальної технології, видається необхідним детальніше навести структуру цього терміну.

Технологія (від грецького *techné* – мистецтво, майстерність, вміння та грецького *logos* – знання) – сукупність методів та інструментів для досягнення бажаного результату, спосіб перетворення чогось заданого в необхідне. Технологія – це наукова дисципліна, в рамках якої розробляються та удосконалюються способи й інструменти виробництва [2]. У широкому розумінні – це знання, які можна використати для виробництва продуктів (товарів та послуг) з економічних ресурсів. У вузькому розумінні – технологія подається як спосіб перетворення речовини, енергії, інформації в процесі виготовлення продукції, обробки та переробки матеріалів, складання готових виробів, контроль якості та керування. Технологія включає в себе методи, прийоми, режими роботи, послідовність операцій та процедур. Вона тісно взаємопов'язана із засобами, що застосовуються, обладнанням, інструментами, використовуваними матеріалами. За методологією ООН – технологія в чистому вигляді охоплює методи та техніку виробництва товарів і послуг (*dissembled technology*, англ.). *Втілена технологія* охоплює машини, обладнання, споруди, виробничі системи та продукцію з високими техніко-економічними параметрами (*embodied technology*, англ.). *Матеріальна технологія* створює матеріальний продукт. *Інформаційна технологія* створює інформаційний продукт на режимі інформаційних ресурсів. Інформаційні технології використовують комп'ютерні та програмні засоби для реалізації процесу відбору, реєстрації, подання, збереження, опрацювання, захисту та передавання інформації – інформаційного ресурсу у формі даних та знань – з метою створення інформаційних ресурсів [3, с.9]. Інформаційна технологія – процес, що використовує сукупність засобів і методів збору, накопичення, обробки та передачі даних (первинної інформації) для отримання інформації нової якості про стан об'єкта, процесу або явища (інформаційного продукту). Цей процес складається із чітко регламентованої послідовності виконання операцій, дій, етапів різного ступеня складності над даними, що зберігаються на комп'ютерах. Основна мета інформаційної технології – в результаті ціленаправлених дій з переробки первинної інформації отримати необхідну для користувача інформацію [2].

Аналітична картина видаватиметься незавершеною, якщо не означити ще одну сутність сфери ШІ, якою є *інтелектуальна система*. Відповідно джерелу [2] інтелектуальна система – це технічна або програмна система, здатна вирішувати задачі, що традиційно вважаються творчими та належать конкретній предметній області, знання про яку зберігаються в пам'яті такої системи. Структура інтелектуальної системи включає три основні блоки – базу знань, вирішувач і інтелектуальний інтерфейс.

В технологіях прийняття рішень *інтелектуальна система (ІС)* – це інформаційно-обчислювальна система з інтелектуальною підтримкою, що вирішує задачі без участі людини – особи, що приймає рішення, на відміну від інтелектуалізованої системи, в якій оператор присутній.

В свою чергу розрізняють такі види інтелектуальних систем: інтелектуальні інформаційні системи; експертні системи; розрахунково-логічні системи; гібридні інтелектуальні системи; рефлекторні інтелектуальні системи. *Інтелектуально-інформаційні системи* – комплекс програмних, лінгвістичних і логіко-математичних засобів для реалізації основної задачі – здійснення підтримки діяльності людини та пошуку інформації в режимі активного діалогу на природній мові. *Експертні системи* (англ. *expert system*) – комп'ютерні системи, що здатні частково замінити фахівця-експерта у вирішенні проблемної ситуації. В інформатиці експертні системи розглядаються спільно з базами знань як моделі поведінки експертів у визначеній області знань з використанням процедур логічного виведення і прийняття рішень, а бази знань – як сукупність фактів і правил логічного виведення у обраній предметній області діяльності. До *розрахунково-логічних систем* відносять системи, що здатні вирішувати управлінські та проектні задачі з декларативним описом умов. При цьому користувач має можливість контролювати в режимі діалогу всі стадії обчислювального процесу. Дані системи здатні автоматично будувати математичну модель задачі та автоматично синтезувати обчислювальні алгоритми з формулювання задачі. Ці задачі реалізуються завдяки наявності бази знань у вигляді функціональної семантичної мережі та компонентів дедуктивного виведення і планування. Під *гібридною інтелектуальною системою* прийнято розуміти систему, в якій для рішення задачі використовується більше одного методу імітації інтелектуальної діяльності людини. Таким чином гібридні інтелектуальні системи – це сукупність: аналітичних моделей; експертних систем; штучних нейронних мереж; нечітких систем; генетичних алгоритмів; імітаційних статистичних моделей. Гібридні інтелектуальні системи об'єднують вчених і фахівців, що досліджують можливість застосування не одного, а декількох методів, як правило, із різних класів, для вирішення задач управління і проектування. *Рефлекторна система* – це система, яка формує відповідні реакції, що вироблені спеціальними алгоритмами, на різноманітні комбінації вхідних дій. Алгоритм забезпечує вибір найбільш імовірної реакції інтелектуальної системи на множину вхідних дій, при відомих імовірностях вибору реакції на кожну вхідну дію, а також на деякі комбінації вхідних дій. Така задача подібна тій, яку реалізують нейромережі. На відміну від перцептронів рефлекторний алгоритм напряму розраховує адекватну вхідним діям реакцію інтелектуальної системи. Адекватність реакції базується на припущенні, що закони несилівої взаємодії однакові на будь-яких рівнях представлення систем, що взаємодіють [2].

Отже, система, що використовує методи штучного інтелекту в завданнях управління, повинна забезпечувати

ситуаційну підтримку прийняття рішень, автоматизувати процес пошуку керуючих рішень на основі накопичених знань про предметну область.

Як бачимо, нами не наведено визначення поняття «інтелектуальні технології» оскільки в вільній енциклопедії «Вікіпедія» воно відсутнє. Виходячи з вищенаведеної термінології інтелектуальні технології – це наукова дисципліна, в рамках якої розробляється та удосконалюється сукупність методів та засобів для створення інтелектуальних систем, що призначені для пошуку кореляцій, тенденцій, взаємозв'язків і закономірностей між даними, підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності, розпізнавати ситуації, підтримувати інформаційну цілісність і безпечність баз даних і баз знань, метазнань, видобувати, узагальнювати та набувати знання для розширення області застосування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень переміщуючи їх за межі сфери оперативного управління в область підтримки прийняття стратегічних рішень.

Висновки. Виходячи з основних завдань інтелектуальних технологій управління прийняття рішень, а саме: прогнозування розвитку ситуацій і зміни стану внутрішнього та зовнішнього середовища; моделювання опису предметної області та наслідків прийняття керуючих рішень; розпізнавання об'єктів, їх стану та ситуацій, що відбулись на об'єкті та в середовищі управління постає проблема в підготовці фахівців у галузі ІІІ. Одним із напрямків може бути спеціалізація на практичне застосування технологій і методів ІІІ для розробки, вдосконалення та розвитку інтелектуальних інформаційних систем. З цією метою доцільно включати в зміст підготовки, зокрема інженера-педагога комп'ютерного профілю, вивчення інтелектуальних технологій управління прийняття рішень які б передбачали крім отримання знань і навичок в області технологій, методів і інструментальних засобів ІІІ, необхідність формування цілісного погляду на об'єкти управління інтелектуальними системами. Підготовка фахівця повинна охоплювати: архітектуру, базові компоненти та функціональні підсистеми ІС; рівні та етапи проектування і створення; взаємодію компонент ІС; технологія опису предметної області; функціональне охоплення; інструментальні засоби підтримки процесу проектування; питання інтеграції з технологічними системами.

Таким чином, розуміючи всю неоднозначність а іноді, і повторюваність термінології, ми вважаємо, що не можна зволікати з залученням іншомовної літератури та перекладом нових книг і посібників з таких актуальних проблем, а термінологію, звичайно ж, потрібно упорядковувати, але не в збиток надання нашим читачам нового знання. Загалом, неминучі термінологічні нестыковки і неточності не затіняють головного – зміст публікацій такою актуальною темою, як Artificial intelligence.

Резюме. Розглядається суть ключових понять «інтелектуальні обчислення», «технологія», «інтелектуальні технології», «інтелектуальні системи», «інтелектуальні інформаційні системи», що в загальному розкривають суть терміну Artificial intelligence. Сутність систем, що засновані на інтелектуальних обчисленнях, полягає в обробці та інтерпретації даних, що мають різномірний характер. Найбільш поширеними методами інтелектуальних обчислень є нечіткі множини, нейронні мережі та генетичні алгоритми. В технологіях прийняття рішень інтелектуальні системи виступають як інформаційно-обчислювальні системи з інструментальною підтримкою, що вирішують задачі без участі людини. Наведено види інтелектуальних систем: інтелектуальні інформаційні системи; експертні системи; розрахунково-логічні системи; гібридні інтелектуальні системи; рефлексорні інтелектуальні системи. **Ключові слова:** інтелектуальні обчислення, технологія, інтелектуальні технології, інтелектуальні системи, інтелектуальні інформаційні системи, штучний інтелект.

Резюме. Рассматривается суть ключевых понятий «интеллектуальные вычисления», «технология», «интеллектуальные технологии», «интеллектуальные системы», «интеллектуальные информационные системы», что в общем раскрывают суть термина Artificial intelligence. Сущность систем, которые основаны на интеллектуальных вычислениях, заключается в обработке и интерпретации данных, которые имеют разнородный характер. Наиболее распространенными методами интеллектуальных вычислений являются нечеткие множества, нейронные сети и генетические алгоритмы. В технологиях принятия решений интеллектуальные системы выступают как информационно-вычислительные системы с интеллектуальной поддержкой, которые решают задачи без участия человека. Приведены виды интеллектуальных систем: интеллектуальные информационные системы; экспертные системы; расчетно-логические системы; гибридные интеллектуальные системы; рефлексорные интеллектуальные системы. **Ключевые слова:** интеллектуальные вычисления, технология, интеллектуальные технологии, интеллектуальные системы, интеллектуальные информационные системы, искусственный интеллект.

Summary. The article deals with the essence of key concepts «intellectual calculations», «technology», «intellectual technologies», «intellectual systems», «intellectual informative systems», that explains the general essence of term Artificial intelligence. The core of the systems that is based on intellectual calculations consists of treatment and interpretation of data that have different character. The most widespread methods of intellectual calculations are fuzzy sets, neuron networks and genetic algorithms. In the technologies of making decision the intellectual systems come forward as information-calculating systems with intellectual support, that decide tasks without participation of man. The types of intellectual systems are presented in the article: intellectual informative systems; consulting models; calculation-logical systems; hybrid intellectual systems; reflex intellectual systems. **Keywords:** intellectual calculations, technology, intellectual technologies, intellectual systems, intellectual informative systems, artificial intelligence.

Література

1. Глибовець М.М. Штучний інтелект: Підруч. для студ.вищ.навч.закладів, що навчаються за спец. «Комп'ютер. Науки» та «Приклад. математика» / М.М.Глибовець, О.В.Олецький. – К.: Вид.дім «КМ Академія», 2002. – 366с.
2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>. – Загл. с экрана.
3. Нікольський Ю.В. Системи штучного інтелекту: навчальний посібник / Ю.В.Нікольський, В.В.Пасічник, Ю.М.Щербина. – Львів: «Магнолія-2006», 2010. – 279с.
4. Рутковский Лешек Методы и технологии искусственного интеллекта / Пер. с польск. И.Д.Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 520 с.