

О.О. Скопа¹, Є.В. Вавілов²¹ОНЕУ, м. Одеса, Україна, skora2003@ukr.net²ОНУ ім. І. Мечнікова, Одеса, Україна, intelevgen@gmail.com

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АВТОНОМНІ СИСТЕМИ: КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ СТВОРЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ

На основі аналізу перспектив наукових досліджень та розробок в області штучного інтелекту робиться висновок про необхідність формулювання проблемного завдання, яке могло б послужити базою для коректного обговорення та зіставлення результатів як концептуального, так і прикладного змісту для штучних інтелектуальних систем. Пропонується використовувати в якості такого завдання проблему вивчення та створення інтелектуальних автономних систем. Розглядаються основні особливості таких систем та наводяться характерні для них приклади.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА АВТОНОМНА СИСТЕМА, ШТУЧНА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА, ЦІЛЕОРІЄНТОВНА ЗАДАЧА

Вступ

Вже більше, ніж півстоліття, якщо вважати з моменту виходу роботи [1], не припиняються спроби створення штучних інтелектуальних систем (ШІС).

Результати цих спроб виглядають поки достатньо скромними, якщо порівнювати їх з основною декларуючою метою – *створити ШІС, яка за рівнем інтелектуальних можливостей не буде поступатися людині*. При цьому дотепер немає ясності навіть у такому кардинальному питанні, як принципова реалізація ШІС подібного рівня. Саме це положення відображає **постановку проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із науковими та практичними завданнями**.

Аналіз останніх досліджень та публікацій показав, що діапазон точок зору з цього питання варіюється від категоричного «ні» [2...4] до рішучого «так» [5]. Як правило, аргументування як «за», так і «проти» виглядають не дуже переконливими. Основна причина – ці аргументування найчастіше уможливлені: вони зазвичай засновані на свого роду «уявному експерименті» або є не цілком коректною екстраполяцією якихось часткових результатів на більш широку область, де, взагалі кажучи, з цими результатами треба було б поводитися з великою обережністю. Один з найбільш знаменитих прикладів такої екстраполяції – книга М. Мінського і С. Пейперта «Перцептрони» [6], яка на півтора десятиліття істотно ускладнила життя представникам нейромережного напряму досліджень в області ШІС. Таким чином, **невиділеною раніше проблемою** в області ШІС є розробка та удосконалення окремих концептуальних положень їх створення та функціонування, причому у якості базових систем можуть бути вибрані інтелектуальні автономні системи. Зважаючи на сказане, **метою та завданням** дослідження є формулювання проблемної області, яка могло б послужити базою для коректного обговорення та зіставлення результатів як концептуального, так і прикладного змісту щодо створення ШІС.

1. Цілеорієнтовна задача: передумови та вимоги

За минулі десятиліття запропоновано та розроблено значну кількість всіляких підходів, методів, алгоритмів, які відносяться до різних аспектів проблеми створення та функціонування ШІС. Проте аналізувати та зіставляти між собою ці підходи надзвичайно важко. Так же важко отримати оцінку внеску того або іншого результату в реалізацію «основної мети» ШІС. Це пояснюється тим, що коректне зіставлення результатів припускає наявність загальної понятійної бази, тобто основи для такого порівняння. Аналіз літературних джерел показав, що такого роду основи поки що немає.

Отже, можна стверджувати, що в даний час у області ШІС відсутня база для ефективного та коректного обговорення та зіставлення результатів, принципово важливих для ШІС як питань концептуального характеру, відповіді на які визначають зовнішність створюваних систем, так і питань конкретного характеру, що відносяться до різних аспектів проблеми створення ШІС та їх компонентів.

Обговорення питань як концептуального, так і конкретного плану повинне бути конструктивним.

Стосовно питань концептуального характеру це означає, що треба не просто сказати «так, це можливо», але й визначити спосіб побудови обговорюваного об'єкта; чи ж не просто «немає, це зробити не можна», але й показати конкретно, з яких саме причин.

Аналогічно, обговорення тих або інших запропонованих підходів, методів, алгоритмів повинне проводитися так, щоб можна було наочно показати, яку ж частину загальної проблеми створення ШІС та якими засобами дозволяє вирішити пропонуваній метод.

Базою, що полегшує пошук спільної мови представникам різних напрямів, зайнятих вивченням та створенням ШІС, могла б послужити деяка цілеорієнтовна задача, яка в англійській літературі позначається словом challenge.

У світлі вищесказаного цілком природними виглядають наступні вимоги до цілеорієнтовної задачі: з одного боку, вона повинна бути настільки багатобічною та всеосяжною, щоб в її рамках можна було б обговорювати будь-які аспекти ШІС, щоб саме існування такої задачі виправдовувало б пошуки та створення будь-яких нових та ефективних методів та засобів.

Основний принцип задачі — скільки б не зробили, багато не буде ніколи. З іншого боку, ця задача повинна легко масштабуватися та структуруватися з тим, щоб в її рамках можна було б обговорювати не тільки глобальні концепції ШІС, але й будь-які конкретні та часткові питання, пов'язані, наприклад, з алгоритмами ШІС.

Представляється, що на роль такого роду цілеорієнтовної задачі може претендувати проблема створення інтелектуальних автономних систем (ІАС), які є різновидом ШІС. Покажемо окремі (на нашу думку важливі) елементи та проблеми концепції у тому руслі, як це пропонує достатня кількість вчених, які ведуть дослідження у зазначеній області науки та практики.

2. Елементи та проблеми концепції створення ІАС

1 Система та середовище її існування. Загальноприйнято вважати, що світ влаштований так: є якась система — предмет нашого вивчення, і є все інше, що не входить в цю систему — зовнішнє середовище.

Система та зовнішнє середовище існують у взаємодії. Ця взаємодія може бути як статичною, коли дія середовища на систему та реакція системи на цю дію постійні, так і динамічною, коли дії та реакції — деякі функції часу.

Класи систем, що відповідають зазначеним взаємодіям, прийнято іменувати відповідно *статичними* і *динамічними* системами.

Практично переважна більшість класів систем, які для нас представляють зацікавленість, є динамічними. Саме вони і є предметом вивчення.

Як відмічалось вище, динамічна система взаємодіє з середовищем, тобто сприймає дії навколишнього середовища та відповідним чином реагує на них. Реакція системи на дії середовища може бути як пасивною, так і активною.

Пасивна взаємодія — це, наприклад, рух каменя, політ артилерійського снаряда або некерованої ракети під впливом гравітаційних та аеродинамічних сил. Інтуїтивно ясно, що динамічні системи, які пасивно взаємодіють з середовищем (тобто є некерованими системами), не представляють зацікавленості з погляду вибору цілеорієнтовної задачі.

При активній взаємодії система, отримавши будь-який вплив від середовища, за тими або іншими правилами формує та реалізує відповідь-реакцію системи на дану дію, наприклад, відхиляє кермо, компенсуючи обурення. Це означає, що динамічна система здатна активно взаємодіяти з середовищем. Вона є системою керованою.

Характер активної взаємодії з середовищем, реалізованого системою, визначається властивостями даної системи, а також ресурсами, які вона має в своєму розпорядженні. В процесі формування реакції на ту або іншу дію середовища система може як спиратися на свої ресурси (наприклад, закони управління або карту місцевості, що реалізовані в ній), так і використовувати якісь інформаційні джерела та управляючі дії зовнішнього характеру (як, наприклад, в завданні навігації з використанням супутникової системи GPS або в завданні телекерування відповідно).

Чим менше система залежить від зовнішніх інформаційних джерел та управляючих команд, тим вище ступінь її автономності.

Необхідна цілеорієнтовна задача, щоб бути нетривіальною, повинна бути пов'язана з керованими динамічними системами, які активно взаємодіють з зовнішнім середовищем, причому ця взаємодія повинна бути направлена на досягнення деякої мети.

Найбільшу практичну зацікавленість представляють ті системи, які володіють достатньо високим рівнем автономності, тобто вирішують ту або іншу прикладну задачу, в основному «спираючись на власні сили». Такий клас систем відомий як системи високої автономності (СВА).

Чи представлятиме зацікавленість той або інший клас СВА з погляду цілеорієнтовної задачі, залежить від поведінки, що реалізується системами цього класу [7...11].

2 *Поведінка системи.* Поведінкою СВА називають послідовність реакцій системи в процесі її взаємодії з зовнішнім середовищем.

Поняття поведінки як взаємодії системи з зовнішнім середовищем було сформульовано і давно досліджується стосовно людини в психології та нейрофізіології [13, 14, 16], а стосовно тварин — в етології [12]. У ширшому сенсі прийнято також говорити про поведінку й інших класів систем, наприклад, фізичних систем.

При виявленні видів поведінки систем класу СВА, що цікавлять нас, в якості відправної точки будемо використовувати той факт, що ці види систем виділяються для живих систем.

Стосовно живих систем, для яких поведінка трактується як форма адаптації, виділимо *стереотипні* та *придбані* види поведінки [12, 15], що включають такі їх різновиди:

- Стереотипні види поведінки:
 - тропізми та таксиси;
 - рефлекси;
 - інстинкти (частково);
- Придбані види поведінки, що модифікуються:
 - інстинкти (частково);
 - навчання;
 - розсудлива діяльність;
 - інсайт.

Як показано в науковій літературі, тропізми та таксиси є простими формами адаптації

«автоматичного» характеру. Тропізми характерні для рослин. Прикладом тут може служити геліотропізм – поворот суцвіття до сонця у соняшника. Таксиси властиві одноклітинним істотам, які стоять на самій нижній сходинці «сходів» тваринного світу. Приклад таксису – рух інфузорії-туфельки до їжі або від джерела роздратування, зокрема, наприклад, дуже яскравого світла.

Рефлекси – це вже форми поведінки, пов'язані з наявністю нервової системи. Вони є ланцюгом подій, коли сигнали від якого-небудь органу чуття передаються за допомогою нервової системи та викликають відповідну автоматичну реакцію. Приклади рефлексу – відсмикування людиною руки при дії на неї, що заподіює біль; розширення зіниць в темноті.

Таксиси та рефлекси відносяться до класу простих стереотипних реакцій. Разом з ними можуть бути й форми складної стереотипної поведінки – інстинкти, властиві даному виду тварин. Характер та цілі такої поведінки, а також умови його запуску детерміновані генетично. Прикладами інстинктивної поведінки є споруда кубла у птахів, міграція у лососевих риб та перелітних птахів.

Перераховані вище форми поведінки (адаптації) є природженими. У міру підйому по еволюційних сходах, з вдосконаленням нервової системи, природжена поведінка все частіше замінюється придбаними навичками. Виникає, наприклад, часткова модифікація інстинктивної поведінки. Зокрема, ссавці у ряді випадків (материнський інстинкт, наприклад) мають у своєму розпорядженні природжене знання, що доповнюється за рахунок придбаного знання.

Вищий рівень поведінки пов'язаний з навчанням, коли нервова система тварин дістає можливість накопичувати інформацію, здатну змінювати їх поведінку.

Навчання реалізується або через наслідування, або шляхом спроб та помилок. Вищі ссавці, головним чином мавпи та людина, мають у своєму розпорядженні також можливості організації поведінки шляхом розсудливої діяльності, не вдаючись до попередніх пробних дій, як це має місце при простому навчанні.

Вище наголошувалося та відмічено у науковій літературі, що предметом розгляду може бути клас систем високої автономності – штучних динамічних керованих систем, які існують в деякому середовищі. Стан цього середовища (і, отже, характер його дії на систему) і самої системи, а також ще ряд чинників, визначають поточну ситуацію. Дана система є керованою. Процес управління припускає, як відомо, наявність цілей управління: цілеорієнтація може бути як зовнішньою, коли цілі задаються системою якоюсь зовнішньою інстанцією, так і внутрішньою, коли цілі формулюються самою системою, виходячи з деякої системи цінностей, мотивацій і т.п.

Залежно від поточної ситуації, а також від поставленої мети, формується та реалізується та або інша реакція системи. Ця реакція може як вибиратися деяким способом з репертуару наперед заготовлених реакцій, так і породжуватися динамічно.

Залежно від того, які механізми залучені в те, щоб поставити у відповідність парі «ситуація-цілі» реакцію, що відповідає їй, виділимо декілька рівнів поведінки СВА:

- «механічна» поведінка;
- стереотипна поведінка на основі засобів, конструктивно вбудованих в систему;
- стереотипна поведінка, придбана шляхом навчання;
- поведінка, яка направляється знаннями та міркуваннями;
- поведінка, яка направляється досвідом;
- поведінка, яка направляється інтуїцією.

«Механічна» поведінка СВА – це реакції системи на дії зовнішнього середовища, реалізовані без залучення управління, виключно за рахунок «фізичних» чинників. Прикладом тут може служити поведінка аеродинамічно стійкого літального апарату при дії на нього обурення, наприклад, вітрового пориву. Аналогом цього виду поведінки СВА в світі живої природи можна вважати тропізми та таксиси.

Стереотипна поведінка СВА на основі засобів, конструктивно вбудованих в систему – це поведінка систем під дією традиційних «жорстких» регуляторів. Закон управління в таких регуляторах заданий при проектуванні системи, фіксований при її виготовленні та ніяким змінам надалі не підлягає. При цьому відповідні програми реагування (ланцюжки елементарних дій) можуть бути як простими, так і надзвичайно складними. Принциповим тут є лише те, що ці програми підготовлені наперед і надалі залишаються незмінними. У живій природі цьому виду поведінки СВА відповідає природжена поведінка на рівні безумовних рефлексів, а також інстинктивна поведінка в тій частині, яка визначається природженими знаннями.

Стереотипна поведінка СВА, придбана шляхом навчання, за характером реагування схожа з попереднім рівнем поведінки. Є деякий репертуар програм-реакцій, де поточному значенню пари «ситуація-цілі» ставиться у відповідність одна з реакцій даного репертуару.

Принципова відмінність даного рівня поведінки від попереднього рівня полягає в тому, що відображення множини значень пар «ситуація-цілі» в множини програм-реакцій (і самі ці програми-реакції) формуються в процесі роботи СВА шляхом навчання, на відміну від попереднього випадку, де це відображення було «природженим» і незмінним. Проте тут істотним є те, що спочатку систему треба «навчити» новим «умінням» (програмам реагування) для якихось вказаних їй класів пар «ситуація-цілі», а лише потім вимагати від неї застосування цих «умінь».

У живій природі даному виду поведінки СВА відповідає інстинктивна поведінка в тій частині, яка пов'язана з модифікацією природженої поведінки, а також поведінка на основі навчання.

Поведінка СВА, що направляється знаннями та міркуваннями — це рівень осмислених дій «за правилами», «по інструкції», коли є деякі знання та формалізовані процедури, яким треба слідувати. В даному випадку при визначенні реакції СВА на поточну пару «ситуація-цілі» використовується вже не просто відображення, згадуване раніше, а складніша конструкція, де замість одиничного відображення використовується деякий ланцюжок міркувань, тобто послідовність відображень, яка формується динамічно — приблизно так, як це робиться в машинах ведення баз знань.

Якщо на попередніх двох рівнях процеси реагування були «однокроковими» (поточній парі «ситуація-цілі» відразу ставилася у відповідність і запускалася програма-реакція), то в даному випадку має місце вже багатокроковий процес пошуку адекватної реакції. Проте доступний репертуар реакцій, як і в попередніх двох випадках, повинен бути підготовлений наперед.

У живих системах даному рівню поведінки СВА відповідає розсудлива діяльність в тій її частині, яка пов'язана з діями по наперед відомим розпорядженням (правилах).

Поведінка СВА, що направляється досвідом, певною мірою нагадує попередній рівень (поведінка, що направляється знаннями та міркуваннями). Тут також важливу роль грає навчання.

Принципові відмінності між цими двома рівнями поведінки полягають в наступному.

Замість ланцюжка міркувань (у душі машинного висновку системи, яка заснована на знаннях), методом проб та помилок будується істотно менш формалізований ланцюжок асоціативних контекстно-залежних переходів (приблизно у душі гетероасоціативних нейронних мереж).

Ще істотніше те, що як програми-реакції, так і міркування для них формуються динамічно, в процесі роботи СВА. Це означає, що знімається обмеження, яке було на двох попередніх рівнях поведінки, що вимагало попередньої підготовки як реакцій, так і схем їх пошуку (відображень або дерев висновку).

Таким чином, на даному рівні поведінки відповідність між парою «ситуація-цілі» та реакцією є динамічний об'єкт, сформований в процесі роботи СВА: працюючи, система «накопичує досвід» поведінки стосовно різних ситуацій та цілей.

У живій природі цьому рівню частково відповідає розсудлива діяльність (коли суб'єкт, який може «думати», оперує поняттями, пов'язаними з невизначеністю); частково — рівень інсайту (через неусвідомлюваний характер ряду виконуваних дій).

Поведінка СВА, що направляється інсайтом, пов'язана з реалізацією дій аналогічно, шляхом внутрішнього скріплення різнорідних елементів.

Тут не використовуються такі механізми зіставлення парі «ситуація-цілі» адекватної реакції, як відображення (рівні 2 та 3), логічні міркування (рівень 4) або метод проб та помилок (рівень 5).

Цей вид поведінки треба, мабуть, пов'язувати з інтуїцією, інсайтом в живих системах, коли виникає рішення, яке «незрозуміло звідки взялося» — «осаяння». Ключ до цього виду (рівню) поведінки міститься, можливо, в наступному.

Всі придбані форми поведінки, розглянуті вище (це рівні 3, 4 та 5), мають справу з завданнями, наперед визначеними в тому сенсі, що класи вирішуваних задач та відповідні способи реагування на них задаються тим або іншим способом наперед. Деякий рівень невизначеності в динамічний механізм реагування на зміни значень пар «ситуація-цілі» вноситься тільки на рівні 5 — поведінка, яка направляється досвідом. Але радикально це суть справи не міняє — тут невизначеність грає деяку роль, в основному, в ланці, пов'язаній з «тонкістю застосування» реакцій-програм з метою їх пристосування до наявних умов — «підгонка по місцю». По загальному стилю «досвід», що накопичується і вживається на даному рівні поведінки, дуже нагадує методи евристики.

На відміну від цього, на рівні поведінки, яка направляється інтуїцією, ставляться інші цілі. Традиційна архітектура інтелектуальних систем володіє однією «природженою» особливістю, що істотно знижує їх ефективність — система, навчена (або підготовлена якимнебудь іншим способом) рішенням деякої часткової задачі, абсолютно безпорадна перед іншими частковими завданнями. В зв'язку з цим напрошується необхідність пошуку механізмів, що наділяють систему якимись метавластивостями, тобто адаптивністю до виду завдань, які пред'являються системі для вирішення — це і є основна мета для рівня поведінки, що направляється інтуїцією.

Системи високої автономності, що реалізують хоча б один з рівнів поведінки 4, 5 або 6, в літературі названо інтелектуальними автономними системами (ІАС).

Очевидно, що ІАС призначена для вирішення достатньо нетривіальних завдань. Вона реалізуватиме не один якийсь рівень поведінки, а деяку їх комбінацію — «суміш». Компоненти цієї «суміші» можуть з'являтися або поодиноці у деякій черговості, або одночасно — це буде випадок «основного завдання» для штучних інтелектуальних систем, коли потрібно створити систему, зіставну по інтелектуальним можливостям з людиною.

Рівні поведінки від третього і нижче також можуть брати участь в згаданій «суміші». У загальному випадку вони реалізуватимуться на тлі інших рівнів поведінки в поєднанні з ними на одному й тому ж відрізьку часу.

У ряді випадків СВА задіюватиме тільки «неінтелектуальні» рівні поведінки. Це може мати місце у двох випадках:

1) якщо дана система в принципі не в змозі за своїми потенційними можливостями реалізувати завдання вищих рівнів поведінки;

2) коли поточна пара «ситуація-цілі» така, що для відповідної реакції цілком достатньо нижчих рівнів поведінки (свого роду «принцип найменшої дії»).

Ці випадки СВА можна трактувати як вироджені варіанти ІАС і розглядати їх в тій мірі, що потрібно для повноти загальної картини.

3 *Властивості інтелектуальних автономних систем.* Проведений аналіз показує, що значна частина перспективних технічних систем створюватиметься або в класі ІАС і співтовариств таких систем, або міститиме в собі ІАС у якості підсистем.

ІАС – це системи, що реалізують деяку комбінацію з рівнів поведінки, перерахованих вище, які володіють високим рівнем самостійності та, зокрема, уміють:

- досягати поставлених цілей у високодинамічному середовищі зі значним числом різнорідних невизначеностей в ньому;

- коректувати поставлені цілі, а також формувати нові цілі й комплекси цілей, виходячи із закладених в ІАС ціннісних та нормативних установок (мотивації);

- здобувати нові знання, накопичувати досвід рішення різноманітних задач, навчатися на цьому досвіді, модифікувати свою поведінку (реакції на зміну ситуації) на основі отриманих знань та накопиченого досвіду;

- адаптуватися до виду завдань, в рішенні яких виникає необхідність, зокрема навчатися рішенню задач, не передбачених первинним проектом системи;

- утворювати «колективи» з ІАС (співтовариства ІАС), націлені на взаємодію їх членів при рішенні деякої загальної задачі. Ці колективи повинні мати в своєму розпорядженні можливості самоструктуризації (різнорідність елементів колективів ІАС, різнорідність та динамічність зв'язків між ІАС), виходячи з поточної і/або прогнозованої ситуації;

- здійснювати самовідтворення з залученням місцевих сировинних та енергетичних ресурсів, можливо, зі змінами в «геномі» системи (для підтримки процесів еволюції в співтовариствах ІАС).

В першу чергу ІАС – це самодостатні системи, на які може покладатися рішення певного комплексу прикладних завдань в повному обсязі. Є, проте, ще одна важлива ніша для ІАС – це інтелектуальні автономні підсистеми в складних системах, що включають людину-оператора: пілотовані літаки, вертольоти, космічні апарати, надводні, підводні або наземні апарати і т.п. Такі підсистеми націлюються на те, щоб у максимальному ступені самостійно вирішувати поставлені перед ними задачі. Їх використання дає можливість істотно підвищити якість реалізації критично важливих функцій, зменшити робоче навантаження людини-оператора та підвищити за рахунок цього безпеку та ефективність

експлуатації відповідних складних систем згідно з їх цільовим призначенням.

Структурно «діяльність» ІАС у деякому середовищі розділяються на три сфери:

а) Сприйняття поточної ситуації (ситуація = зовнішня-ситуація + внутрішня-ситуація) – сенсорні функції.

б) Формування реакції-відповіді на поточну або прогнозовану ситуацію (види можливих реакцій: зміна стану ІАС у її фазовому просторі, реконфігурація, реструктуризація, адаптація цілей, самонавчання, самоорганізація і т.п.) – управляючі функції.

в) Реалізація (формування) реакції на поточну або прогнозовану ситуацію – ефекторні функції.

Задане поєднання необхідних «умінь» ІАС та необхідних конкретних форм її «діяльності» визначає склад функцій, які повинна реалізувати ІАС того або іншого виду (приклади таких функцій: зір в різних діапазонах електромагнітного випромінювання, поєднання сенсорних даних з різних джерел в єдину інформаційну картину, виявлення відмов в системах ІАС, компенсація виявлених відмов шляхом реконфігурації/реструктуризації і т.п.).

4 *Застосування інтелектуальних автономних систем.* На сьогоднішній час широко вживається пара термінів: «автоматична система» і «автоматизована система». Перший з цих термінів відноситься до систем, які діють без якого-небудь втручання людини в процесі їх функціонування. Другий – визначає такі системи, де як активний елемент присутня людина.

По аналогії з цим можна розрізняти системи-роботи (або просто роботи) і роботизовані системи. Обидва класи систем є найбільш очевидною сферою застосування ІАС.

До систем-роботів, які доцільно було б реалізувати на рівні ІАС, можна віднести літаки-роботи, вертольоти-роботи, космічні апарати-роботи, надводні та підводні апарати-роботи, безлюдні (автоматичні) системи, призначені для вирішення складних комплексів завдань без втручання людини і т.п.

Різниця між апаратами-роботами та традиційними автоматичними апаратами полягає в істотно вищому рівні самостійності поведінки роботів у порівнянні з традиційними автоматами, у здатності роботів навчатися, накопичувати та використовувати досвід в ході рішення поставлених задач.

Прикладами роботизованих систем можуть служити пілотовані літальні апарати, до складу систем та бортового устаткування яких входять (на правах підсистем) ІАС. Тут обов'язковим та активним елементом системи, в цілому, є людина. Зовсім необов'язково при цьому, щоб людина знаходилася безпосередньо на борту роботизованого апарата. Вона може здійснювати свої функції (контроль, управління, цілеорієнтування і т.п.), знаходячись поза апаратом, у тому числі і на значному віддаленні від нього. Прикладом такого роду апаратів можуть служити роботизовані дистанційно пілотовані

літальні апарати, а також інші дистанційно керовані апарати, коли оператор та керований ним апарат рознесені в просторі.

Як приклади систем, роботизація яких дозволила б різко підвищити їх ефективність, можна назвати:

- системи організації повітряного руху;
- засоби управління енергетичними системами;
- засоби підтримки процесів контролю та управління виробництвами традиційних видів (машинобудівними, хімічними і нафтохімічними, добувними і т.п.);

- засоби управління в надзвичайних обставинах: ліквідація наслідків стихійних та техногенних катастроф та ін.;

- інші сфери, де ІАС можна було б використовувати як засоби підтримки процесів формування та ухвалення рішень («інтелектуальні помічники») в людино-машинних системах, які дозволяють працювати в середовищах зі значним числом різномірних невизначеностей, в умовах великих потоків даних та жорстких часових обмежень.

Ще одна очевидна сфера застосування ІАС – роботизована побутова техніка різного призначення, а також співтовариства роботизованих побутових пристроїв («роботизоване житло»).

Висновки

Як слідує з приведеного вище матеріалу, завдання вивчення та створення інтелектуальних автономних систем цілком може претендувати на статус цілеорієнтовної задачі, яка може бути викликом сучасним та перспективним інформаційним технологіям. Завдання задовольняє тим вимогам, які були сформульовані у введенні до проблеми. Воно допускає широкий діапазон постановок, які можуть змінюватися як по рівню спільності (від концептуальних до конкретно-алгоритмічних), так і по складності вирішуваних задач. Т.ч. завдання забезпечує необхідну масштабованість підходу. У свою чергу, таке варіювання приводить до необхідності залучення в процес вивчення та створення ІАС всіх без виключення дисциплін, пов'язаних з ШІС.

Список літератури: 1. Мак-Каллок, У. С. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности [Текст] / У. С. Мак-Каллок, В. Питтс // *Нейрокомпьютер*. – 1992. – №3. – С. 39-53. 2. Скопа, О. О. Глобальні властивості нейронних мереж [Текст] / О. О. Скопа, Н. Ф. Казакова // *Наукові записки УНДІЗ*. – К. : УНДІЗ. – 2008. – №3(5). – С.13-19. 3. Дрейфус, У. Чего не могут вычислительные машины: Критика искусственного разума : монографія / Переклад з англ. Н. Родмана ; під ред. Б. В. Бірюкова. – М. : Прогресс, 1978. – 334 с. 4. Скопа, А. А. Нейронна мережа як об'єкт техносфери: властивості [Текст] / А. А. Скопа, Н. Ф. Казакова // *Наукові записки Міжнародного гуманітарного університету*. – Одеса : МГУ. – 2008. – №11 : Управління проектами та програмами ; відп. за випуск А. І. Рибак. – С.44-48. 5. *McCarthy J. What is Artificial Intelligence?* [Електронний ресурс] // Портал : без назви. – Режим доступу \www/ URL : <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.html>. – Заголовок з екрану, доступ вільний, 13.01.2010. 6. *Минский, М.* Перцеп-

троны : монографія / М. Минский, С. Пейперт : Переклад з англ. Г. Л. Гімельфарба та В. М. Шарипанова ; під ред. В. А. Ковалевського. – М. : Мир, 1977. – 262 с. 7. Скопа, О. О. Концептуальні положення створення нейронних мереж в Україні [Текст] / О. О. Скопа // *Наукові записки УНДІЗ*. – К. : УНДІЗ. – 2008. – №1(3). – С.3-19. 8. Скопа, О. О. Наукова концепція інтелектуальної мережі [Текст] / О. О. Скопа // *Наукові записки Міжнародного гуманітарного університету*. – Одеса : МГУ. – 2008. – №13 : Економіка та управління проектною діяльністю ; відп. за випуск А. І. Рибак. – С. 44-49. 9. *Вилли, К.* Биология: Биологические процессы и законы : монографія / К. Вилли, В. Детье. – М. : Мир, 1975. – 822 с. 10. Скопа, О. О. Нейронна мережа як об'єкт техносфери: концептуальні положення створення [Текст] / О. О. Скопа, Н. Ф. Казакова // *Наукові записки Міжнародного гуманітарного університету*. – Одеса : МГУ. – №10 : Управління проектами та програмами ; відп. за випуск А. І. Рибак. – С. 44-60. 11. *Баховський, П. Ф.* Концептуальні положення створення та розвитку інтелектуальних мереж: Основоположні зауваження [Текст] / П. Ф. Баховський, О. О. Скопа // *Моделювання та інформаційні технології*. – К. : ІПМЕ НАН України. – 2008. – №49. – С. 154-159. 12. *Кемп, П.* Введение в биологию : монографія / П. Кемп, К. Арме. – М. : Мир, 1988. – 671 с. 13. *Блум, Ф.* Мозг, разум и поведение : монографія / Ф. Блум, А. Лейзерсон, Л. Хофстедтер. – М. : Мир, 1988. – 248 с. 14. *Веккер, Л. М.* Психика и реальность: Единая теория психических процессов : монографія / Л. М. Веккер. – М. : Смысл; PerSe, 2000. – 685 с. 15. *Годфруа, Ж.* Что такое психология / Ж. Годфруа. – М. : Мир, 1992. – Т. 1. – 496 с. – ISBN відсутній. 16. *Выготский, Л. С.* Психология : підручник / Л. С. Выготский. – М. : ЭКСМО-Пресс, 2000. – 1008 с.

Поступила до редколлегии 15.10.2012

УДК 681.5.015; 519.7

Интеллектуальные автономные системы: концептуальные положения создания и функционирования / А. А. Скопа, Е. В. Вавилов // *Бионика интеллекта: науч.-техн. журнал*. – 2013. – № 1 (80). – С. 35-40.

На основе анализа перспектив научных исследований и разработок в области искусственного интеллекта делается вывод о необходимости формулирования проблемной задачи, которая могла бы послужить базой для корректного обсуждения и сопоставления результатов как концептуального, так и прикладного содержания для искусственных интеллектуальных систем. Предлагается использовать в качестве такой задачи проблему изучения и создания интеллектуальных автономных систем. Рассматриваются основные особенности таких систем и приводятся характерные для них примеры.

Библиогр.: 16 назв.

UDK 519.7

Intelligent autonomous systems: conceptual principles of creation and functioning / О. О. Скопа, Е. В. Вавилов // *Bionics of Intelligence: Sci. Mag.* – 2013. – № 1 (80). – P. 35-40.

On the basis of analysis of prospects of scientific research-and-developments in area of artificial intelligence conclusion is drawn about the necessity of problem which would serve by a base for the correct discussion and comparison of results of both conceptual and concrete plan for the artificial intellectual systems definition. It is suggested to use as such task problem of study and creation of the intellectual off-line systems. The basic features of such systems are examined and characteristic examples are made for them.

Ref.: 16 items.