

УДК 007+004.8

doi: 10.32620/reks.2019.3.01

С. І. ДОЦЕНКО

*Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна***ПРО ПРИРОДНИЙ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ КІБЕРНЕТИЧНИХ СИСТЕМ**

Запропоновано у складі поняття «кібернетична система» виділити наступні складові частини: – кібернетичні системи непроникні для інформації, як системи управління; – кібернетичні системи проникні для інформації: інтелектуальні функціональні системи на основі природного інтелекту; інтелектуальні інформаційні системи на основі штучного інтелекту. З аналізу змісту поняття «штучний інтелект» слідує, що на цей час відсутнє однозначне визначення змісту цього поняття. Майже всі автори згодні з тим, штучний інтелект повинен бути подібним людському інтелекту. З аналізу змісту поняття «природний інтелект» слідує, що його основою є центральна закономірність інтегративної діяльності мозку. Запропоновано мислення визначати як здатність представлення речі в мірі, а інтелект як здібність реалізувати процес виміру речі. Мірою ж є представлення речі у формі діалектичної єдності понять загальне (якісне визначення) – одиничне (кількісне визначення). Показано, що основною проблемою, яка не вирішена до цього часу для штучних нейронних мереж є проблема формування дієздатної математичної моделі природного нейрону на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку. Друга проблема, яка потребує свого вирішення полягає у необхідності навчити систему штучного інтелекту «вимірювати» речі, а також їх властивості. Без опанування цієї здібності жодна система штучного інтелекту не здатна реалізувати дії, які характеризують діяльність природної нейронної мережі. Третя проблема полягає у необхідності навчання системи штучного інтелекту запам'ятовувати минулий досвід. Маніпулювання знаннями можливе лише з застосуванням закономірностей природного інтелекту. Тому, для формування бази знань залучають експертів, як джерело знань та інженерів знань, як спеціалістів з вилучення знань з експертів. При цьому, поміж поняттями «дані», та «інформація», а також «інформація» та «знання» існує діалектичний зв'язок у формі «одиничне» < «загальне». Інтелектуальні інформаційні технології можуть бути основою для реалізації діяльності кібернетичних систем проникних для інформації: інтелектуальних функціональних систем; інтелектуальних інформаційних систем. Фундаментальною задачею, яка потребує свого вирішення є задача встановлення складу та змісту поняття «одиниця знань».

Ключові слова: інтелект; дані; інформація; знання; технологія; система; кібернетика.

Вступ

Проблема самоорганізації була визнана основною проблемою класичної кібернетики. При цьому, Н. Вінер висловлював гіпотезу про еквівалентність фізіологічних систем та кібернетичних машин (систем) з точки зору законів управління та передачі сигналів [1]. Не зважаючи на це відбувся її поділ на дві складові, а саме: фізіологічну кібернетику та технічну кібернетику. Нажаль, в шестидесятих роках минулого століття стало зрозуміло, що проблема самоорганізації не має задовільного рішення як для фізіологічних систем так і для кібернетичних машин (систем). При цьому, виникло протистояння поміж вказаними науковими школами, яке не подолано до цього часу.

Представники *технічної* кібернетики запропонували нову назву для цього напрямку: – «інформатика». Є також пропозиції йменувати цей напрямок як «неокібернетика» [2].

В [2] нова кібернетика характеризується наступним чином:

«Але сьогодні наука зосередилася на іншій гілці розвитку - інтеграції науки. Саме це і стоїть на чолі нової кібернетики як наукового напрямку розвитку науки.

Це дозволило новій кібернетичній сформулювати у якості свого предмета досліджень загальні закони і моделі виникнення, розвитку, перетворення, функціонування, зберігання, взаємодії і впливу інформації в природних і штучних системах, процесах і явищах, виявлення найбільш загальних законів еволюційного розвитку і адаптації до умов існування систем.

Об'єктом дослідження нової кібернетики є інформаційна взаємодія і вплив, що включають інформаційні поля різної природи, їх структури і властивості, а також пов'язані з ним моделі і механізми інформаційної взаємодії і впливу в системах, процесах і явищах живої, неживої і штучної природи.

Виходячи з вищевикладеного, нова кібернетика, що є правонаступницею «старої» кібернетики, виступає як фундаментальна наука, що вивчає загальні закони і моделі інформаційного впливу і взаємодії в системах різної природи, що має свій об'єкт і предмет досліджень, а також використовуючи, як інструментально-технологічну базу інформатику та computer science.»

З цього висловлювання слідує, що неокібернетика знову ставить задачу пізнання «моделей і механізмів інформаційної взаємодії і впливу в системах, процесах і явищах живої, неживої і штучної природи». Тобто, здійснюється повернення до гіпотези Н. Вінера про еквівалентність законів управління та передачі інформації у живих організмах та машинах. Але використовують для цього «як інструментально-технологічну базу інформатику та computer science.» Перевага віддається технічній кібернетичі. Основою вказаних інструментів є теорія штучного інтелекту та штучних нейронних мереж. Але ж фізіологічна кібернетика також має певні досягнення у пізнанні закономірностей природного інтелекту.

В галузі *інформатики* сформувалися нові поняття: – «штучний інтелект», «інформаційна технологія», «інформаційна система», «інформаційно-управляюча система», «інтелектуальна інформаційна технологія», «інтелектуальна система» та «інтелектуальна інформаційна технологія». Ключовими серед цих понять є поняття «система», «технологія», «інформація», «знання», «інтелект».

З наведеного слідує, що важливою є проблема визначення змісту понять «інформація», «знання» та «інтелект». При цьому, до загально визнаного в методології системного підходу поняття «система» додано поняття «технологія». Виникає питання, що обумовило необхідність формування цієї пари понять і як вони поміж собою співвідносяться.

Метою даного дослідження є визначення змісту понять «штучний та природний інтелект» та їх впливу на зміст поняття «кібернетична система».

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити зміст понять «кібернетична система та інтелектуальна система»;
- визначити зміст понять «штучний та природний інтелект»;
- визначити зміст понять «штучна та природна інтелектуальна нейронна мережа»;
- визначити зміст понять «дані», «інформація», «знання», «інтелект»;
- визначити форму відношень поміж поняттями «інформаційна технологія» та «інтелектуальна інформаційна технологія».

1. Зміст поняття «кібернетична система» в класичній кібернетичі Н. Вінера та У. Р. Ешбі

У. Р. Ешбі таким чином визначав предмет дослідження кібернетики [3, с. 311-312]:

«У всій нашій книзі приймається, що зовнішні міркування вже визначили ціль, тобто допустимі значення η . В цій книзі нас займає лише проблема того, як досягнути цієї цілі, не дивлячись на перешкоди та труднощі».

В наступному висловлюванні він визначає кібернетику як науку про [3, с. 17]:

«... дослідження систем відкритих для енергії, але замкнених для інформації та управління, – систем, «непроникних для інформації»».

Він також вказує, що [3, с.13]:

«Н. Вінер визначив кібернетику як «науку про управління і зв'язок у тварині та машині»».

З наведених висловлювань слідує, що фундаментальними задачами кібернетики є пізнання законів управління та зв'язку (передачі інформації) в *інформаційно замкнених* системах. При цьому вважається, що *мета* діяльності таких систем формується *поза межами* системи і в процесі її діяльності *не змінюється*, а отже в явному вигляді не враховується.

На основі цих визначень в роботі [1] запропоновано розглядати два типи кібернетичних систем, а саме:

- кібернетичні системи *непроникні* для інформації – системи управління;
- кібернетичні системи *проникні* для інформації – інтелектуальні системи.

З іншого боку, саме розвиток систем управління з застосуванням обчислювальних машин обумовив необхідність формування *гібридних людиномашинних систем* у формі *автоматизованих систем управління*, або ж інформаційно-керуючих систем. У подальшому були розроблені системи управління операціями [4] та діалогового управління виробництвом [5].

У системах управління операціями ціль діяльності формується за її межами й є предметом *системного аналізу*, як окремого наукового напрямку. Тобто, ці системи є системами управління.

У діалогових системах управління ціль діяльності розробляється у формі *моделі діяльності*, яка *включена* до складу системи управління. В цих системах ціль діяльності формується в самій системі у формі моделі діяльності (моделі проекту майбутнього результату за термінологією теорії функціональних систем П. К. Анохіна) на основі інформації, яка надходить з оточуючого середовища. Діалогові системи управління також розглядають як системи

підтримки прийняття рішень, які управляються моделлю (DSS support systems). Ці системи слід віднести саме до *інтелектуальних систем*.

2. Зміст поняття «інтелектуальна система»

Стосовно змісту поняття «система» на цей час серед дослідників не існує загально визнаного визначення. З однієї точки зору систему розглядають як сукупність взаємодіючих елементів [6]. Однак, поняття «сукупність» та «взаємодія» лише вводять дві форми *невизначеності*, а саме: *кількості* елементів та *форми* відносин поміж ними. Здійснюються чисельні спроби визначення системоформуючого фактору [7]. Однак загальної точки зору на зміст поняття «системоформуючий фактор» для системи не існує. У системах управління процеси формування цілі діяльності не реалізуються, тому що вважається, що цілі формується окремо за її межами, а інші фактори у якості *формуючих* не є універсальними [8].

З іншого боку, систему розглядають як «дещо ціле» [6] та «організоване ціле» [9, 10]. Для системи, як «організованого цілого», характерним є те, що до її складу включено щонайменше одну людину. Тобто таку систему розглядають як людино-машинну систему. У такій системі навпаки, фундаментальною для визначення змісту поняття «система» є проблема системо формуючого фактору [9].

В роботі [9] П. К. Анохіним виконано детальний аналіз існуючих визначень поняття «система», показана їх неспроможність і дано його розуміння поняття «система»:

«... системою можна назвати тільки такий комплекс вибірково включених компонентів, у яких взаємодія і взаємовідносини здобувають характер взаємного сприяння компонентів на одержання сфокусованого корисного результату».

Тобто, в цій системі саме *формування цілі діяльності* є першою фундаментальною задачею, яка вирішується в системі поряд з задачею досягнення встановленої цілі. В подальших дослідженнях саме цей клас систем визначається як «інтелектуальна система» [11, 12]. Основою цих систем є архітекtonіка функціональної системи, яка запропонована у роботі [9]. В роботі [13] доведено, що архітекtonіка функціональної системи згідно [9] та архітектура рішальної системи для діалогових систем управління згідно [5] є подібними. Всі розглянуті системи пропонується класифікувати як *інтелектуальні системи*, діяльність яких заснована на закономірностях *природного* інтелекту.

З іншого боку існує визначення інтелектуальної системи згідно ДСТУ 2481-95 [14]:

«Інтелектуальна система - це система, що забезпечує рішення неформалізованих завдань користувача в деякій предметній області, яка організовує його взаємодію з комп'ютером в звичних поняттях, термінах, образах.»

З наведених визначень змісту поняття «інтелектуальна система» слідує наступна антиномія:

– інтелектуальна (функціональна) система є комплексом вибірково включених компонентів, у яких взаємодія і взаємовідносини здобувають характер взаємного сприяння компонентів на одержання сфокусованого корисного результату, тобто, формування проекту майбутнього результату та його досягнення;

– інтелектуальна система забезпечує рішення неформалізованих завдань користувача в деякій предметній області, яка організовує його взаємодію з комп'ютером в звичних поняттях, термінах, образах.

Інтелектуальні системи, які засновано на *штучному інтелекті*, не *вміють* «одержувати сфокусований <передбачений> корисний результат», вони «забезпечують рішення неформалізованих завдань користувача».

Для цих систем сформовано зовсім *різні* задачі діяльності, а саме: «одержання сфокусованого корисного результату» та «рішення неформалізованих завдань користувача».

З наведеного слідує, що поміж розглянутими інтелектуальними системами можливим є зв'язок у формі: «ціле» – «частина цілого». Інтелектуальні системи, які розробляються в інформатиці є частиною інтелектуальних (функціональних) систем. Для уникнення у подальшому невизначеності змісту поняття «інтелектуальна система» пропонується інтелектуальні системи які розробляються в інформатиці визначати як «інтелектуальні інформаційні системи». Таким чином, визначено три типи кібернетичних систем:

- кібернетичні системи *непроникні* для інформації – системи управління;
- кібернетичні системи *проникні* для інформації:

 - інтелектуальні *функціональні* системи на основі природного інтелекту;
 - інтелектуальні *інформаційні* системи на основі штучного інтелекту.

Слід відзначити, що однією з провідних проблем інформатики є проблема розробки теорії штучного інтелекту. Однак закономірності штучного інтелекту ґрунтуються на закономірностях природного інтелекту. Тому є необхідність розглянути зміст поняття «інтелект» як в теорії штучного інтелекту так і в теорії природного інтелекту.

3. Зміст поняття «штучний інтелект»

В роботі [15] наведено наступний перелік визначень стосовно поняття «штучний інтелект»:

«Захоплюючи нові зусилля змусити комп'ютери думати ... машини з розумом в повному і мовному сенсі (J. Haugeland, 1955 р.).

Автоматизація діяльності, яку ми асоціюємо з людським мисленням, такий як прийняття рішень, вирішення завдань, засвоєння знань [16].

Дослідження розумових здібностей за допомогою використання обчислювальних моделей [17].

Теорія евристичного пошуку і питання створення вирішувачів завдань, що відносяться до розряду творчих або інтелектуальних [18].

Система, яка здатна знаходити оригінальні та ефективні відповіді, часто несподівані як для користувача і конструктора ЕОМ, так і для розробника програм, за якими працює машина [19].

Мистецтво створення машин, здатних виконувати дії, які зажадали б інтелекту від людей, якби вони ці дії виконували [20].

Область дослідження, яка намагається зрозуміти і моделювати розумну поведінку в термінах обчислювальних процесів [21].

Дослідження того, як змусити комп'ютери робити речі не гірше людей (E. Rich and K. Knight, 1991 р.).

Вивчення обчислень, які дозволяють розуміти, міркувати і діяти [22].

Галузь науки про комп'ютери, яка цікавиться автоматизацією розумної поведінки [23].

У роботі [24] проаналізовано наведені у роботі [15] визначення штучного інтелекту і вказано на те,

що на цей час однозначного визначення для цього поняття не існує.

Згідно ГОСТ 15971-90 [25] штучний інтелект – «здатність обчислювальної машини моделювати процес мислення за рахунок виконання функції, яку зазвичай зв'язують з людським інтелектом. Примітка. Такими функціями є, наприклад, навчання і логічний висновок».

Так що ж розуміється як зміст поняття «штучний інтелект»? В таблиці 1 наведено основні міркування, які розкривають його зміст згідно наведених визначень.

Основним у цих визначеннях є посилання на людське мислення та інтелект (виділено курсивом). Тільки визначивши зміст поняття природний інтелект можливим буде визначення змісту поняття «штучний інтелект». Виникає наступне питання, як ми розуміємо природний інтелект?

4. Зміст поняття «природний інтелект»

Розглянемо існуючі визначення цього поняття. В [26] Інтелект визначається як:

«Універсальний набір процедур гармонізації у вищому відомому реальному класі суцільних ... і не залежить від матеріальної природи реалізації.»

Щодо змісту поняття «інтелект» у роботі [27] відмічається:

«Інтелект полягає в осягненні істотних особливостей структури всього поля поведінки, причому істотність визначається в термінах миттєвих і передбачуваних майбутніх прагнень діючої особи».

Таблиця 1

Зміст основних міркувань, які розкривають зміст поняття «штучний інтелект» згідно наведених визначень

Основні міркування	Посилання
<i>змусити комп'ютери думати</i>	J. Haugeland, 1955 р.
<i>асоціюємо з людським мисленням</i>	R. E. Bellman, 1978 р. [16]
<i>використання обчислювальних моделей</i>	E. Chamiak and D. McDermot, 1985 р. [17]
<i>теорія евристичного пошуку</i>	Г. С. Поспелов, 1986 р. [18]
<i>знаходити оригінальні та ефективні відповіді</i>	А. Г. Івахненко, 1986 р. [19]
<i>створення машин, здатних виконувати дії, які зажадали б інтелекту від людей</i>	R. Kurzweil, 1990 р. [20]
<i>зрозуміти і моделювати розумну поведінку в термінах обчислювальних процесів</i>	R. J. Schalkoff, 1990 р. [21]
<i>змусити комп'ютери робити речі не гірше людей</i>	E. Rich and K. Knight, 1991 р.
<i>обчислень, які дозволяють розуміти, міркувати і діяти</i>	P. H. Winston, 1992 р. [22]
<i>автоматизацією розумної поведінки</i>	J. I. Luger and W. A. Stubblefield, 1993 р. [23]
<i>моделювати процес мислення за рахунок виконання функції, яку зазвичай зв'язують з людським інтелектом</i>	ГОСТ 15971-90 [25]

Згідно [28] зміст понять «інтелект» визначається наступним чином:

«Інтелект - це здатність організму або пристрою за допомогою інформації знаходити більш короткі шляхи між причиною і наслідком (метою і шляхом її досягнення і т.п.), ніж це випливає з фізичних законів, що відбуваються природним шляхом, без втручання в їх перебіг.»

У роботі [29] наведено визначення змісту понять «інтелект»:

«При цьому під інтелектом розуміється здатність набувати, відтворювати, створювати і використовувати знання для розуміння конкретних і абстрактних понять і відносин між об'єктами і ідеями, а також використовувати знання осмисленим чином.»

Цікавими є наступні визначення поняття «інтелект» [30]:

«На сьогоднішній день існує безліч трактувань даного поняття. Серед них можна виділити визначення, сформульоване Г. Азімовим: «Інтелект – загальна здатність до пізнання і вирішення проблем, яка об'єднує всі пізнавальні здібності індивіда: відчуття, сприйняття, пам'ять, уявлення, мислення, уяву»

Інтелектом також називається здатність мозку вирішувати (інтелектуальні) завдання шляхом придбання, запам'ятовування і цілеспрямованого перетворення знань в процесі навчання на досвіді й адаптації до різноманітних обставин.

Інтелект - це здатність побудови моделі поведінки на основі алгоритму вирішення завдань, сформульованого свідомістю. Свідомість оперує безліччю фактів і безліччю взаємозв'язків між різними фактами, які зберігаються в пам'яті. Вказані безлічі формуються в процесі життєдіяльності індивідуума через пізнання навколишнього світу».

У таблиці 2 наведено основні ознаки для визначення змісту поняття «інтелект», які покладено в основу розглянутих визначень.

Загальним для наведених визначень поняття «інтелект» є визнання того що це «здатність» виконувати певні дії.

В той же час, згідно [31]:

«... не рішення задачі, а постановка задачі, не досягнення, а висування цілі, не доказ, а формулювання теореми є критерієм «інтелектуальності», особливою якістю людської психіки, яка відрізняє її і від психіки тварин і від (можливостей) ЕОМ.»

Виникає антиномія у визначенні поняття «інтелект»:

– з одного боку це здатність «осягати»; «знаходити», «набувати...», «пізнавати і вирішувати», «вирішувати», «будувати»;

– а з іншого боку: «постановка задачі», «висування цілі», «формулювання теорем».

Таблиця 2

Зміст основних ознак для визначення змісту поняття «інтелект»

Здатність	Властивість
Універсальний набір процедур гармонізації	[25]
Осягнення істотних особливостей структури всього поля поведінки	[26]
Здатність ... знаходити більш короткі шляхи між причиною і наслідком	[27]
Здатність набувати, відтворювати, створювати і використовувати знання	[28]
Здатність до пізнання і вирішення проблем	[29]
Здатність мозку вирішувати завдання	
Здатність побудови моделі поведінки	

Саме ця антиномія й визначає різницю у визначенні змісту поняття «інтелект» для природних та штучних нейронних мереж. Перша частина цієї антиномії визначає дії, які притаманні саме штучним нейронним мережам.

Залишається з'ясувати як саме за допомогою «інтелекту» здійснюється «постановка задачі», «висування цілі», «формулювання теорем». як певні дії.

Д. Хокінс наступним чином характеризує організацію діяльності мозку [32, с. 66-67]:

«Кора головного мозку завжди залишається корою головного мозку. Це *універсальний алгоритм функціонування неокортексу: у всіх зонах відбуваються одні й ті ж процеси...* . Головна користь нашого нового схематичного зображення полягає в тому, що тепер ми можемо бути впевнені: у формуванні інваріантних репрезентацій бере участь кожна зона кори головного мозку. Згідно з традиційними поглядами, про повні інваріантні уявлення мова не йшла до тих пір, поки сигнал не потрапив до вищих зон неокортексу (таку, наприклад, як зорова зона ІТ, в якій формується уявлення про загальну візуальну картину, яка спостерігається). Тепер ми встановили, що насправді інваріантні репрезентації всюдишні – вони формуються кожною зоною кори головного мозку. Інваріантність – не дивина, що виникає в вищих зонах Отже, кожна з зон кори головного мозку створює інваріантні уявлення виходячи з того, що знаходиться нижче в ієрархії. Це красиво».

Досліджуючи механізм формування цілеспрямованої діяльності Д. Хокінс підкреслює [32, с. 85]:

«Дія в уяві, паралельне розгортання сенсорної і моторної поведінки є основою поведінки, орієнтованої на результат. Цілеспрямована поведінка, цей священний Грааль робототехніки, з самого початку вбудована в тканину кори головного мозку. Звичай-

но, ми можемо відключити нашу моторну поведінку. Я можу уявити собі, що бачу щось, хоча насправді цього не бачу. Я можу уявити собі, як іду на кухню, хоча насправді цього не роблю. Але дія завжди починається в нашій уяві».

Слід також навести міркування Джеффа Хокінса щодо моделювання діяльності мозку [32, с. 44]:

«Зовнішній світ, який сприймають ваші органи чуття, не буває статичним. Він подібний до поїздів, що прибувають і вирушають в різний час доби. Єдиний спосіб, яким людина може пізнати цей мінливий світ, – знайти інваріантну структуру для змінного потоку інформації».

Відкрита П. К. Анохіним «центральна закономірність інтегративної діяльності мозку, а саме на основі одночасної конвергенції збуджень <мотивації, обставочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні» і є цією інваріантною структурою.

Нажаль в роботі Д. Хокінса відсутні посилання на теорію функціональних систем П. К. Анохіна.

Слід зауважити, що проблема інтелекту досліджувалася ще у античні часи. З цього приводу слід навести наступну цитату [33, с. 283]:

«Протагор: «людина міра всіх речей». Сократ: «людина як мисляча, є мірою всіх речей».

У класичній німецькій філософії проблему пізнання досліджував Г. Гегель. У роботі «Наука логіки» [34, с. 19] він зазначав:

«розумова діяльність <рассудок> визначає і твердо тримається визначень; розум же негативний і діалектичний, оскільки він обертає визначення розумової діяльності в ніщо; він позитивний, оскільки породжує *всезагальне* і пізнає в ньому особливе».

Згідно Г. Гегелю [34, с. 299]:

«Міра є перш за все *безпосередня* єдність кількісного і якісного, так що, *по-перше*, є *визначеною кількістю*, яка має якісне значення та існує як *міра*. Її подальше визначення, полягає в тому, що *в ній, в собі* визначеному, виступає різниця її моментів, якісної та кількісної визначеності».

Таким чином *мислення*, згідно Протагору та Сократу, є процес представлення речей *в мірі*. Виходячи з правила діалектичності, яке було сформовано у роботі [35] запропоновано наступне визначення понять «мислення», «міра» та «інтелект».

Визначення 1. *Мислення* це *здатність* представлення речі *в мірі*.

Визначення 2. *Мірою* є представлення речі у формі діалектичної єдності понять «загальне (якісне визначення) \supset одиничне (кількісне визначення)», а саме: загальне поняття стосовно речі \supset конкретне поняття.

Наприклад, відоме гегелівське «плід» \supset «вишня» є прикладом виміру конкретної речі в *мисленні*

через діалектичну єдність кількісного (вишні) та якісного (плід).

Знак « \supset » – знак діалектичної єдності понять «загальне» \supset «одиничне» [35].

Визначення 3. *Інтелект* це *здібність* реалізувати процес *виміру* речі.

Отже, інтелектуальні системи, як природні так і штучні, *повинні вміти* «вимірювати» речі, а також їх властивості.

З цього також слідує, що поняття, в яких визначаються *знання* про предметну область інтелектуальних систем в *базі знань* мають бути представлені в *мірі*.

Таким чином, інтелектуальна діяльність полягає у *постановці та вирішенні* задач на основі формування та визначення «мір» для понять про знання у відповідній предметній області, а не на основі *систем понять* як це запроваджено у логічних [36, с. 68], семантичних [36, с. 71], фреймових [36, с. 74], продукційних моделях знань [36, с. 75].

Дане визначення природного інтелекту стосується інтелектуальних функціональних систем згідно [5, 9, 11, 12].

Таким чином, природний інтелект забезпечує постановку та вирішення задач... , а штучний інтелект забезпечує лише вирішення задач. Тому інтелектуальні системи, які засновано на штучному інтелекті є частиною інтелектуальних систем, які засновано на природному інтелекті. Поміж ними існує відношення у формі «частина» – «ціле».

5. Штучні та природні нейронні мережі

Основним інструментом реалізації задач, які ставляться перед системами штучного інтелекту є штучні нейронні мережі. У системах управління з застосуванням систем штучного інтелекту основною є модель нейрона Розенблата. В цій моделі нейрон відіграє роль суматора (компаратора) сигналів. На основі цієї моделі нейрона будуються моделі штучних нейронних мереж. Згідно [37] штучна нейронна мережа це:

«... математична модель, а також її програмне або апаратне втілення, яка побудована за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж - мереж нервових клітин живого організму. Це поняття виникло при вивченні процесів, що протікають в мозку, і при спробі змодельовати ці процеси».

На жаль, модель нейрона Розенблата як і інші штучні моделі зовсім не відповідають моделі природного нейрона. Стосовно цього П. К. Анохін зауважував [9]:

«...жодна з тисяч математичних моделей нейрона абсолютно не відображають справжні особли-

вості нейрона і ні на один крок не просунулися вперед наші знання про дійсні закони його функціонування».

Головна відмінність цих моделей штучного та природного нейронів полягає у тому, що діяльність природного нейрону заснована на *центральної закономірності інтегративної діяльності мозку*, а штучний нейрон виконує функцію суматора (компаратора) сигналів.

Оскільки цілеутворюючим чинником для інтелектуальної системи є кінцевий результат її дії (його проєкт), перш за все, треба розглянути питання, як він формується. Як підкреслює П. К. Анохін [9, с. 49–50]:

«Ми запропонували чотири вирішальних компонента аферентного синтезу, які повинні бути піддані обробці з одночасною взаємодією на рівні окремих нейронів: домінуюча на даний момент мотивація, обстановочна аферентація, також відповідна даному моменту пускова аферентація і, нарешті, пам'ять.... Основною умовою аферентного синтезу є одночасна зустріч всіх чотирьох учасників цієї стадії функціональної системи Своєрідність полягає в тому, що цей синтетичний процес, якщо його віднести до масштабів нейрона, відбувається на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме, на основі конвергенції збуджень на одному і тому ж нейроні... . Таким чином, аферентний синтез, що приводить організм до вирішення питання, який саме результат повинен бути отриманий в даний момент, забезпечує постановку мети, досягненню якої і буде присвячена вся подальша логіка системи.

Неважко бачити, що аферентний синтез, що є абсолютно необхідним етапом формування функціональної системи, містить все необхідне для постановки мети, яка так довго лякала дослідника – матеріаліста і так довго перебувала в неподільному володінні ідеалізму».

Таким чином, згідно П.К. Анохіну діяльність головного мозку забезпечує формування *проєкту майбутнього результату* діяльності. Це одна з фундаментальних функцій, які реалізує мозок.

Що ж є результатом діяльності штучного нейрону?

Головною задачею, яка вирішується за допомогою нейронної мережі, є задача *розпізнавання* у широкому сенсі цього поняття. Найвідомішою є задача розпізнавання *образів*. Для цього нейрона мережа попередньо повинна бути *навченою*. З необхідністю попереднього навчання штучної нейронної мережі пов'язана проблема катастрофічної *забудькуватості* (Catastrophic forgetting). Вона зводиться до того, що нейромережу не можна послідовно навчити кільком завданням – на кожній новій навча-

льній вибірці всі ваги нейронів будуть переписані, і минулий досвід буде «забутий» [38]. Навпаки, для природної нейронної мережі фундаментальною властивістю є саме здатність *запам'ятовувати* минулий досвід. Адже пам'ять є одним з чотирьох факторів, які визначають (формують) проєкт майбутнього результату.

З наведеного виникає наступна антиномія:

- природна нейронна мережа *має* властивість запам'ятовувати минулий досвід;
- штучна нейронна мережа *не має* властивості запам'ятовувати минулий досвід.

Отже, основною проблемою, яка не вирішена до цього часу є проблема формування *дієздатної математичної моделі природного нейрону на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку*.

Друга проблема, яка потребує свого вирішення полягає у необхідності *навчити* систему штучного інтелекту «вимірювати» речі, а також їх властивості. Без опанування цієї *здібності* жодна система штучного інтелекту не здатна реалізувати дії, які характеризують діяльність природної нейронної мережі (тобто, мозку) (див. таблицю 1).

Третя проблема полягає у необхідності навчання системи штучного інтелекту запам'ятовувати минулий досвід.

Важливим поняттям, яке використовується для опису діяльності кібернетичних інформаційних систем є поняття «інформація». Перейдемо до розгляду змісту цього поняття.

6. Визначення складу та змісту понять «дані», «інформація» та «знання»

В [26] введено поняття «абстракт пізнання», який:

«Розвиває абстракт існування в бік більшої гармонізації чотирма стадіями ... 1) інформація, 2) знання, 3) розуміння і 4) дослідження.»

Нажаль до абстракту пізнання у роботі [26] не включено поняття «дані». В той же час це поняття є ключовим для визначення змісту поняття «інформація».

В [39] зміст цього поняття визначається як «інформація це дані...», а «дані це інформація...». Виникає питання, яке з цих понять є *первинним*?

В теорії експертних систем поняття «дані» та «знання» визначаються наступним чином [36, с. 56]:

«Під даними будемо розуміти вихідні, проміжні або кінцеві дані про задачу, яка вирішується в поточний момент, тобто дані – це інформація, яка існує під час консультацій. Під знаннями будемо розуміти будь-яку інформацію (в тому числі й конк-

ретні факти), яка зберігається в системі не залежно від того, вирішує система задачу чи ні».

З одного боку інформація це дані, а з іншого боку інформація це знання.

З приводу однозначності визначення змісту понять Аристотель зауважував [40]:

«...справді, мати не одне значення – це означає не мати жодного значення, коли ж у слів немає <певних> значень, тоді втрачена всяка можливість міркувати один з одним, а, насправді, – і з самим собою, бо не можливо нічого мислити, якщо не мислиш <кожен раз> що не будь одне, а якщо мислити можливо, тоді для [цього] предмета <думки> <завжди> можна буде встановити одне ім'я».

У [41, с. 19] пропонується поняття «дані» визначити наступним чином.

Визначення 4. Дані це відображення характеристик стану предмета, явища або його сутності в іншому (носії інформації).

Звідси випливає, що дані нерозривно пов'язані з їх носієм. Без носія даних, немає самих даних. Носій даних це завжди фізично (матеріально) існуючий об'єкт. Тому він може бути охарактеризований поняттям «одиничне».

Це визначення змісту поняття «дані» відрізняється від наведеного вище згідно [39].

В [26] введено зміст поняття «інформація» під яким розуміють:

«Інформація є стан копії об'єкта на межі суб'єкта, знання – всередині суб'єкта, розуміння – внутрішня гармонізація знань, дослідження – зміна точки спостереження об'єкта».

Детально зміст поняття «інформація» досліджено у монографії М. Мазура «Якісна теорія інформації» [42].

Перш за все він наводить визначення інформації, яке запропонував Н. Вінер [42, с. 18]:

«Інформація - це позначення змісту, який визначається з зовнішнього світу в процесі нашого пристосування до нього і приведення відповідно до нього нашого мислення».

На жаль, це визначення інформації подається через ще більш невизначене і позбавлене загальності поняття «зміст».

Він також цитує Л. Куфіньяля [42, с. 18]:

«У своїй подальшій роботі Куфіньяль, як і в цитованій праці, дає такі визначення:

- інформація: поєднання носія з семантикою;
- семантика: психологічний ефект інформації;
- носій: фізичне явище, пов'язане з семантикою для утворення інформації.

Неважко помітити, що перші дві пропозиції становлять замкнуте коло - інформація визначається через семантику (сенс), а семантика через інформацію. Крім того, посилання на психіку позбавляє таке

визначення загальності. Та й сам Куфіньяль вживає термін «інформація» непослідовно, коли в іншому місці пише, що при перекладі тексту з однієї мови на іншу «інформація, що міститься в первинному тексті, залишилася тією ж самою, хоча форма її змінилася».

Згідно Флехтнеру [42, с. 24]:

«Поняття інформації - не тільки центральне поняття теорії інформації, але також і одне з фундаментальних понять кібернетики. Одночасно це найважче поняття для кожного, хто хоче вникнути в проблеми кібернетики. Вже побіжний огляд літератури свідчить про те, що не тільки існують абсолютно різні визначення, але і що стисле формулювання цього поняття, що дається теорією інформації, вкладає в нього значення, абсолютно відмінне від того, яке ми звикли пов'язувати з цим поняттям».

В кінцевому рахунку М. Мазур дає наступне визначення змісту поняття «інформація» [42, с. 70]:

«Інформація - перетворення одного повідомлення інформаційної асоціації в інше повідомлення тієї ж асоціації. Інформацію ми будемо позначати точно так же, як ми позначали перетворення в розд. 4, тільки замість символу *T* будемо застосовувати символ *I*».

Виходячи з наведених вище визначень, зміст поняття «інформація» пропонується визначити наступним чином [35].

Визначення 5. Інформація – це дані, які відображені в понятті про предмет, явище або його сутності.

Вона є продуктом розумової діяльності по відображенню (перетворенню) сприйнятих органами почуттів даних у відповідне поняття і може бути охарактеризована поняттям «загальне» по відношенню до поняття «дані». Тому інформація про об'єкт та його властивості є суто індивідуальною.

Згідно [30] «знання розглядаються, з одного боку, як фундаментальний ресурс, який базується на практичному досвіді фахівців і на даних, які використовуються на конкретному підприємстві».

В роботі [35] зміст поняття «знання» визначено наступним чином:

Визначення 8. Знання формуються шляхом встановлення внутрішніх закономірностей (законів) існування та діяльності речі та закономірностей її взаємодії з навколишнім середовищем на основі відповідної інформації у формі понять про її існування, діяльність та навколишнє середовище.

З цього слідує, що процес формування знань з інформації здійснюється на основі реалізації смислового мислення шляхом розуміння (усвідомлення) смислу, який містять в собі закономірності (закони) існування та діяльності речі.»

Основою смислового мислення є *інтелект*. Основною його ознакою, згідно визначення 3, є здібність *знання* про предметну область інтелектуальних функціональних систем представляти в *мірі*.

З наведеного слідує, що маніпулювання знаннями можливе лише з застосуванням закономірностей природного інтелекту. Тому, для формування бази знань залучають експертів, як джерело знань, інженерів знань, як спеціалістів з вилучення знань з експертів.

З наведеного також слідує, що поміж поняттями «дані», та «інформація», а також «інформація» та «знання» існує діалектичний зв'язок у формі «одичине» \triangleleft «загальне».

Виникає питання, як пов'язані поміж собою вказані діалектичні *пари* категорій? У [35] запропоновано спосіб поєднання вказаних пар у формі декартових систем координат відповідно з категоріями «мислення» та «інтелект», а також «смислове мислення» та «розуміння», які також пов'язані вказаним діалектичним відношенням «загальне» \triangleright «одичине».

7. Визначення змісту понять «інформаційна технологія», та «інтелектуальна інформаційна технологія»

Широкого застосування в інформатиці набули поняття «інформаційна технологія», та «інтелектуальна інформаційна технологія».

В [43] наведено наступне визначення поняття інформаційних технологій:

«Інформаційні технології, ІТ (використовується також загальніший термін інформаційно-комунікаційні технології (*information and communication technologies, ICT*) – сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, об'єднаних з метою збирання, опрацювання, зберігання і розповсюдження, інформації в інтересах її користувачів.»

Згідно ДСТУ 2481-95 [14]:

«Інтелектуальна інформаційна технологія – прийоми, способи і методи виконання функцій збору, зберігання, обробки, передачі і використання знань.»

Згідно цих визначень *інтелектуальна інформаційна технологія* забезпечує маніпулювання *знаннями*, а традиційна *інформаційна технологія* забезпечує маніпулювання *інформацією*. У попередньому розділі був досліджений зв'язок поміж поняттями «інформація» та «знання». Виникає питання, як пов'язані поміж собою процеси маніпулювання інформацією та маніпулювання знаннями?

Маніпулювання інформацією та знаннями здійснюється для *існуючих* систем. *Технологія маніпулювання* є однією з форм представлення діяльності системи. Як правило, інформаційна технологія представляється за допомогою методології IDEF0, тобто, у формі функціонального представлення.

Однак, згідно ISO 14258 [44] та ISO 19439 [45] підприємство може бути представлено також у формі організаційного, інформаційного та ресурсного представлень. Отже, функціональне представлення є одним з чотирьох можливих представлень підприємства як системи. З наведеного слідує, що інформаційна технологія є частиною опису системи, тобто, співвідносяться як частина і ціле.

Оскільки *технології* передбачають послідовність процесів маніпулювання в загальному вигляді даними, інформацією, знаннями а також смислом знань виникає питання про *одичиці* цих понять. Маючи найменшу одичицю відповідного поняття можливо формулювати відповідні правила маніпулювання цими одичицями.

При цьому слід враховувати два можливих варіанти представлення для даних, інформації, знань та їх смислу, а саме: у цифровій формі; у знаковій формі. На цей час задача про одичицю вирішена лише для *цифрових* даних та інформації у формі бітів та байтів [24]. При цьому, для *знакових* даних та інформації застосовуються відповідні методи кодування у цифрову форму.

Для знань та їх смислу задача про «одичицю» поки що залишається не вирішеною [46].

Слід звернути увагу на наступну обставину. Як правило? мова йде про знання для певної предметної області. Але що ми розуміємо під поняттям «предметна область»? Якщо мова йде про предметну область в якій діють живі істоти, тоді зрозуміло, що в цій предметній області є певні фізичні об'єкти які є знаряддям для реалізації *дій* живих істот. Тому необхідно розрізнити предметну область в якій існують фізичні об'єкти з їх властивостями, які характеризуються відповідними знаннями, а також предметну область в якій є щонайменше одна жива істота, яка здатна діяти і діяльність якої також характеризується відповідними знаннями. Але це різні предметні області, а отже й різні знання. Діяльність живих істот досліджується в *теорії діяльності*. Тому, якщо бажаємо дослідити зміст поняття одичиця знань, необхідно спочатку визначити зміст поняття «одичиця діяльності».

З наведеного слідує, що інформаційні технології застосовуються для «збирання, опрацювання, зберігання і розповсюдження, інформації в інтересах її користувачів». Результатом їх застосування, як правило, є створення *баз даних*.

З іншого боку, інтелектуальні інформаційні технології можуть бути основою для реалізації діяльності кібернетичних систем *проникних* для інформації:

- інтелектуальних *функціональних* систем;
- інтелектуальних *інформаційних* систем.

Для інтелектуальних *функціональних* систем **розробляються знання орієнтовані системи підтримки рішень в умовах ризику та невизначеності як інтелектуальні інформаційні технології** [47]. Приклад інтелектуальної інформаційної технології наведено у роботі [35]. В цій технології застосовуються закономірності *природного* інтелекту. В цій технології запроваджено архітектури моделей мислення, смислового мислення (два рівня), смислової діяльності, а також цілісної смислової діяльності. Архітектури моделей смислової діяльності, а також цілісної смислової діяльності можливим є розглядати як архітектури баз знань про діяльність. Ці архітектури баз знань характеризуються «відкритістю» для користувача. Саме користувач формує всі елементи цієї моделі, для якої форма архітектури є інваріантною і незалежною від конкретної предметної області.

Реалізацією інтелектуальних *інформаційних* систем є **інформаційно-пошукові і експертні системи обробки інформації для прийняття рішень які також реалізуються як інтелектуальні інформаційні технології** [47]. В цих технологіях застосовуються закономірності *штучного* інтелекту. Прикладами реалізації таких систем є бази знань. Архітектури моделей таких систем на концептуальному, логічному та фізичному рівні характеризуються «закритістю» для користувача. Вони доступні лише для адміністратора баз даних, адміністратора даних та програміста [48].

З наведеного слідує, що основною перевагою **інтелектуальних інформаційних технологій для інтелектуальних функціональних систем** є «відкритість» для користувача архітектур баз знань про діяльність.

Заключення

Метою даного дослідження є визначення змісту понять «штучний та природний інтелект» та їх впливу на зміст поняття «кібернетична система».

У ході проведення дослідження встановлено зміст понять «кібернетична система та інтелектуальна система». Запропоновано у складі поняття «кібернетична система», як першого за впровадженням у науку поняття, виділити наступні складові частини, а саме:

- кібернетичні системи *непроникні* для інформації – системи управління;

– кібернетичні системи *проникні* для інформації:

- інтелектуальні *функціональні* системи на основі природного інтелекту;
- інтелектуальні *інформаційні* системи на основі штучного інтелекту.

Слід відзначити, що однією з провідних проблем інформатики є проблема розробки теорії штучного інтелекту. Однак закономірності штучного інтелекту ґрунтуються на закономірностях природного інтелекту. Тому є необхідність розглянути зміст поняття «інтелект» як в теорії штучного інтелекту так і в теорії природного інтелекту.

З аналізу джерел, в яких наведено зміст поняття «штучний інтелект» [15-23, 25] слідує, що на цей час відсутнє однозначне визначення змісту цього поняття. Майже всі автори згодні з тим, штучний інтелект повинен бути подібним людському інтелекту. З аналізу змісту поняття «природний інтелект» слідує, що його основою є центральна закономірність інтегративної діяльності мозку. На основі цього, не усвідомлюючи її існування вже античні вчені визначили фундаментальну властивість інтелекту: властивість «вимірювати» речі та їх властивості. Вже в класичній німецькій філософії Г. Гегелем дано наступне визначення змісту поняття «міри»:

«Міра є перш за все *безпосередня* єдність кількісного і якісного, так що, *по-перше*, є *визначеною кількістю*, яка має якісне значення та існує як *міра*. Її подальше визначення, полягає в тому, що *в ній, в собі* визначеному, виступає різниця її моментів, якісної та кількісної визначеності».

З цього визначення слідує, що *мислення* це *здатність* представлення речі в мірі, а *інтелект* це *здібність* реалізувати процес виміру речі. *Мірою* ж є представлення речі у формі діалектичної єдності понять «загальне (якісне визначення) \supset одиничне (кількісне визначення)», а саме: загальне поняття стосовно речі \supset конкретне поняття.

Основною проблемою, яка не вирішена до цього часу для штучних нейронних мереж є проблема формування дієздатної математичної моделі природного нейрону на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.

Друга проблема, яка потребує свого вирішення полягає у необхідності *навчити* систему штучного інтелекту «вимірювати» речі, а також їх властивості. Без опанування цієї *здібності* жодна система штучного інтелекту не здатна реалізувати дії, які характеризують діяльність природної нейронної мережі.

Третя проблема полягає у необхідності навчання системи штучного інтелекту *запам'ятовувати* минулий досвід.

З аналізу змісту понять «дані», «інформація» та «знання» слідує, що *процес формування знань* з

інформації здійснюється на основі реалізації *сміслового мислення* шляхом розуміння (усвідомлення) смислу, який містять в собі закономірності (закони) існування та діяльності речі. Основою смислового мислення є інтелект. Основною його ознакою є здібність *знання* про предметну область інтелектуальних функціональних систем представляти в *мірі*.

Отже, маніпулювання знаннями можливе лише з застосуванням закономірностей природного інтелекту. Тому, для формування бази знань залучають експертів, як джерело знань, інженерів знань, як спеціалістів з вилучення знань з експертів. При цьому, поміж поняттями «дані», та «інформація», а також «інформація» та «знання» існує діалектичний зв'язок у формі «одичне» < «загальне».

З аналізу змісту понять «інформаційна технологія», та «інтелектуальна інформаційна технологія» слідує, що інформаційні технології застосовуються для «збирання, опрацювання, зберігання і розповсюдження, *інформації* в інтересах її користувачів». Результатом їх застосування, як правило, є створення *баз даних*.

З іншого боку, інтелектуальні інформаційні технології можуть бути основою для реалізації діяльності кібернетичних систем *проникних* для інформації:

- інтелектуальних *функціональних* систем;
- інтелектуальних *інформаційних* систем.

Фундаментальною задачею, яка потребує свого вирішення є задача встановлення складу та змісту поняття «одичина знань». Вирішення цієї задачі планується у наступному дослідженні

Література

1. Доценко, С. І. Уроки кризи класичної кібернетики: причини та сутність [Текст] / С. І. Доценко // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2018. – № 4(88). – С. 4-16.
2. Теслер, Г. С. Новая кибернетика как фундаментальная наука [Текст] / Г. С. Теслер // *Математичні машини і системи*. – 2005. – № 4. – С. 3-14.
3. Эшби, У. Росс. Введение в кибернетику [Текст] / У. Росс Эшби [перевод с англ. Д. Г. Лахути, под ред. В. А. Успенского, с предисл. А. И. Колмогорова]. – М. : Издательство Иностранной литературы, 1959. – 432 с.
4. Поспелов, Г. С. Программно-целевое планирование и управление. (Введение) [Текст] / Г. С. Поспелов. – М. : «Сов. радио», 1976. – 440 с.
5. Мельцер, М. И. Диалоговое управление производством (модели и алгоритмы) [Текст] / М. И. Мельцер. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 240 с.
6. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи [Текст] / В. Н. Волкова, В. А. Воронков, А. А. Денисов и др. – М. : Радио и связь, 1983. – 248 с.
7. Шрейдер, Ю. А. Системы и модели [Текст] / Ю. А. Шрейдер, А. А. Шаров. – М. : Радио и связь, 1982. – 152 с.
8. Уемов, А. И. Системный подход и общая теория систем [Текст] / А. И. Уемов. – М. : Мысль, 1978. – 272 с.
9. Анохин, П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем [Текст] / П. К. Анохин // В кн. *Очерки по физиологии функциональных систем*. – М. : Медицина, 1975. – С. 17-62.
10. Берталанфи, Л. Фон. Общая теория систем – критический обзор. Исследования по общей теории систем [Текст] / Л. Фон Берталанфи // *Сборник переводов. Общ. ред. и вступ. статья В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина*. – М. : Прогресс, 1969. – С. 29.
11. Пупков, К. А. Интеллектуальные системы (Исследование и создание) [Текст] : Учеб. пособие / К. А. Пупков, В. Г. Коньков. – Издание первое. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 194 с.
12. Чечкин, А. В. Слабоформальные системы дискретной математики [Текст] / А. В. Чечкин // *Информатизация управления : Моногр. ; под редакцией Д. А. Ловцова*. – М. : МО РФ, 2003. – С. 34-41.
13. Доценко, С. І. Архітектоніка функціональної системи як елемент організації діяльності в загальній теорії підприємства [Текст] / С. І. Доценко // *Вісник Національного технічного університету «ХПИ» : Збірник наукових праць. Серія: Технічний прогрес та ефективність виробництва*. – Харків : НТУ «ХПИ», 2013. – № 44 (1017). – С. 41-48.
14. ДСТУ 2481-94. Системи оброблення інформації. Інтелектуальні інформаційні технології. Терміни та визначення : Системи обробки інформації. Інтелектуальні інформаційні технології [Текст]. – Чинний від 1995-01-01. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 72 с.
15. Девятков, В. В. Системы искусственного Интеллекта [Текст] : Учеб. пособие для вузов / В. В. Девятков. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 352 с.
16. Bellman, R. An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think? [Text] / R. Bellman. – San Francisco : Boyd & Fraser Pub., 1978 – 146 p.
17. Charniak, E. Intkoduction to artificial intelligence [Text] / E. Charniak, D. McDermott. – Addison-Wesley Publ., 1985. ISBN 0-201-11946-3.
18. Поспелов, Г. С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии [Текст] / Г. С. Поспелов. – М. : Наука, 1988. – 280 с.
19. Ивахненко, А. Г. Объективная компьютерная кластеризация. Теоретические вопросы [Текст] / А. Г. Ивахненко, С. А. Петрухова, Н. А. Ивахненко // *Автоматика и телемеханика*. – 1986. – № 3. – С. 3-11.

20. Kurzweil, R. *The age of intelligent machines [Text]* / R. Kurzweil. – Massachusetts Institute of Technology, 1990. – 580 p.
21. Schalkoff, R. J. *Artificial Intelligence: an engineering approach [Text]* / R. J. Schalkoff. – New York : McGraw-Hill, 1990. – 646 p.
22. Winston, P. H. *Artificial Intelligence [Text]* / P. H. Winston. – Massachusetts Addison-Wesley Pub., 1999. – 737 p.
23. *Cognitive Science: The Science of Intelligent Systems [Text]* / Luger, George F., et al. – San Diego, New York, Boston : Academic Press, 1994. – 666 p.
24. Якушев, Д. И. Об определении искусственного интеллекта [Текст] / Д. И. Якушев // Региональная информатика и информационная безопасность : Сборник трудов. – Вып. 2. – СПб. : СПО-ИСУ, 2016. – С. 67–69.
25. ГОСТ 15971-90 Системы обработки информации. Термины и определения (Information processing systems. Terms and definitions) [Текст]. – Введ. 1992-01-01. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 14 с.
26. Сосницкий, А. В. Искусственный интеллект и радикальная реформа современной науки [Текст] / А. В. Сосницкий // Искусственный интеллект. – 2011. – № 1. – С. 91-106.
27. Акофф, Рассел Л. О целеустремленных системах [Текст] / Рассел Л. Акофф, Фредерик И. Эмери ; пер. с англ. Г. Б. Рубальского ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Советское радио, 1974. – 272 с.
28. Сторож, В. В. Иерархическая организация мира, интеллект и сознание [Текст] / В. В. Сторож // Искусственный интеллект. – 2010. – № 2. – С. 78 – 93.
29. Леценко, В. А. Проблемы построения интеллектуальных систем управления предприятиями [Текст] / В. А. Леценко // Индуктивные моделирование складных систем. – 2009. – С. 102 – 113.
30. Терещенко, С. В. Моделирование искусственного интеллекта. Интеллектуальный анализ информации [Текст] / С. В. Терещенко // Искусственный интеллект. – 2013. – № 4. – С. 44 – 50.
31. Граве, П. С. Кибернетика и психика [Текст] : монография / П. С. Граве, Л. А. Растрингин ; Ин-т электроники и вычислит. техники. Акад. наук Латв. ССР. – Рига : Зинатне, 1973. – 96 с.
32. Хокинс, Дж. Об интеллекте [Текст] / Дж. Хокинс, С. Блейкли. – М. : Изд. дом "Вильямс", 2007. – 240 с.
33. Ленин, В. И. Философские тетради [Текст] / [под ред. В. В. Адоратского и В. Г. Сорина]. – Ленинград : Издательство ЦК ВКП (б), 1934. – С. 283.
34. Гегель, Г. В. Ф. Наука логики. Первая часть Объективная логика. Вторая часть Субъективная логика [Текст] / Г. В. Ф. Гегель. – Санкт-Петербург : Наука, 1997. – 800 с.
35. Доценко, С. І. Теоретичні основи створення інтелектуальних систем комп'ютерної підтримки рішень при управлінні енергозбереженням організацій [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка / С. І. Доценко. – Харків, 2017. – 369 с.
36. Попов, Э. В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э. В. Попов. – Москва : Наука, 1987. – 288 с.
37. Artificial neural network [Electronic resource]. – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network – 10.03.2019.
38. Левин, И. Что может и чего не может нейросеть: пятиминутный гид для новичков [Электронный ресурс] / И. Левин. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/neurodatalab/blog/335238/>. – 01.06.2019.
39. Макаренко, С. И. Интеллектуальные информационные системы [Текст] : учебное пособие / С. И. Макаренко. – Ставрополь : СФ МГТУ им. М. А. Шолохова, 2009. – 206 с.
40. Аристотель. Метафизика. Антология мысли [Текст] / Аристотель. – М. : Эксмо, 2006. – 608 с.
41. Доценко, С. І. Розвиток принципу бінарних відносин в теорії управління економічними процесами [Текст] / С. І. Доценко // Моделювання процесів в економіці та управлінні проектами з використанням нових інформаційних технологій ; за заг. ред. В. О. Тимофєєва, І. В. Чумаченко. – Харьков : ХНУ-РЕ, 2015. – С. 7–21.
42. Мазур, М. Качественная теория информации [Текст] / М. Мазур : пер. с польского О. И. Лочмеля ; пред. д-ра техн. наук А. В. Солодова. – Москва : Мир, 1975. – 240 с.
43. Information technology [Electronic resource]. – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Information_technology. – 01.08.2019.
44. ГОСТ Р ИСО 14258-2008. Промышленные автоматизированные системы. Концепции и правила для моделей предприятия [Текст]. – Введен 2010-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2009. – VI, 14 с. (Национальный стандарт Российской Федерации). ISO 14258:1998 Industrial automation systems – Concepts and rules for enterprise models.
45. ГОСТ Р ИСО 19439-2008. Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия (ISO 19439:2006 Enterprise integration – Framework for enterprise modeling (IDT)) [Текст]. – Введен 2010-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2010. – IV, 32 с. (Национальный стандарт Российской Федерации).
46. Колодина, Н. И. Когнитивная структура знаний как единицы знаний [Электронный ресурс] / Н. И. Колодина, О. Г. Лябина // Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина. – № 1, Т. 5. – 2010. – С. 50-56. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/search?q=%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20%D0%9D.%D0%98>. – 01.06.2019.
47. Паспорт специальности 05.13.06 "Информационные технологии" [Электронный ресурс]. – Режим

доступу: <http://lp.edu.ua/pasport-specialnosti-051306-01.07.2019>.

48. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хоршевский. – Питер, 2000. – 384 с.

References

1. Dotsenko, S. I. Uroky kryzy klasychnoyi kibernetiky: prychny ta sutnist' [Lessons from the crisis of classical cybernetics: causes and essence]. *Radioelektronni i komp'uterni sistemi - Radioelectronic and computer systems*, 2018, no. 4(88), pp. 4–16.

2. Tesler, G. S. Novaja kibernetika kak fundamental'naja nauka [New Cybernetics as a fundamental science]. *Matematichni mashini i sistemi – Mathematical Machines and Systems*, 2005, no. 4, pp. 3–14.

3. Eshbi, U. Ross. *Vvedenie v kibernetiku* [Introduction to Cybernetics]. Moscow, Izdatel'stvo Inostrannoi literatury Publ., 1959. 432 p.

4. Pospelov, H. S. *Prohrammno-tselevoe planirovaniye y upravleniye. (Vvedeniye)* [Programmatic planning and management. (Introduction)]. Moscow, «Sov. radyo» Publ., 1976. 440 p.

5. Mel'tser, M. I. *Dialogovoe upravlenie proizvodstvom (modeli i algoritmy)* [Interactive production management (models and algorithms)]. Moscow, Finansy i statistika Pub., 1983. 240 p.

6. Volkova, V. N., Voronkov, V. A., Denisov, A. A. i dr. *Teoriya sistem i metody sistemnogo analiza v upravlenii i svyazi* [Systems theory and systems analysis methods in management and communication]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1983. 248 p.

7. Shreider, Yu. A., Sharov, A. A. *Sistemy i modeli* [Systems and models]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1982. 152 p.

8. Uemov, A. I. *Sistemnyy pohod i obshchaya teoriya sistem* [System approach and general theory of systems]. Moscow, Mysl' Publ., 1978. 272 p.

9. Anokhin, P. K. *Printsipial'nye voprosy obshchei teorii funktsional'nykh sistem* [Principal issues of the general theory of functional systems]. *V kn. Ocherki po fiziologii funktsional'nykh sistem* [In the book Essays on the physiology of functional systems]. Moscow, Meditsina Publ., 1975, pp. 17–62.

10. Bertalanfi, L. Fon. Obshchaya teoriya sistem – kriticheskii obzor. Issledovaniya po obshchei teorii sistem [General systems theory – a critical review. Research on the general theory of systems]. *Sbornik perevodov. Obshch. red. i vstup. stat'ya V. N. Sadovskogo i E. G. Yudina*, Moscow, Progress Publ, 1969, pp. 29.

11. Pupkov, K. A., Kon'kov, V. G. *Intellektual'nye sistemy (Issledovanie i sozдание)* Ucheb. posobie [Intelligent Systems (Research and Creation)]. Moscow, Izdvo MGTU im. N. E. Baumana Publ., 2001. 194 p.

12. Chechkin, A. V. Slaboformal'nye sistemy diskretnoi matematiki [Weakly formal systems of discrete mathematics]. *Informatizatsiya upravleniya – Informati-*

zation of management, Moscow, MO RF Publ., 2003, pp. 34–41.

13. Dotsenko, S. I. Arkhitektonika funktsional'noyi systemy yak element orhanizatsiyi diyal'nosti v zahal'niy teorii pidpriyemstva [Architectonics of the functional system as an element of organization of activity in the general theory of enterprise]. *Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu «KhPI» : Zbirnyk naukovykh prats'. Seriya: Tekhnichnyy prohres ta efektyvnist' vyrobnytstva [Bulletin of the National Technical University "KPI": Collection of scientific works. Series: Technical Progress and Production Efficiency]*. Kharkiv, NTU «KhPI» Publ., 2013, no. 44 (1017), pp. 41–48.

14. DSTU 2481-94. *Sistemy obroblennya informatsiyi. Intelektual'ni informatsiyi tekhnolohiyi. Terminy ta vyznachennya : Sistemy obrabotki informacii. Intellektual'nye informacionnye tehnologii* [Information processing systems. Intelligent information technologies. Terms and definitions]. Chynnyy vid 1995-01-01, Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 1994. 72 p.

15. Devjatkov, V. V. *Sistemy iskusstvennogo Intellekta* [Systems of artificial intelligence]. Moscow, Izdvo MGTU im. N. E. Baumana Publ., 2001. 352 p.

16. Bellman, R. *An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?* San Francisco, Boyd & Fraser Pub., 1978. 146 p.

17. Charniak, E., McDermott, D. *Intkoduction to artificial intelligence*. Addison-Wesley Publ., 1985. ISBN 0-201-11946-3.

18. Pospelov, G. S. *Iskusstvennyj intellekt – osnova novoy informacionnoj tehnologii* [Artificial intelligence - the basis of a new information technology]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 280 p.

19. Ivakhnenko, A. G., Petrukova, S. A., Ivakhnenko, N. A. Ob"ektivnaya komp'yuternaya klasterizatsiya. Teoreticheskie voprosy [Objective computer clustering. Theoretical questions]. *Avtomatika i telemekhanika – Automation and Telemechanics*, 1986, no. 3, pp. 3–11.

20. Kurzweil, R. *The Age of Intelligent Machines*. Massachusetts Institute of Technology, 1990. 580 p.

21. Schalkoff, R. J. *Artificial Intelligence: an engineering approach*. New York, McGraw-Hill Publ., 1990. 646 p.

22. Winston, P. H. *Artificial Intelligence*. Massachusetts Addison-Wesley Pub., 1999. 737 p.

23. Luger, George F., et al. *Cognitive Science: The Science of Intelligent Systems*. San Diego, New York, Boston, Academic Press, 1994. 666 p.

24. Yakushev, D. I. Ob opredelenii iskusstvennogo intellekta [On the definition of artificial intelligence]. *Regional'naya informatika i informatsionnaya bezopasnost' : Sbornik trudov [Regional informatics and information security : Proceedings]*. St. Petersburg, SPOISU Publ., 2016, no. 2, pp. 67–69.

25. GOST 15971-90 *Sistemy obrabotki informatsii. Terminy i opredeleniya* [Information processing sys-

tems. Terms and definitions]. Vved. 1992-01-01, Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1991. 14 p.

26. Sosnitskii, A. V. *Iskusstvennyi intellekt i radikal'naya reforma sovremennoi nauki* [Artificial intelligence and the radical reform of modern science]. *Iskusstvennyi intellekt – Artificial intelligence*, 2011, no. 1, pp. 91-106.

27. Akoff, Rassel L., Emeri, Frederik I. *O tseleustremlyennykh sistemakh* [About purposeful systems]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1974. 272 p.

28. Storozh, V. V. *Ierarhicheskaja organizacija mira, intellekt i soznanie* [Hierarchical Organization of World, Intelligence and Consciousness]. *Iskusstvennyj intellekt – Artificial Intelligence*, 2010, no. 2, pp. 78-93.

29. Leshchenko, V. A. *Problemy postroeniya intellektual'nykh sistem upravleniya predpriyatiyami* [Problems of building intelligent enterprise management systems]. *Induktivne modelyuvannya skladnikh system – Inductive modeling of folding systems*, 2009, pp. 102-113.

30. Tereshchenko, S. V. *Modelirovanie iskusstvennogo intellekta. Intellektual'nyi analiz informatsii* [Modeling of artificial intelligence. Information Intelligence]. *Iskusstvennyi intellekt – Artificial Intelligence*, 2013, no. 4, pp. 44-50.

31. Hrave, P. S., Rastryhyn, L. A. *Kibernetika i psihika : monografija* [Cybernetics and the psyche: a monograph]. In-t elektroniki i vychislit. tehniki. Akad. nauk Latv. SSR, Riga, Zinatne Publ., 1973. 96 p.

32. Khokins, Dzh., Bleiksli, S. *Ob intellekte* [On Intelligence]. Moscow, Izd. dom "Vil'yams" Publ., 2007. 240 p.

33. Lenin, V. I. *Filosofskie tertadi* [Philosophical notebooks]. Pod red. V. V. Adoratskogo i V. G. Sorina, Izdatel'stvo TsK VKP (b) Publ., 1934, pp. 283.

34. Geigel, G. V. F. *Nauka logiki. Pervaya chast' Ob"ektivnaya logika. Vtoraya chast' Sub"ektivnaya logika* [Science of logic. The first part of the objective logic. The second part of the subjective logic]. St. Petersburg, Nauka Publ., 1997. 800 p.

35. Dotsenko, S. I. *Teoretychni osnovy stvorenniya intelektual'nykh system komp'yuternoy pidtrymky rishen' pry upravlinni enerhozberezhennyam orhanizatsiy. dys. dokt. tekhn. nauk* [Theoretical foundations of creation of intellectual systems of computer support of decisions at management of energy saving of organizations. Dr. eng. sci. diss.]. Kharkiv, 2017. 369 p.

36. Popov, E. V. *Ekspertnye sistemy: Reshenie neformalizovannykh zadach v dialoge s EVM* [Expert systems: Solving informal tasks in a dialogue with a computer]. Moscow, Nauka Publ., 1987, 288 p.

37. *Artificial neural network*. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network (Accessed 10.03.2019).

38. Levin, I. *Chto mozhet i chego ne mozhet neuroset': pyatiminutnyi gid dlya novichkov* [What the neural network can and cannot do: a five-minute guide for

beginners]. Available at: <https://habr.com/ru/company/neurodatalab/blog/335238/>. (Accessed 01.06.2019).

39. Makarenko, S. I. *Intellektual'nye informatsionnye sistemy* [Intelligent information systems]. Stavropol', SF MGGU im. M. A. Sholokhova Publ., 2009. 206 p.

40. Aristotel'. *Metafizika. Antologiya mysli* [Metaphysics. Anthology of thought]. Moscow, Eksmo Publ., 2006. 608 p.

41. Dotsenko, S. I. *Rozvytok pryntsyphu binarnykh vidnosyn v teorii upravlinnya ekonomichnykh protsesamy* [Development of the principle of binary relations in the theory of management of economic processes]. *Modelyuvannya protsesiv v ekonomitsi ta upravlinni proektamy z vykorystannam novykh informatsiynykh tekhnolohiy* [Modeling of processes in economy and project management with the use of new information technologies]. Kharkov, KhNURE Publ., 2015, pp. 7–21.

42. Mazur, M. *Kachestvennaya teoriya informatsii* [Qualitative information theory]. Moscow, Mir Publ., 1975. 240 p.

43. *Information technology* [Electronic resource]. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Information_technology. (Accessed 01.08.2019).

44. *GOST R ISO 14258-2008. Promyshlennye avtomatizirovannyye sistemy. Kontseptsii i pravila dlya modelei predpriyatiya* [Industrial automated systems. Concepts and rules for enterprise models]. Vveden 2010-01-01, Moscow, Standartinform, 2009. VI, 14 p. (Natsional'nyi standart Rossiiskoi federatsii). ISO 14258:1998 Industrial automation systems – Concepts and rules for enterprise models.

45. *GOST R ISO 19439-2008. Integratsiya predpriyatiya. Osnova modelirovaniya predpriyatiya* (ISO 19439:2006 Enterprise integration – Framework for enterprise modeling (IDT)) [Enterprise Integration. The basis of enterprise modeling]. Vveden 2010-01-01, Moscow, Standartinform Publ., 2010. IV, 32 p. (Natsional'nyi standart Rossiiskoi federatsii).

46. Kolodina, N. I., Lyabina, O. G. *Kognitivnaya struktura znaniy kak edynitsy znaniy* [Cognitive structure of knowledge as a unit of knowledge]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A. S. Pushkina – Bulletin of the Leningrad State University. A. S. Pushkin*, 2010, no. 1, vol. 5, pp. 50-56. Available at: <https://cyberleninka.ru/search?q=%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20%D0%9D.%D0%98>. (Accessed 01.06.2019).

47. *Pasport spetsial'nosti 05.13.06 "Informatsiyni tekhnolohiyi"* [Passport of special features 05.13.06 "Information technology"]. Available at: <http://lp.edu.ua/pasport-specialnosti-051306> (Accessed 01.07.2019).

48. Gavrilova, T. A., Horoshevskij, V. F. *Bazy znaniy intellektual'nykh sistem* [Knowledge Base Intelligent Systems]. St. Petersburg, Piter Publ., 2000. 384 p.

ОБ ЕСТЕСТВЕННОМ И ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

С. И. Доценко

Предложено в составе понятия «кибернетическая система» выделить следующие составные части: – кибернетические системы непроницаемые для информации, как системы управления; – кибернетические системы проницаемые для информации: интеллектуальные функциональные системы на основе естественного интеллекта; интеллектуальные информационные системы на основе искусственного интеллекта. Из анализа содержания понятия «искусственный интеллект» следует, что в настоящее время отсутствует однозначное определение содержания этого понятия. Почти все авторы согласны с тем, искусственный интеллект должен быть подобным человеческому интеллекту. Из анализа содержания понятия «естественный интеллект» следует, что его основой является центральная закономерность интегративной деятельности мозга. Предложено мышление определять как возможность представления вещи в мере, а интеллект как способность реализовать процесс измерения вещи. Мерой же является представление вещи в форме диалектического единства понятий общее (качественное определение) – единичное (количественное определение). Показано, что основной проблемой, которая не решена до сих пор для искусственных нейронных сетей является проблема формирования дееспособной математической модели природного нейрона на основе центральной закономерности интегративной деятельности мозга. Вторая проблема, требующая своего решения, состоит в необходимости научить систему искусственного интеллекта «измерять» вещи, а также их свойства. Без овладения этой способностью ни одна система искусственного интеллекта не способна реализовать действия, которые характеризуют деятельность естественной нейронной сети. Третья проблема заключается в необходимости обучения системы искусственного интеллекта запоминанию прошлого опыта. Манипулирование знаниями возможно лишь с применением закономерностей природного интеллекта. Поэтому, для формирования базы знаний привлекают экспертов, как источник знаний и инженеров знаний, как специалистов по изъятию знаний из экспертов. При этом, между понятиями «данные», и «информация», а также «информация» и «знание» существует диалектическая связь в форме «единичное» – «общее». Интеллектуальные информационные технологии могут быть основой для реализации деятельности кибернетических систем проницаемых для информации: интеллектуальных функциональных систем; интеллектуальных информационных систем. Фундаментальной задачей, требующей своего решения, является задача установления состава и содержания понятия «единица знаний».

Ключевые слова: интеллект; данные; информация; знания; технология; система; кибернетика.

ABOUT NATURAL AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE OF CYBERNETIC SYSTEMS

S. Dotsenko

It is proposed as part of the concept of the “cybernetic system” to distinguish the following components: - cybernetic systems impervious to information, as a control system; - cybernetic systems permeable to information: intelligent functional systems based on natural intelligence; Intelligent information systems based on artificial intelligence. From an analysis of the content of the concept of “artificial intelligence,” it follows that at present there is no unambiguous definition of the content of this concept. Almost all authors agree that artificial intelligence should be similar to human intelligence. From an analysis of the content of the concept of “natural intelligence,” it follows that its basis is the central regularity of the integrative activity of the brain. It is proposed to define thinking as the possibility of representing things in measure, and intelligence as the ability to implement the process of measuring things. The measure is the presentation of a thing in the form of a dialectical unity of concepts general (qualitative definition) – single (quantitative definition). It is shown that the main problem that has not been solved so far for artificial neural networks is the problem of the formation of a capable mathematical model of a natural neuron based on the central regularity of integrative brain activity. The second problem requiring its solution is the need to teach the artificial intelligence system to “measure” things, as well as their properties. Without mastering this ability, no artificial intelligence system can implement the actions that characterize the activity of the natural neural network. The third problem is the need to train the artificial intelligence system to remember the previous experience. Manipulating knowledge is possible only by applying the laws of natural intelligence. Therefore, to form the knowledge base, experts are involved as a source of knowledge and knowledge engineers, as specialists in the extraction of knowledge from experts. Moreover, between the concepts of “data” and “information”, as well as “information” and “knowledge”, there is a dialectical connection in the form of “single” – “general”. Intelligent information technology can be the basis for the implementation of cybernetic systems permeable to information: intelligent functional systems; intelligent information systems. The fundamental task that needs to be solved is the task of establishing the composition and content of the concept of “unit of knowledge”.

Keywords: intelligence; data; information; knowledge; technology; system; cybernetics.

Доценко Серій Ілліч – д-р техн. наук, доцент, доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна.

Dotsenko Sergiy – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor Department of specialized computer systems, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine, e-mail: sirius_3k3@ukr.net, ORCID Author ID: 0000-0003-3021-4192.