

ISBN: 978-617-7854-91-2

INTELLIGENT CYBERNETIC SYSTEMS: EVOLUTION OF PRINCIPLES,
THEORIES AND SECURITY TECHNOLOGIES

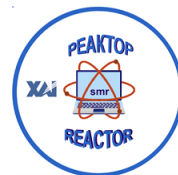
2023



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КІБЕРНЕТИЧНІ
СИСТЕМИ: ЕВОЛЮЦІЯ
ПРИНЦИПІВ, ТЕОРІЙ ТА
БЕЗПЕКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

За редакцією С. І. Доценка, В. С. Харченка

With support of the project funded
by Ministry of Education and Science of Ukraine



In cooperation with



INTELLIGENT CYBERNETIC SYSTEMS:
EVOLUTION OF PRINCIPLES,
THEORIES AND SECURITY
TECHNOLOGIES

Edited by S. I. Dotsenko, V. S. Kharchenko

**Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»**

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КІБЕРНЕТИЧНІ СИСТЕМИ:
ЕВОЛЮЦІЯ ПРИНЦИПІВ, ТЕОРІЙ ТА БЕЗПЕКОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

Монографія

За редакцією С. І. Доценка, В. С. Харченка

**INTELLIGENT CYBERNETIC SYSTEMS:
EVOLUTION OF PRINCIPLES, THEORIES AND
SECURITY TECHNOLOGIES**

Monograph

Edited by S. I. Dotsenko, V. S. Kharchenko

Проекти

*Методологія та інформаційні технології оцінювання та забезпечення
безпеки цифрової інфраструктури малих модульних реакторів
(Д 503-4/2022-Ф, № Д/Р 0122U000977)*

*Методи, програмно-апаратні засоби та технології забезпечення
гарантоздатності інтелектуальних систем індустриального інтернету
речей
(Д 503-10/2022-П, № Д/Р 0122U001065)*

Харків – 2023

The monograph is based on the research results in area of intelligent cybernetic systems (ICS) that were obtained by author's team of the Computer Systems, Networks and Cyber Security Department, National Aerospace University named after N. E. Zhukovsky «Kharkiv Aviation Institute», Specialized Computer Systems Department, Ukrainian State University of Railway Transport and other universities. It is devoted to the analyzing state of the art and evolution of developing theories, principles, models, safety and security technologies for creation and application of ICS. and development of methodological foundations of information technology for acquiring professional knowledge in the dual system of specialists training. The book is published with support of the projects № D/R 0122U000977, № D/R 0122U001065 funded by Ministry of Education and Science of Ukraine.

This book is intended for MSc- and PhD-students, university lecturers, engineers and researchers in the area of intelligent systems and technologies, and safety of critical infrastructures.

Ref. – 391 items, figures – 57, tables – 11.

Рецензенти: доктор технічних наук, професор **Опанасенко Володимир Миколайович**, Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України;
доктор технічних наук, професор **Метешкін Костянтин Олександрович**, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова.

Інтелектуальні кібернетичні системи: еволюція принципів, теорій та безпекових технологій : кол. моногр. / за ред. С. І. Доценка, В. С. Харченка. – Міністерство освіти і науки України, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – К. «Видавництво «Юстон», 2023. – 312 с.

ISBN 978-617-7854-91-2

Монографія базується на результатах досліджень у галузі інтелектуальних кібернетичних систем (ІКС), які виконано колективом авторів кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Українського державного університету залізничного транспорту та інших університетів. Присвячена аналізу еволюції та сучасного стану розвитку теорій, принципів, моделей та безпекових технологій побудови та використання ІКС. Монографія видана за підтримки проєктів № Д/Р 0122U000977, № Д/Р 0122U001065, які фінансуються Міністерством освіти і науки України.

Для студентів, аспірантів і викладачів університетів, інженерів та дослідників у сфері інтелектуальних систем і технологій, а також безпеки критичних інфраструктур.

Бібл. – 391 найменувань, рисунків – 57, таблиць – 16.

Монографія рекомендована до видання Вченою радою Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (протокол № 4 від 25 листопада 2022 року).

УДК 004.8.056(091)(02)

© Національний аерокосмічний університет
ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

© «Видавництво «Юстон», 2023

ISBN 978-617-7854-91-2

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	10
ВСТУП. ПРИРОДНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ. МЕТОДОЛОГІЇ ЦІЛІСНОГО І СИСТЕМНОГО ПІДХОДІВ.....	11
0.1. Передумова і мета.....	11
0.2. Структура та опис змісту.....	12
ЧАСТИНА І. ЕВОЛЮЦІЯ ПРИНЦИПІВ КІБЕРНЕТИКИ ТА ПРИРОДНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ.....	20
1. ПРИНЦИПИ КЛАСИЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ. ЕВОЛЮЦІЯ ТА ПОДОЛАННЯ КРИЗОВИХ ЯВИЩ.....	20
1.1. Вступ.....	20
1.2. Причина кризи класичної кібернетики за Н. Вінером.....	20
1.2.1. Перше протиріччя класичної кібернетики.....	21
1.2.2. Зміст основних понять класичної кібернетики.....	21
1.2.3. Огляд публікацій щодо кризового стану класичної кібернетики.....	23
1.3. Гіпотези стосовно принципів організації та самоорганізації кібернетичних систем.....	25
1.3.1. Гіпотези Н. Вінера стосовно принципів організації та самоорганізації кібернетичних систем.....	25
1.3.2. Гіпотези У. Р. Ешбі стосовно принципів організації та самоорганізації кібернетичних систем.....	27
1.3.3. Закони організації та самоорганізації кібернетичних систем.....	31
1.3.4. Неоднозначність принципів організації та самоорганізації кібернетичних систем.....	33
1.4. Аналіз методологічних основ класичної кібернетики.....	34
1.5. Криза системної методології та шляхи її подолання.....	35
1.5.1. Аналіз кризових явищ системної методології.....	36
1.5.2. Формування змісту категорії «діяльність».....	37
1.6. Висновки.....	43
Література.....	44
2. ПРИРОДНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ. МЕТОДОЛОГІЇ ЦІЛІСНОГО І СИСТЕМНОГО ПІДХОДІВ.....	47
2.1. Вступ.....	47
2.2. Аналіз існуючих протиріч методологій системного та цілісного підходів.....	49
2.3. Встановлення додаткових протиріч і положень методології цілісного підходу.....	54
2.3.1. Встановлення додаткових протиріч методології цілісного підходу до синтезу та аналізу природної інтелектуальної системи, як організованого цілого.....	54
2.3.2. Встановлення вихідних положень методології цілісного	

підходу до дослідження природних інтелектуальних систем, як організованих цілих.....	57
2.4. Елементи методології цілісного підходу для природних інтелектуальних систем.....	61
2.4.1. Основні положення методології цілісного підходу.....	61
2.4.2. Аксиоми методології цілісного підходу.....	65
2.5. Правила організації та діяльності природної інтелектуальної системи.....	67
2.6. Узагальнення результатів досліджень і практичні рекомендації.....	67
2.7. Висновки.....	72
Література.....	73
3. ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ ТА РОЛІ КАТЕГОРІЙ «ПРОЦЕС» І «ДІЯЛЬНІСТЬ ОДИНИЦІ ДІЯЛЬНОСТІ» В ПІЗНАННІ СУТНОСТІ КІБЕРНЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЯК ОРГАНІЗОВАНОГО ЦІЛОГО.....	77
3.1. Вступ.....	77
3.2. Аналіз вихідного змісту понять «процес» та «діяльність».....	78
3.3. Встановлення змісту категорій «процес» та «діяльність, одиниці діяльності».....	78
3.3.1. Визначення змісту категорії «процес».....	78
3.3.2. Визначення змісту категорії «одиниця діяльності».....	80
3.4. Висновки.....	84
Література.....	85
4. ІЗОМОРФНІСТЬ ОБ'ЄКТА ТА ЙОГО МОДЕЛІ. ВІД СКЛАДНОЇ ПРИРОДИ ДО ПРОСТОГО ОПИСУ.....	86
4.1. Вступ.....	86
4.2. Аналіз основних положень теорії моделювання систем.....	86
4.3. Встановлення змісту фундаментального відношення для частин організованого цілого, яке обумовлює формування його «простої» моделі.....	89
4.4. Висновки.....	90
Література.....	91
ЧАСТИНА ІІ. ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА САМООРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ.....	92
5. ПРИНЦИП ЦІЛІСНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ.....	92
5.1. Вступ.....	92
5.2. Основні положення методології цілісного підходу.....	94
5.3. Аналіз стану розвитку інтелектуальних систем.....	96
5.4. Принципи декомпозиції та організації інтелектуальної системи.....	100
5.4.1. Визначення змісту принципу декомпозиції інтелектуальної системи на частини.....	100
5.4.2. Визначення змісту принципу організації інтелектуальної	

системи з її частин.....	101
5.4.3. Узагальнення результатів дослідження.....	103
5.5. Дослідження інтелектуальних систем і розвиток методологічної платформи Індустрії 4.0.....	106
5.6. Висновки.....	106
Література.....	107
6 ПРИНЦИП ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ.....	111
6.1. Вступ.....	111
6.2. Принципи самоорганізації діяльності систем в класичній кібернетиці.....	111
6.3. Основні положення і принципи діяльності для функціональних систем.....	112
6.3.1. Основні положення теорії функціональних систем.....	112
6.3.2. Принцип забезпечення відповідності результату діяльності функціональної системи його проекту.....	115
6.4. Аналіз відповідності принципу самоорганізації функціональної системи принципам самоорганізації кібернетичних систем.....	121
6.5. Вплив принципу самоорганізації діяльності інтелектуальних систем на розвиток методологічних основ платформ Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0.....	123
6.6. Висновки.....	123
Література.....	124
7. ПРИНЦИП ЕВРИСТИЧНОЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ.....	126
7.1. Вступ.....	126
7.2. Принцип евристичної самоорганізації для завдань формування систем.....	129
7.3. Принцип евристичної самоорганізації та його застосування для інтелектуальних систем.....	130
7.3.1. Аналіз особливостей принципу евристичної самоорганізації для інтелектуальних систем.....	130
7.3.2. Розвиток принципу евристичної діалектичної самоорганізації для інтелектуальних систем.....	131
7.3.3. Аналіз принципу евристичної самоорганізації у формі інтегральних дій (третя евристика).....	132
7.4. Аналіз принципу інтеграції чотирьох форм збуджень для моделі природного нейрона.....	133
7.5. Інтеграція факторів діяльності «процес» та «ресурс» із застосуванням четвертої форми евристики.....	135
7.6. Висновки.....	140
Література.....	143
8. ПРИНЦИПИ ЕВРИСТИЧНОЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ	

СМИСЛОВОГО МИСЛЕННЯ ТА СМИСЛОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ.....	145
8.1. Вступ.....	145
8.2. Аналіз проблем представлення, обробки та придбання знань...	146
8.3. Визначення змісту закономірностей процесів мислення.....	148
8.4. Моделі представлення знань на основі четвертої евристики...	150
8.5. Дослідження зв'язків поміж логічними моделями смислового мислення та смислової діяльності.....	157
8.6. Приклади практичного застосування факторних моделей знань.....	160
8.7. Висновки.....	164
Література.....	166
ЧАСТИНА ІІІ. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЗНАНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ.....	169
9. ПРИРОДНИЙ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ КІБЕРНЕТИЧНИХ СИСТЕМ.....	169
9.1. Вступ.....	169
9.2. Зміст понять стосовно природного і штучного інтелекту.....	170
9.2.1. Поняття «кібернетична система» за визначенням Н. Вінера та У. Р. Ешбі.....	170
9.2.2. Поняття «інтелектуальна система».....	171
9.2.3. Поняття «штучний інтелект».....	173
9.2.4. Поняття «природний інтелект».....	175
9.3. Штучні та природні нейронні мережі.....	178
9.4. Зміст понять стосовно інтелектуальних інформаційних технологій.....	180
9.4.1. Поняття «дані», «інформація» та «знання».....	180
9.4.2. Поняття «інформаційна технологія», та «інтелектуальна інформаційна технологія».....	182
9.5. Висновки.....	184
Література.....	186
10. ПРОБЛЕМИ ТЕОРІЇ ЗНАНЬ, МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЇХ ВИРІШЕННЯ В КОНТЕКСТІ ІНДУСТРІЇ 5.0 ТА ВИКЛИКІВ БЕЗПЕКИ.....	190
10.1. Вступ.....	190
10.2. Аналіз проблем теорії знань.....	190
10.2.1. Теоретичні засади.....	190
10.2.2. Технологічні аспекти.....	191
10.3. Аналіз основних понять, принципів і гіпотез.....	193
10.3.1. Базові поняття та принципи.....	193
10.3.2. Зміст поняття «об'єкт предметної області».....	195
10.3.3. Порівняння гіпотез про взаємозв'язок об'єктів предметної області та логічних методів.....	197
10.4. Аналіз проблем розвитку методологій маніпулювання	

знаннями.....	199
10.5. Аналіз моделей представлення знань інтелектуальних систем.....	202
10.5.1. Логічні моделі знань інтелектуальних інформаційних систем на основі формальної теорії.....	203
10.5.2. Логічні моделі знань інтелектуальних інформаційних систем на основі евристик.....	206
10.5.3. Моделі знань для інтелектуальних функціональних систем.....	209
10.6. Технологічні аспекти теорії знань з урахуванням розвитку Індустрії 4.0, 5.0 і проблем безпеки.....	210
10.7. Висновки.....	213
Література.....	216
11. МОДЕЛЮВАННЯ ЗНАНЬ ПРО ПРЕДМЕТНУ ОБЛАСТЬ НА ОСНОВІ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЗАКОНОМІРНОСТІ ІНТЕГРАТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МОЗКУ.....	219
11.1. Вступ.....	219
11.2. Аналіз сучасних уявлень про інтелектуальну діяльність людини та організацій.....	219
11.3. Методи моделювання знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.....	225
11.3.1. Методи моделювання знань.....	225
11.3.2. Результати моделювання знань.....	226
11.4. Аналіз змісту ізоморфних вимірів знань.....	227
11.5. Аналіз існуючих моделей архітектур знань про діяльність підприємства.....	229
11.5.1. Аналіз моделі архітектури знань в BSC-методології.....	229
11.5.2. Аналіз архітектури знань в методології PEST-аналізу...	231
11.6. Аналіз результатів моделювання знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.....	232
11.7. Висновки.....	233
Література.....	234
12. ПОСТ-ДЕКАРТОВЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ МЕТАЗНАНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ.....	237
12.1. Вступ.....	237
12.2. Аналіз змісту понять «одиниця знань» та «міра знань».....	238
12.3. Логічна модель міри метазнань для декартової системи координат.....	243
12.3.1. Обґрунтування логічної моделі міри метазнань.....	243
12.3.2. Дослідження властивостей логічної моделі міри метазнань.....	245
12.4. Формування понять «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань».....	250

12.5. Узагальнення результатів дослідження методів обробки знань.....	251
12.6. Приклад практичної реалізації моделі пост-декартового представлення метазнань.....	255
12.7. Висновки.....	256
Література.....	258
13. ЕВРИСТИЧНА САМООРГАНІЗАЦІЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ І ПРАВИЛ ЛОГІЧНИХ ВИВЕДЕНЬ В КОНТЕКСТІ БЕЗПЕЧНОГО І ПОЯСНЮВАНОВОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	261
13.1. Вступ.....	261
13.2. Аналіз вихідних положень теорії моделювання знань.....	262
13.2.1. Логічні та евристичні моделі.....	262
13.2.2. Системи евристичної самоорганізації.....	263
13.2.3. Аналіз характеристик засобів штучного інтелекту.....	265
13.2.4. Мета і задачі досліджень основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації та логічних моделей.....	265
13.3. Аналіз основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації та логічних моделей.....	266
13.3.1. Аналіз теоретичних положень систем евристичної самоорганізації.....	266
13.3.2. Аналіз основних теоретичних положень побудови логічних моделей.....	269
13.4. Порівняння змісту правил виведення, які застосовуються в логічних моделях на основі формальної теорії та четвертої евристики.....	270
13.5. Пояснюваність і безпечність штучного інтелекту в контексті аналізу логічних та евристичних моделей.....	275
13.5.1. Принципи пояснюваності штучного інтелекту та причини її обмеженості.....	275
13.5.2. Теорія ідентифікації автоматів та визначення умов пояснюваності та безпеки штучного інтелекту.....	279
13.6. Узагальнення результатів досліджень основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації та логічних моделей.....	280
13.7. Висновки.....	281
Література.....	282
14. БАГАТОФАКТОРНІ ЛОГІЧНІ МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ ДЛЯ КОНЦЕПЦІЇ ІНДУСТРІЇ 5.0.....	285
14.1. Вступ.....	285
14.2. Принципи та послідовність досліджень.....	288
14.3. Методи формування багатофакторних логічних моделей представлення знань для концепції Індустрія 5.0.....	289

14.3.1. Метод формування архітектури багатофакторної логічної моделі.....	289
14.3.2. Метод формування архітектур чотири факторної логічної моделі.....	298
14.4. Метод формування відношень поміж факторами чотирьох факторної логічної моделі представлення знань для концепції Індустрія 5.0.....	305
14.5. Висновки.....	308
Література.....	310

АНОТАЦІЯ

Монографія базується на результатах досліджень у галузі інтелектуальних кібернетичних систем (ІКС), які виконано колективом авторів кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Українського державного університету залізничного транспорту, а також інших університетів. Присвячена аналізу еволюції та сучасного стану розвитку теорій, принципів, моделей та безпекових технологій побудови та використання ІКС. Складається з 14 розділів, які об'єднано в три частини, присвячених огляду стану розвитку теорій і принципів кібернетики та природних інтелектуальних систем, дослідженню принципів і методів організації та самоорганізації інтелектуальних систем, а також проблем представлення та моделювання знань в таких системах в контексті розвитку технологій індустрії 4.0,5.0 та аспектів безпеки.

Монографія видана за підтримки проєктів, які фінансуються Міністерством освіти і науки України:

- Методологія та інформаційні технології оцінювання та забезпечення безпеки цифрової інфраструктури малих модульних реакторів (Д 503-4/2022-Ф, № Д/Р 0122U000977);

- Методи, програмно-апаратні засоби та технології забезпечення гарантоздатності інтелектуальних систем індустриального інтернету речей (Д 503-10/2022-П, № Д/Р 0122U001065).

Для студентів, аспірантів і викладачів університетів, інженерів та дослідників у сфері інтелектуальних систем і технологій, а також безпеки критичних інфраструктур.

ВСТУП. ПРИРОДНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ. МЕТОДОЛОГІЇ ЦІЛІСНОГО І СИСТЕМНОГО ПІДХОДІВ

С. І. Доценко¹, В. С. Харченко²

¹ *Український державний університет залізничного транспорту*

² *Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

0.1. Передумова і мета

Актуальність досліджень, результати яких представлено в монографії, обумовлена тим, що проблеми класичної кібернетики у формі фізіологічних кібернетик Н. Вінера та П.К. Анохіна до цього часу не мають завершеного вирішення. Насамперед, це стосується проблеми принципів організації та самоорганізації для живих організмів та кібернетичних машин. Не вирішеною залишається проблема моделювання штучного нейрона на основі закономірностей діяльності природного нейрона. Це гальмує вирішення проблеми постановки цілі діяльності як для живих організмів, так і для кібернетичних машин (роботів). Важливою також є проблема формування архітектури функціональної системи організацій з урахуванням законів організації діяльності живої істоти, які відкриті у теорії функціональних систем.

Автори ставили за мету виконати всебічний аналіз стану основ фізіологічної кібернетики на засадах принципів та законів кібернетик Н. Вінера та П.К. Анохіна, а також здійснити дослідження щодо подальшого розвитку кібернетики у формі інтелектуальних систем з урахуванням еволюції технологій і деяких проблем безпеки.

Задачами є:

- дослідження принципів кібернетики та природних інтелектуальних систем;
- встановлення принципів організації та самоорганізації інтелектуальних систем;
- розробка методів представлення та моделювання знань в інтелектуальних системах;
- розробка моделей та методів оцінювання якості та безпеки інтелектуальних систем.

0.2. Структура та опис змісту

Монографія складається з трьох частин, які об'єднують 14 розділів з типовою структурою і окремим списком літератури.

Частина I аналізує еволюцію принципів кібернетики та природних інтелектуальних систем і складається з чотирьох розділів.

Розділ 1. Принципи класичної кібернетики. Еволюція та подолання кризових явищ.

Виконано аналіз причин і наслідків кризи класичної кібернетики створеної Н. Вінером і У. Р. Ешбі. Н. Вінером показано, що основою кризи є виключення з розгляду процесу формування мети діяльності для фізіологічних і кібернетичних систем. Однак дослідження кризи класичної кібернетики проводяться з історичної точки зору. Думка Н. Вінера про роль мети діяльності кібернетичної системи в процесах управління не враховується. Основна увага зосереджена на вивченні процесів управління і передачі інформації. Основним напрямком розвитку класичної кібернетики визначається подальший розвиток інформатики, а також нових кібернетик. При вивченні кризи класичної кібернетики не проводиться аналіз її вихідних гіпотез при формуванні принципів організації і самоорганізації. Тому в розділі виконано формування змісту зазначених понять і на їх основі зроблена спроба формування вихідних гіпотез організації фізіологічних і кібернетичних систем в їх «існуванні», а також самоорганізації в їх «діяльності». Показано, що і для принципу організації і для принципу самоорганізації в класичній кібернетиці не встановлено однозначного змісту. Показано також, що криза класичної кібернетики обумовлена кризою методології загальної теорії систем. Основний урок кризи класичної кібернетики полягає в тому, що саме мета діяльності, механізм формування якої було виведено за межі кібернетичної системи, виявилася фундаментальним фактором як для формування принципу організації системи в її існуванні так і для формування принципу її самоорганізації в діяльності.

Розділ 2. Природні інтелектуальні системи. Методології цілісного та системного підходів.

Метою даного розділу є вирішення проблем методологій цілісного та системного підходів і встановлення форми відношень поміж ними. В загальній теорії систем поміж поняттями «система» та «ціле» встановлено відношення первинності, а саме: первинною визнається система, а поняття «ціле» застосовується для формування властивостей системи: емерджентності та інтегративності. Для цілого встановлюється та досліджується закономірність взаємодії частини і цілого. І саме ця закономірність є основою для встановлення характеристик системи та її елементів. У даному розділі запропоновано відмовитися від вказаної форми відношень поміж системою та цілим і перейти до дослідження цілого як самостійного об'єкта. При дослідженні цього цілого також запропоновано відмовитися від встановлення форми взаємодії частини і цілого і перейти до дослідження взаємодії частин у цілому. Досліджено поняття «організоване ціле» на основі теорії функціональних систем, яке розглядається як природна інтелектуальна система, що забезпечило виділення у складі організованого цілого двох частин. Таким чином, вирішена проблема синтезу організованого цілого.

Розділ 3 Визначення змісту та ролі категорій «процес» і «діяльність одиниці діяльності» в пізнанні сутності кібернетичної системи, як організованого цілого.

Розглянуто питання про дослідження форми відносин між категоріями «процес» та діяльність «одиниці діяльності». Для пізнання форми цих взаємовідносин запропоновано розглянути зміст даних категорій з використанням загальнометодологічних (філософських) категорій, запроваджених Б. Спінозою та Г. Гегелем у їх логічних методах. На підставі такого підходу виявлено склад категорій «процес» та діяльність «одиниці діяльності» як фізичного та організованого (що володіє цілеспрямованою поведінкою) цілих, а також принцип відношення між частинами зазначених цілих – принцип діалектичної єдності «загальне» та «одиничне». Досліджено також зміст механізмів реалізації цих відносин, а саме: механізм реалізації руху для категорії «процес» та механізм реалізації «відповідності» для категорії «одиниця діяльності». На підставі цього підходу також розкрито принцип відносини між результатами реалізації процесу та діяльності «одиниці діяльності» – принцип діалектичної єдності – «одиничне» та «загальне».

Розділ 4. Ізоморфність об'єкта та його простої моделі. Від складної природи до простого опису.

Загально визнаним науковим підходом до дослідження явищ природи є формування та дослідження моделей цих явищ. При цьому, рядом авторів відмічається феномен, зміст якого полягає в тому, що при створенні моделі встановлюється вимога щодо необхідності формувати її якомога простішою. Чим простіша модель, тим більше вона відповідає оригіналу. Однак пояснення цього феномену на цей час відсутнє. Тому виникає необхідність розкриття його змісту. Встановлено, що модель інтелектуальної системи, як діалектично організованого цілого, складається з найменшої кількості частин: – їх всього дві.

Цілісна діяльність інтелектуальної системи складається з найменшої кількості форм організаційних задач: – їх також всього дві, які формують «одиницю» діяльності. Результат цілісної діалектично організованої діяльності завжди визначений і дорівнює «філософському нулю».

Принцип поєднання частин цілого у організоване ціле: – діалектична єдність протилежностей «загальне» – «одиничне».

Принцип поєднання організаційних задач у цілісну діяльність інтелектуальної системи: – діалектична єдність протилежностей «загальне» – «одиничне».

Єдиний принцип відносин – діалектична єдність, і як наслідок єдиний механізм забезпечення цієї єдності. Таким чином, ізоморфність «простої» моделі та «складного» реального об'єкта забезпечується фундаментальним принципом їх формування з частин: – діалектичною єдністю протилежностей. Вона є наслідком закону діалектики: – закону взаємного проникнення протилежностей.

Частина II описує принципи організації та самоорганізації інтелектуальних систем і складається з розділів 5-8.

Розділ 5. Принцип цілісної організації інтелектуальних систем.

Сформовано антиномію поділу інтелектуальної системи на частини, а саме: інтелектуальна система є організованим цілим, яке сформовано щонайменше з двох частин; для інтелектуальної системи, як організованого цілого, неможливим є поділ на управляючу частину (систему управління) та частину якою управляють. Встановлено, що антиномія поділу інтелектуальної системи на частини породжена тим, що традиційно систему управління та об'єкт управління розглядають окремо. Тому розглядається саме система, а не організоване ціле. Визначено роль теорії функціональних систем у розвитку кібернетичних систем як інтелектуальних систем. Дана теорія є основою для розробки інтелектуальних систем А. В. Чечкіним, К. О. Пупковим та іншими авторами. З іншого боку М. Й. Мельцером розробляється теорія діалогових систем для управління виробничими підприємствами, основою якої є математична теорія систем. Показано, що архітектури функціонального представлення для цих систем подібні. Подібність визначається на основі задачного підходу. З одного боку існує взаємне невизнання результатів наукових шкіл фізичної та технічної кібернетик, а з іншого боку подібність отриманих результатів. Встановлено, що методологічною основою цілісного підходу є задачний підхід до формування вирішуючої системи, який розроблено в теорії діалогового управління виробництвом.

Розділ 6 Принцип функціональної самоорганізації діяльності в інтелектуальних систем.

У класичній кібернетиці сформовано п'ять принципів самоорганізації кібернетичних систем у формі двох гіпотез Н. Вінера та трьох гіпотез У. Р. Ешбі. Основну увагу при розвитку теорії функціональної системи приділено її аналізу як цілісної одиниці, та формуванню на її основі теорій інтелектуальних систем. В той же час поза увагою залишилося дослідження принципу дії механізму забезпечення відповідності отриманого результату та встановленого для нього проекту. Механізм забезпечення відповідності, який сформовано у складі функціональної системи, реалізується на основі принципу самоорганізації діяльності функціональної системи на етапі реалізації проекту майбутнього результату за рахунок подвійного послідовного зворотного зв'язку через механізм «Акцептору результатів дії». На основі цього принципу можливо сформулювати закон самоорганізації інтелектуальної системи у наступній формі. Для функціональної самоорганізації інтелектуальної системи на основі механізму забезпечення відповідності отриманого результату діяльності та його проекту, у контур зворотного зв'язку необхідно включати «Акцептор результату дії» для співставлення результату дії, проекту майбутнього результату дії та команди на управління. Сформовані в класичній кібернетиці принципи самоорганізації виявилися за змістом елементами з'ясованого єдиного принципу самоорганізації діяльності функціональних систем.

Розділ 7. Принцип евристичної самоорганізації інтелектуальних систем.

Метою даного розділу є порівняння методів самоорганізації для двох форм кібернетичних систем, а саме: інтелектуальних систем на основі теорії функціональних систем, як організованих цілих; автоматизованих систем управління. Кожна з вказаних систем допускає поділ на дві частини. При цьому, для інтелектуальних систем проблема самоорганізації ставиться як проблема визначення принципу поєднання виділених частин в організоване ціле. Встановлено, що принципом такого поєднання є діалектичний зв'язок між результатами вирішуваних задач у кожній з частин. Діалектичний зв'язок реалізовано у формі діалектичної єдності понять «загальне» та «одичне». Запропоновано розглядати цей принцип поєднання частин інтелектуальної системи як принцип евристичної діалектичної самоорганізації. В той же час, і для автоматизованих систем управління характерним є поділ системи на дві частини, а саме: людину-оператора; об'єкт управління. Однак, при такому підході кожна з вказаних частин розглядаються окремо. Тому для кожної з частин пропонується визначити власний принцип її самоорганізації. У ході дослідження було запропоновано перейти до встановлення принципу самоорганізації для частин інтелектуальної системи. При цьому, запропоновано змінити метод вирішення цієї задачі. Якщо для автоматизованих систем пропонується спочатку визначити характерні ознаки діяльності і для їх обробки запропонувати відповідну евристику, то для інтелектуальних систем пропонується визнати відомим принцип евристичної самоорганізації – діалектична єдність понять. Принцип діалектичної єдності понять «загальне» та «одичне» пропонується застосовувати для дослідження механізмів самоорганізації діяльності з вирішення задач у відповідних частинах інтелектуальної системи.

Розділ 8. Принципи евристичної самоорганізації процесів смислового мислення та смислової діяльності в інтелектуальних системах.

Метою даного розділу є вирішення наступних задач. Перша задача стосується визначення форми відповідності факторів, які моделюють технологічну діяльність: «процес» та «ресурс» з факторами, які піддаються одночасній обробці згідно центральній закономірності інтегративної діяльності мозку. Друга задача стосується визначення можливих форм відношень для факторів технологічної діяльності «процес» та «ресурс» з поняттями, які характеризують процеси мислення, а саме: «відображення», «дані», «інформація», «знання», «смісл», «мислення», «інтелект», «сміслове мислення», «розуміння». З наведеного аналізу проблем представлення, обробки та придбання знань слідує, що основною проблемою є невідповідність закономірностей формальної логіки логіці, яка реалізується у процесах мислення живих істот. Людський інтелект в теорії штучного інтелекту сприймається як допоміжний засіб. В теорії штучного інтелекту модель штучного нейрону копіює його структуру, але не відтворює процеси, які в ньому реалізуються. З філософської точки зору основними поняттями, які розкривають зміст процесів мислення є поняття «розсудок» та «розум». При

цьому, основною властивістю розуму є його діалектичність, яка проявляється через поняття «міра». Визначено зміст поняття «міра» у формі діалектичної єдності понять «загальне» (якісне визначення) > «одиничне» (кількісне визначення). Методологічною основою побудови усіх логічних моделей є методологія цілісного підходу на основі якої сформовано логічну модель цілісної смислової діяльності. В цій моделі розкрито зміст «подвійності» змісту поняття «діяльність». Це забезпечило визначення принципу організації інтелектуальної системи у організоване ціле у формі діалектичної єдності вказаних задач, а також принципу самоорганізації її діяльності у формі механізму забезпечення відповідності результатів вирішення вказаних задач. На основі гіпотези про еквівалентність реалізації технологічної діяльності природної інтелектуальної системи з застосуванням факторів «процес» та «ресурс» та процесу смислового мислення на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, розроблено логічну модель структуризації збуджень за теорією функціональних систем.

Частина III досліджує проблеми представлення та моделювання знань в інтелектуальних системах і об'єднує розділи 9-14.

Розділ 9. 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.

Розділ 10. Проблеми теорії знань, методологічні та технологічні аспекти їх вирішення в контексті індустрії 5.0 та викликів безпеки.

Фундаментальними поняттями класичної кібернетики є поняття «дані», «інформація», «знання». Серед цих понять першим загально визнаним та

широко застосовуваним було поняття «інформація». Воно є ключовим в теорії інформації. При цьому, навіть перейшли від поняття «класична кібернетика» до поняття «інформатика». Подальший розвиток інформатики у формі інформаційних технологій привів до широкого застосування поняття «дані». Були розроблені теорії баз даних, методології інтелектуального аналізу даних, теорії баз знань, які засновано на даних. Нарешті, на початку дев'яностих років минулого століття поняття «знання» визнається фундаментальним поняттям в теоріях інтелектуальних систем.

Сформувався і реалізується наступний етап промислової революції Індустрія 4.0, який базується на технологіях індустриального інтернету речей, предиктивної аналітики, цифрових двійників. Попереду – Індустрія 5.0, основою якої є людино-машина кооперація, правдивий (trustworthy) штучний інтелект, інтернет знань. У зв'язку з цим важливим є проаналізувати сучасний стану теорії знань як визначальної на цьому терені, уточнення шляхів її подальшого методологічного та технологічного розвитку, враховуючи виклики безпеки.

Розділ 11. Моделювання знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.

Виконано розробку методу моделювання знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку. Запропоновано модель архітектури знань у формі чотиривимірного процесно-ресурсного представлення моделі знань про діяльність. Доведена практична застосовність запропонованої моделі для теоретичного обґрунтування моделей архітектур знань для BSC методології та когнітивної структуризації знань в PEST методології.

Показано, що чотири виміри знань для центральних інтегративних патернів мозкової діяльності забезпечують синтез цілей і прийняття рішень щодо її досягнення на основі діалектичного зв'язку між парами факторів процесу та факторів ресурсу реалізації.

Запропонована модель майбутнього результату є одночасно і когнітивною моделлю знань про предметну область.

Розділ 12. Пост-декартове представлення метазнань в інтелектуальних системах.

Основною проблемою в загальній задачі маніпулювання знаннями є проблема визначення складу та змісту предметної області, для якої вирішується ця задача. Встановлено, що існує два принципово різні підходи до вирішення задач маніпулювання знаннями. Перший підхід полягає у застосуванні методів автоматичної обробки даних з застосування обчислювальних машин та відповідних алгоритмів на основі правил формальної логіки для отримання нових знань про об'єкти предметної області. Для першого підходу об'єктами предметної області є саме фізичні об'єкти живої та неживої природи в їх існуванні, які мають власні характеристики і поміж якими встановлюються відповідні відношення. Другий підхід полягає у застосуванні здібності людського інтелекту вимірювати речі та їх властивості на основі

закономірностей діалектичної логіки. Для другого підходу характерним є пізнання знань про діяльність об'єктів живої природи, в першу чергу людини. При цьому, обчислювальні машини застосовуються, як правило, для представлення у відповідній формі вже сформованих знань. Однією з таких форм представлення знань є логічна модель декартової системи координат. Аналіз цієї моделі показав, що логічним принципом її формування є принцип діалектичної єдності понять «загальне» > «одиничне», який застосовується для формування складу та змісту діаметрально протилежних координатних вісей з числових множин. З іншого боку, існує значна кількість логічних моделей у яких склад та зміст елементів множин, які формують координатні вісі, відповідають певним знанням про діяльність людини. В цих моделях також реалізується принцип їх формування у формі діалектичної єдності понять «загальне» > «одиничне», який застосовується для формування складу та змісту діаметрально протилежних координатних вісей з множин елементами яких є певні знання.

Розділ 13. Евристична самоорганізація представлення та формування знань і правил логічних виведень в контексті безпечного і пояснюваного штучного інтелекту.

З аналізу основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації (СЕС) та логічних моделей слідує, що згідно О. Г. Івахненку в СЕС першою є задача визначення змісту факторів «які визначають сутність різних образів». Мова йде про образи, які характеризують об'єкти певної предметної області. Після визначення складу та змісту цих образів вирішується наступна задача, а саме, задача «генерування нової вдалої евристики» яка за змістом є рішенням, що призводить до підвищення точності. Слід зауважити, що мова йде про підвищення точності вирішення задачі оброблення даних. З наведеного слідує, що СЕС є системами обробки даних. При цьому допускається множинність існування евристик. Евристики за змістом відповідають логічним правилам, які застосовуються у СЕС. Основні положення теорії СЕС були розроблені О. Г. Івахненком ще у восьмидесятих роках минулого століття але вони залишаються поза увагою до цього часу. На цей час ставиться задача пояснення, чому нейронна мережа приймає саме таке рішення а не інше. Виходячи з цього, для штучного інтелекту введено поняття «пояснюваний штучний інтелект». Зрозуміло, що саме зміст евристик, які формують структуру нейронної мережі у формі логічних правил, і визначає логіку рішення, яке приймається. Встановлено, що правилом виведення, яке покладено у основу побудови штучних нейронних мереж, є абдуктивне правило, яке, на жаль, не відповідає четвертій евристиці, а також не відповідає визначенню інтелекту: інтелект – це здібність реалізувати процес виміру речі.

Визначено особливості формування знань і правил логічних виведень в контексті безпечного і пояснюваного штучного інтелекту.

Розділ 14. Багатофакторні логічні моделі представлення знань для концепції Індустрія 5.0.

З виконаного аналізу методу формування архітектури чотирикомпонентної тетради екосистем слідує, що в його основу покладено принцип *діалектичних відношень* для факторів у формі *загальне > одиничне*. Введення поняття «фактор» для процесів та ресурсів, які використовуються при реалізації діяльності, забезпечило формування архітектури логічної моделі знань щодо процесу, або системи процесів. При цьому, допускається дві форми представлення моделі архітектури екосистеми, а саме:

- у формі декартової чотири факторної архітектури моделі соціально-економічної екосистеми з *чотирма* універсальними факторами;
- у формі декартової двох факторної архітектури моделі соціально-економічної екосистеми з *двома* універсальними факторами.

Перевагою декартової чотири факторної архітектури моделі є те, що в цій моделі кожен з факторів може бути представлений як *множина*. Тоді поміж *елементами факторів* можуть бути встановлені відношення у формі декартового добутку. Досліджені, як чотири факторні форми так і двох факторні форми факторів, є універсальними для будь-якої моделі соціально-економічної екосистеми. Це дає змогу дослідити інші існуючі моделі чотири факторних моделей представлення знань для соціально-економічних екосистем.

ЧАСТИНА I. ЕВОЛЮЦІЯ ПРИНЦИПІВ КІБЕРНЕТИКИ ТА ПРИРОДНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

1. ПРИНЦИПИ КЛАСИЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ. ЕВОЛЮЦІЯ ТА ПОДОЛАННЯ КРИЗОВИХ ЯВИЩ

С. І. Доценко

Український державний університет залізничного транспорту

1.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статей [1, 2].

найлегше охарактеризувати кризу класичної кібернетики за допомогою наступних висловлювань її засновників.

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 замкнутих* 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.

1.2. Причина кризи класичної кібернетики за Н. Вінером

Н. Вінер на прикінці свого життя, підсумовуючи результати розвитку започаткованої ним кібернетики, дійшов неочікуваного висновку. Г. П. Щедровицький наступним чином характеризував цей висновок [4, с. 114]:

«Однак незабаром Вінер, який був аналітиком, побачив, що в цій схемі відсутній головний момент; і незадовго до своєї смерті написав про це, повернувши проти всіх, хто кинувся розробляти кібернетику: випало найголовніше, а саме мета, яка є у навідника гармати. Мету схопити не вдалося. А раз немає мети, сказав він, то, мабуть, не може бути управління. Це був перший, найважливіший момент».

Таким чином, ідея інформаційної *замкнутості* системи, згідно якої мета формується поза її межами, виявилася на думку Н. Вінера фундаментальною причиною кризи класичної кібернетики.

1.2.1. Перше протиріччя класичної кібернетики

З наведеного можливим є визначення напрямку прогресу класичної кібернетики, а саме: – перехід від «інформаційно закритої системи» до «інформаційно відкритої системи».

На основі цього сформуємо перше протиріччя класичної кібернетики у формі антиномії двох гіпотез:

– кібернетика як наука про дослідження систем відкритих для енергії, але замкнених для інформації та управління, – систем, «непроникних для інформації»;

– кібернетика як наука про дослідження систем відкритих для енергії, а також для інформації та управління, – систем, «проникних для інформації».

Перехід до дослідження інформаційно відкритих систем потребує вирішення наступних задач:

– необхідно з'ясувати на основі яких гіпотез формувалися теоретичні положення управління та зв'язку в інформаційно *замкнутій* кібернетичній системі без врахування цілі діяльності і які принципи і закони було встановлено на їх основі;

– необхідно визначити яку роль відіграє ціль діяльності в процесах управління та зв'язку в інформаційно *відкритій* системі і які принципи і закони встановлено для таких систем;

– необхідно співставити результати дослідження закономірностей управління та зв'язку в інформаційно відкритих системах з результатами досліджень закономірностей управління та зв'язку в інформаційно закритих системах.

Слід зауважити, що перспективність кібернетичних систем *відкритих* для інформації була підтверджена саме Н. Вінером після знайомства з результатами досліджень з теорії функціональних систем (для фізіологічних систем), які виконувалися під керівництвом академіка П. К. Анохіна. В 1961 році Н. Вінер відвідав СРСР і ознайомився з результатами робіт лабораторії академіка П. К. Анохіна, після чого висловив думку про те, що ця теорія є перспективною для фізіологічної кібернетики [5, с. 7]. Ця теорія вперше була опублікована у 1935 році [6].

1.2.2. Зміст основних понять класичної кібернетики

Перш ніж починати вирішення вказаних задач необхідно з'ясувати зміст основних понять класичної кібернетики, а саме: організація, самоорганізація, еквівалентність систем.

Що необхідно розуміти під поняттям *організація* системи? Пропонується зміст цього поняття визначити для системи в її *існуванні*. Зрозуміло, що будь-яка фізіологічна та кібернетична системи повинні мати відповідний принцип поєднання їх елементів в систему, який забезпечує її спільне *існування*. Тому необхідно визначити *форму* принципу який забезпечує їх організацію саме в «існуванні». На жаль, проблема «існування» систем в класичній кібернетиці не береться до уваги. У. Р. Ешбі наступним чином характеризував такий підхід [3, с 13]:

«Кібернетика також є теорією машин, але вона говорить не про речі, а про способи поведінки. Вона питає не «що це таке?», а «що воно робить?»».

Але ж принцип діяльності речі залежить від принципу організації її в «існуванні», який і визначає зміст принципу її діяльності після формування.

Сформована на основі принципу організації *існуюча* система починає *діяти*. Виникає питання, яким чином характеризувати організацію цього етапу її життєвого циклу? Очевидно, що ця діяльність також повинна бути певним чином організована. Будь-яка *фізіологічна* система є інформаційно *відкритою* і *цілеспрямованою*. Організація її діяльності полягає у встановленні мети діяльності і забезпеченні досягнення цієї мети. Оскільки мета цієї діяльності встановлюється *самою* системою за рахунок внутрішніх механізмів, цю форму діяльності пропонується розглядати як *самоорганізацію* діяльності по *встановленню мети діяльності*. Досягнення встановленої мети передбачає її реалізацію (технологічна діяльність) і в обов'язковому порядку співставлення отриманого результату з встановленим за допомогою механізму забезпечення їх відповідності. На цьому етапі *самоорганізація* реалізується саме у формі механізму забезпечення відповідності. Тому для фізіологічної системи необхідно визначити форми цих принципів самоорганізації.

Щодо кібернетичних машин ситуація дещо інша. Можливі два варіанта, а саме: якщо система інформаційно відкрита, вона є еквівалентом фізіологічної системи і її самоорганізація визначається принципами самоорганізації фізіологічної системи; якщо вона інформаційно закрита, принципи її самоорганізації повинні відрізнятися від принципів самоорганізації фізіологічної системи, тому що *формування* цілі діяльності, а також її реалізація будуть здійснюватися на основі інших механізмів.

Отже, вирішення поставлених задач дослідження потребує встановлення форм принципів *організації* відповідних систем, а також принципів їх *самоорганізації*. Після цього можливим буде визначення їх еквівалентності як в «існуванні» так і в «діяльності».

Перш ніж переходити до виявлення форм та змісту вказаних принципів організації та самоорганізації для інформаційно *закритих* кібернетичних систем (перше питання) спочатку необхідно з'ясувати, як думка Н. Вінера про роль *цілі діяльності* в управлінні *вплинула* на подальші дослідження в області класичної кібернетики.

1.2.3. Огляд публікацій щодо кризового стану класичної кібернетики

Для цього розглянемо роботи, які присвячені аналізу кризового стану класичної кібернетики з початку шестидесятих років минулого століття по цей час.

На відміну від наведеного вище аналізу кризи класичної кібернетики та визначення можливого шляху її прогресу на основі аналізу *визначень*, які надали саме її засновники, у роботах, які присвячені аналізу стану класичної кібернетики, виконується *історичний* огляд результатів досліджень [7-9]. На основі результатів цього аналізу формуються висновки про поточний стан класичної кібернетики, а також прогнозуються шляхи подальшого її розвитку.

Так в [7] була висловлена пропозиція про необхідність формування нової кібернетики: «кібернетики другого порядку» і висловлено припущення про необхідність застосування принципу самоорганізації на основі зміни знаку зворотного зв'язку.

Цей принцип був сформульований У. Р. Ешбі у класичній кібернетиці для фізіологічних систем [10].

Характеризуючи стан класичної кібернетики на кінець шестидесятих років минулого століття О. Г. Івахненко зауважував [8, с. 377]:

«Ясно, що тільки самоорганізація і пов'язані з нею ідеї може виправдати саме існування кібернетики як науки про загальний підхід до вирішення різноманітних за своєю природою завдань. Для детермінованого підходу, пов'язаного з аналізом причин і наслідків, входів і виходів, є специфіка кожної окремої задачі. Захоплення специфікою привело до того, що в протиріччі з відомим визначенням Вінера, зараз кібернетикою безпринципно називають все, що пов'язано з розробкою і застосуванням обчислювальних машин. Загальні методи кібернетики (такі як ідея «чорного ящика», принцип зовнішнього доповнення С. Біра, закон необхідної різноманітності У. Р. Ешбі та ін.) хоча ніким не заперечуються, але просто не використовуються як мало конструктивні. Самоорганізація повинна відновити силу загальних методів кібернетики і показати їх конструктивність».

О. Г. Івахненко відмічає наявність певних принципів кібернетики, які на жаль вважаються мало конструктивними. Виникає питання, в чому саме вони мало конструктивні? Тому необхідний додатковий розгляд цих принципів з точки зору запропонованих нами вище визначень понять «організація», «самоорганізація», «еквівалентність».

У восьмидесятих роках минулого століття відмічається певний інтерес до проблем саме *самоорганізації*, про що свідчить рад публікацій [11-15].

В дев'яностих роках двадцятого століття та в перших двох десятиліттях двадцять першого століття знову ставиться задача розробки концепції нової кібернетики [16-24].

Основні принципи нової кібернетики (кібернетики другого порядку) сформульовано у монографії Г. С. Теслера «Новая кибернетика» [19], а також його статті «Новая кибернетика как фундаментальная наука» [20]. В цих

роботах обґрунтовується *первинність* інформатики, формулюються її фундаментальні принципи. Основним визнається принцип *інформаційної взаємодії*.

В роботі [21] досліджено роль неокібернетики у сучасній структурі системи знань з позицій визначальної ролі *теорії управління*. Розглянуто принцип самоорганізації на основі зміни знаку зворотного зв'язку та інші принципи самоорганізації. Виконано співставлення основних понять кібернетики та інформатики й відмічається тенденція їх зближення. Визначено об'єкт, предмет та цілі дослідження для *неокібернетики*.

Самоорганізацію пропонують визнавати «як основу всіх цих процесів, якими займається кібернетика». Пропонується поширити її застосування також на робототехніку [22].

Особливої уваги заслуговує монографія [23] в якій наведено детальний аналіз історичного розвитку класичної кібернетики, запропоновано формування нової кібернетики – «кібернетики – 2». На жаль, в цій роботі практично повністю ігнорується роль самоорганізації, як одного з визначальних вихідних фундаментальних принципів класичної кібернетики.

У розглянутих публікаціях констатується незадовільний стан класичної кібернетики і формуються пропозиції з її розвитку у формі *неокібернетик* [24], як правило, на основі подальшого розвитку принципів управління та розвитку *теорії інформації*.

Слід також відзначити застосування принципів кібернетики до дослідження динамічних процесів соціальних системах [25]. Приклад застосування загальної теорії систем та кібернетики для аналізу та вирішення кризових проблем цивілізації розглянуто в роботі [26].

Робота [27] присвячена аналізу кризового стану класичної кібернетики від моменту її формування Н. Вінером та У. Р. Ешбі.

Історичному розвитку взаємопов'язаних та взаємообумовлених напрямків, а саме: класичної кібернетики та інформатики присвячена монографія [28].

З аналізу наведених робіт, в тому числі й монографій, присвячених аналізу кризи класичної кібернетики, слідує, що теза Н. Вінера *про роль цілі діяльності в управлінні*, а отже й необхідність переходу до дослідження «*інформаційно відкритих*» кібернетичних систем ні ким з авторів не береться до уваги. Предметом дослідження як і раніше залишаються теорія управління та теорія інформації для інформаційно *закритих* систем. Тобто, ціль діяльності залишається поза увагою авторів.

В цих роботах відсутнє визначення вихідних положень класичної кібернетики у формі гіпотез та аксіом що утруднює виявлення протиріч, які призвели до її кризового стану. Не наведено також однозначне визначення *форм принципів організації та самоорганізації* а також механізмів їх реалізації для фізіологічних систем та кібернетичних машин.

Відсутній також аналіз методологічних основ класичної кібернетики. Можливо саме проблеми методології системного підходу є першопричиною кризи класичної кібернетики?

Також необхідно з'ясувати, чому творці класичної кібернетики залишили поза увагою проблему цілеутворення і запропонували досліджувати «інформаційно замкнуті» системи?

Мета розділу полягає у аналізі уроків кризи класичної кібернетики.

Перейдемо до вирішення першої задачі, а саме, з'ясування на основі яких гіпотез формувалися теоретичні положення управління та зв'язку в інформаційно замкнутій кібернетичній системі без врахування цілі діяльності і які принципи організації, самоорганізації та закони було встановлено на їх основі.

1.3. Гіпотези стосовно принципів організації та самоорганізації кібернетичних систем

1.3.1. Гіпотези Н. Вінера стосовно принципів організації та самоорганізації кібернетичних систем

Н. Вінер наступним чином визначав *область* досліджень для кібернетики [29]:

«Отже, багато нинішніх автоматів мають зв'язок із зовнішнім світом, що виражається як у сприйнятті вражень, так і у виконанні дій. Вони містять органи чуття, виконавчі органи і якийсь еквівалент нервової системи, що поєднує передачу інформації від перших до других. Їх цілком можна описувати за допомогою фізіологічних термінів. Не дивно, що автомати і фізіологічні системи можна охопити однією теорією.»

З цього положення слідує, що автомати і фізіологічні системи визнаються Н. Вінером *подібними* (еквівалентними) об'єктами і їх можливо досліджувати в одній теорії.

Пропонується принцип *організації* фізіологічних систем і кібернетичних машин поєднанням їх органів чуття та виконавчих органів шляхом передачі інформації розглядати як *першу гіпотезу* Н. Вінера для їх *організації в існуванні*. Принцип *організації* полягає в об'єднанні частин систем за рахунок *передачі* інформації.

При цьому, управляюча частина та об'єкт управління розглядаються як системи, які пов'язані між собою нервовою системою (системою передачі інформації).

Одразу виникає питання: – в *які форми* перетворюється інформація в системі передачі інформації і *як саме?* Н. Вінер наступним чином відповідає на вказане питання [29]:

«Я стверджую, що фізичне функціонування живих індивідумів і робота деяких з новітніх інформаційних машин абсолютно паралельне один одному в своїх аналогічних спробах управляти ентропією шляхом зворотного зв'язку. Як

ті, так і інші в якості одного із ступенів циклу своєї роботи мають дію сенсорних рецепторів, тобто як в тих, так і в інших існують спеціальні апарати, службовці для збирання інформації з зовнішнього світу на низьких енергетичних рівнях і для перетворення інформації в форму, придатну для роботи окремих людей чи машини. В обох випадках ці зовнішні сигнали не приймаються в чистому вигляді, а проходять через перетворюючу силу апаратів – живих або штучно створених. Інформація потім перетворюється в нову форму, придатну для подальших ступенів виконання наказів. Як в тварині, так і в машині це виконання наказів має на меті надання впливу на зовнішній світ. І в тому і в іншому випадку їх здійснений вплив на зовнішній світ, а не просто їх передбачувана дія повертається до центрального регулюючого апарату».

Згідно цього положення обґрунтовується зміст закону управління за принципом *зворотного зв'язку*. При цьому, «передбачувана дія» не береться до уваги. Тобто, формування *цілі діяльності* залишається поза уваги. «Інформація потім перетворюється в нову форму, придатну для подальших ступенів виконання наказів» – сигнал зворотного зв'язку. Ця теза підтверджує тезу У. Р. Ешбі про «інформаційну замкнутість» кібернетичних систем.

Пропонується принцип *самоорганізації* фізіологічних систем і кібернетичних машин шляхом передачі інформації у формі закону управління на основі зворотного зв'язку розглядати як першу гіпотезу Н. Вінера для *самоорганізації їх діяльності*.

Обґрунтовуючи цей закон Н. Вінер підкреслює, що «для всіх цих форм поведінки, і зокрема для більш складних форм, необхідно мати центральні органи, які приймають рішення, я також визначають подальшу роботу машини на основі інформації, яка надходить в неї, яку вона накопичує аналогічно пам'яті живих організмів. Таким чином, нервова система і автоматична машина в основному подібні одна одній в тому відношенні, що вони є пристроями, які приймають рішення на основі раніше прийнятих рішень» [29]. Тобто, на основі рішень, які були раніше прийняті центральними органами *за межами* автоматичної машини на етапі її формування у формі цілі діяльності. Ця теза також обґрунтовує гіпотезу У. Р. Ешбі про інформаційно замкнуту кібернетичну систему. Пам'ять виконує роль накопичувача *минулого досвіду*. Мета визначається на етапі її формування. Досягнення мети забезпечується шляхом її порівняння з поточним результатом діяльності на основі зворотного зв'язку і прийняттям рішення про поточне значення управляючої дії. Тобто, рішення приймається двічі, перший раз за межами системи при формуванні цілі діяльності, а другий раз в межах системи управління в процесі діяльності на основі закону управління за зворотним зв'язком.

На підставі гіпотези про інформаційно замкнуті кібернетичні системи, згідно якої прийняття рішення в кібернетичній системі здійснюється на основі раніше прийнятого в її межах рішення, (за результатами оцінки ступеня досягнення цілі діяльності) Н. Вінер зауважує: «...що блискуча ідея Ешбі про нецілеспрямований, обраний навмання механізм, який домагається своїх цілей через процес навчання, не тільки є одним з великих філософських досягнень

сучасності, але також веде до вельми корисних технічних висновків у вирішенні завдання автоматизації. Ми не тільки можемо надати цільову спрямованість машині, але в переважній більшості випадків машина, яка сконструйована для того, щоб уникати деякого роду ситуації, де вона може зазнати аварії, буде відшукувати цілі, які вона може реалізувати.» [29].

Вводиться можливість реалізації *цілеспрямованої* поведінки без відповідного механізму попереднього формування цілей діяльності за її межами, механізм реалізації діяльності може бути обрано *навмання*. Достатньо забезпечити реалізацію процесу *навчання* цього механізму на основі минулого досвіду. Виникає питання, а процес навчання є *цілеспрямованим*, чи ні?

З наведеного можливим є формулювання *другої гіпотези* Н. Вінера для класичної кібернетики стосовно принципу *самоорганізації*: самоорганізація діяльності у формі *цілеспрямованої поведінки* інформаційної машини (автомату) можлива на основі *навчання* навмання обраного для неї *нецілеспрямованого* механізму без *окремого формування* попередньої цілі діяльності за її межами.

Отже, у своїх дослідженнях Н. Вінер сформував у *неявній* формі основні гіпотези *організації існування* та *самоорганізації діяльності* кібернетичних машин. При цьому, діяльність розглядається як *процес*, або ж сукупність процесів.

З наведеного слідує, що основними принципами класичної кібернетики згідно Н. Вінеру є:

- в *існуванні* фізіологічні системи та кібернетичні машини *організовані* завдяки передачі інформації від управляючих частин (систем управління) до виконавчих органів (об'єкта управління);

- в *діяльності* фізіологічні системи і кібернетичні машини *самоорганізовані* завдяки передачі інформації у формі закону управління на основі зворотного зв'язку;

- в *діяльності* фізіологічні системи *самоорганізовані* завдяки попередньому прийняттю рішення (формування цілі діяльності, передбачувана дія) в межах системи;

- в *діяльності* кібернетичні машини *самоорганізовані* завдяки застосуванню навмання обраного попередньо навченого *нецілеспрямованого* механізму з пошуком цілі діяльності в процесі її діяльності, без попереднього її формування.

На жаль, Н. Вінер не розкриває зміст функціональної архітекtonіки вказаного механізму самоорганізації для *нецілеспрямованого* механізму.

Саме ідея *нецілеспрямованого* механізму, який досягає цілі завдяки навчанню та самонавчанню без попереднього формування цілі діяльності і в якому здійснюється передача інформації, виявилася провідною для послідовників Н. Вінера.

1.3.2. Гіпотези У. Р. Ешбі стосовно принципів організації та самоорганізації кібернетичних систем

У. Р. Ешбі досліджуючи проблеми управління в кібернетичних машинах і фізіологічних системах детально досліджує закони передачі інформації [1], а також наводить визначення інформації за Шенноном та Вінером [3, с. 254-255]:

«Обидва автора розглядають інформацію як «те що ліквідує невизначеність», і обидва вимірюють її кількістю невизначеності, яку вона ліквідує. Далі, обидва займаються в основному *приростом*, або ж збільшенням інформації, яке має місце при отриманні повідомлення...».

У. Р. Ешбі обґрунтував відповідність між регулюванням та управлінням. При цьому, ним запропонована загальна схема процесу управління, яка наведена на рисунку 1.1 [3, с. 304]. Згідно цієї схеми *ціль діяльності* визначається для елемента С і її формування здійснюється за межами даної схеми. З цього приводу У. Р. Ешбі наводить наступне зауваження [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 даній схемі не передбачено зворотний зв'язок для реалізації закону управління. Розглядається проблема передачі інформації з завадами. Таким чином у першому наближенні були сформовані принципи організації та самоорганізації для кібернетичних машин.

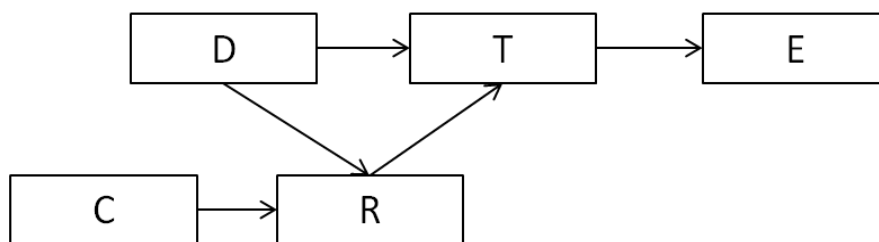


Рисунок 1.1 – Загальна схема процесу управління:

D – джерело зовнішніх дій, T – канал передачі,
E – результат дії, C – управляючий пристрій,
R – регулятор

В явній формі проблема самоорганізації кібернетичних машин була поставлена наприкінці п'ятдесятих років минулого століття [10, 28].

В роботі [10] наведено зміст доповідей симпозіуму з проблем *самоорганізації*, який відбувся у червні 1961 року в університеті Ілінойса. У передмові до російського видання змісту доповідей, які були оголошені на цьому симпозіумі, значення пізнання *самоорганізації* визначалось наступним чином [10, с. 13]:

«За складністю вирішення і наслідкам для науки і практики атаку на проблеми самоорганізації можна порівняти з наступом на таємницю атомного ядра. І якщо перша половина ХХ століття увійде в історію науки як епоха

фундаментальних відкриттів в області ядерної фізики, то друга половина нашого століття, ми сподіваємося, буде ознаменована вирішенням центральної проблеми кібернетики – проблеми самоорганізації.»

Основний принцип *самоорганізації* систем сформувано у доповіді У. Р. Ешбі, який відзначав, що «система була б такою, яка «самоорганізується», якби позитивний зворотний зв'язок автоматично змінювався б на негативний; вся система перейшла б від поганої організації до гарної. Ясно, що цей тип «самоорганізації» представляє для нас особливий інтерес. Що це означає? Перед тим як відповісти на це питання, слід вказати, якщо ми не хочемо постійно перебувати в замішанні, що *ніяка машина не може бути такою, яка самоорганізується в цьому сенсі.*» [10, с. 329].

Якщо кібернетична машина не може бути самоорганізованою за цим принципом, тоді яка система здатна реалізувати цей принцип самоорганізації? Залишається фізіологічна система або ж система на основі фізіологічної системи.

Положення про *самоорганізацію фізіологічних систем* за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку пропонується розглядати як *першу гіпотезу* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації* фізіологічних систем.

Положення про *неможливість* самоорганізації кібернетичних машин за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку пропонується розглядати як *другу гіпотезу* У. Р. Ешбі стосовно самоорганізації кібернетичних машин.

В той же час У. Р. Ешбі *допускав* принципову можливість реалізації *самоорганізації* для кібернетичних машин. Він вказував, що «в даний час принципи, що лежать в основі систем, що самоорганізуються, відомі досить повно в тому сенсі, що над більшою частиною питань піднята завіса «таємничості». Ми стоїмо на міцній основі. Ми вже точно знаємо що ми розуміємо під «машиною», «організацією», «інтеграцією» і «самоорганізацією». Ми розуміємо ці терміни настільки ж повно і строго, як математик розуміє слова «безперервність» і «сходимість»» [10].

Він був переконаний, що «на цій основі ми тепер можемо бачити, що штучне створення динамічних систем, наділених «життям» і «розумом», не тільки просте, але й неминуче, якщо тільки дотримуються деякі основні вимоги. Такими не є вуглець, вода або будь-які інші речовини, а сталість протягом довгого часу будь-якої дії оператора, що є незмінною і однозначною. Кожен такий оператор викликає розвиток своєї власної форми життя і розуму» [10].

Основним принципом *організації* форм життя визнається *сталість дії оператора*. Нажаль він не визначає форму цих операторів.

На основі цієї тези можливе формулювання першої гіпотези У. Р. Ешбі про принцип *організації в існуванні* для фізіологічних систем та кібернетичних машин на основі будь-якої сталої незмінної і однозначної дії оператора.

Таким чином, для фізіологічних систем *самоорганізація* діяльності, реалізується у два етапи:

- формуванням цілі діяльності;

– досягненням цієї цілі, яке здійснюється завдяки реалізації управління на основі закону управління зі зворотним зв'язком і автоматичній зміні знаку закону управління.

Задача формування цілі діяльності для фізіологічних систем в класичній кібернетиці не вирішувалася. Вся увага зосереджена на механізмі її досягнення.

Для кібернетичних машин *самоорганізація* діяльності здійснюється завдяки *пошуку* цілі попередньо навченим *нецілеспрямованим* механізмом з реалізацією управління на основі закону управління зі зворотним зв'язком без автоматичної зміни знаку закону управління.

В цьому підході етап *пошуку* цілі діяльності співпадає з етапом її *реалізації* в діяльності. Не зрозуміло, як кібернетична машина може діяти без попереднього формування цілі діяльності? Кібернетична машина одночасно здійснює пошук цілі і реалізовує її. Виникає питання, звідки вона знає, що необхідно шукати? Завдяки попередньому навчанню? Так це і є попереднє формування цілі діяльності. В будь-якому випадку процес навчання *цілеспрямований*. Якщо мова йде про самонавчання, тоді виникає питання, як кібернетична машина обере для себе *корисну* ціль діяльності. За яким критерієм? Вказавши критерій ми вказуємо й ціль!

Розглядаючи питання *самоорганізації* машини на основі обраного навчання *нецілеспрямованого механізму*, в основу будь-якої дії якого покладено сталий оператор, У. Р. Ешбі підкреслює, що «становище визначається основним законом необхідної різноманітності (і десятою теоремою Шеннона), який свідчить, що потрібний вибір (який не є випадковим) абсолютним чином залежить від передачі принаймні рівної кількості інформації. Всі наступні дослідження повинні зважати на цей закон, якщо не хочуть виявитися марними ще до того, як вони будуть розпочаті.» [3].

Очевидно мова йде про умову вибору цілі діяльності. Умовою її обрання є передача інформації без *втрат*.

Обґрунтовуючи закон необхідної різноманітності, У. Р. Ешбі розглядає його з позиції виконання задач регулювання та управління. Для регулятора, який призначений для корекції зовнішньої дії (дивись рисунок 1.1), «закон необхідної різноманітності стверджує, що *потужність R як регулятора не може перебільшувати пропускну здатність R як каналу зв'язку.*» [3, с. 299].

З наведеного положення можливим є формування *третьої гіпотези* У. Р. Ешбі, згідно якої принципом *самоорганізації* діяльності для фізіологічних систем і кібернетичних машин на етапу реалізації цілі діяльності є принцип «передачі принаймні рівної кількості інформації».

З наведеного слідує, що *самоорганізація*, для етапу *реалізації* цілі діяльності можлива двома шляхами, а саме:

- автоматичною зміною знаку зворотного зв'язку (фізіологічні системи);
- передачею щонайменше рівної кількості інформації при дії оператора, тобто управляючої дії.

На жаль, він не пояснив в чому полягає різниця поміж цими двома механізмами самоорганізації. Необхідно було відповісти на питання, як саме кожний з цих механізмів забезпечує в кінцевому рахунку досягнення цілі діяльності.

З цих позицій закон необхідної різноманітності можливим є розглядати саме як закон *поєднання* двох частин фізіологічної або кібернетичної систем, тобто він стосується також принципу організації системи в її «існуванні».

1.3.3. Закони організації та самоорганізації кібернетичних систем

В такому розумінні закон необхідної різноманітності отримав свій подальший розвиток у роботах С. Біра для опису діяльності виробничих підприємств. При цьому, в ньому активно використовувалося фундаментальне поняття класичної кібернетики – «чорний ящик».

О. Г. Івахненко наступним чином характеризував розуміння закону необхідної різноманітності С. Біра [8, с. 339]:

«Виходячи з закону необхідної різноманітності Ешбі, можливо вказати, що ступінь детермінізму управляючого чи розпізнаючого пристрою при найбільш досконалому управлінні повинна відповідати (бути адекватною) ступеню детермінізму управління чи розпізнавання. Якщо об'єкт або процес є індетермінованим, чи як кажуть кібернетики, містить у собі «чорний ящик» то й управляючий пристрій повинен бути також індетермінованим і містити в собі аналогічний чорний ящик.... Ця думка вперше була висловлена англійським вченим С. Біром.»

С. Бір називав цей принцип «принципом зовнішнього доповнення». Характеризуючи вказаний принцип О. Г. Івахненко відмічав [8]:

«Таким чином, хоча Стаффорд Бір і вводить «чорний ящик» у ланцюг управління, але він далекий від обговорення будь-якої відповідності (адекватності) характеристик об'єкта і системи його управління. Введенням «чорного ящика» компенсується невизначеність слідуєчого за ним ланцюга – апарата управління заводом».

Введенням чорного ящика перед апаратом управління заводом С. Бір вирішує задачу формування цілі діяльності. Адже ціль діяльності, яка сформована у цьому ящику повинна повністю відповідати цілі яку реалізує другий чорний ящик. Зовнішнє доповнення з'являється тому, що ціль діяльності в класичній кібернетиці *визначається за межами кібернетичної системи!* Відповідними для *частин* кібернетичної системи можуть бути тільки *результати* їх діяльності. Для виконавчих органів це конкретний результат реалізації цілі, а для управління, як не дивно, це *проект* отриманого результату у формі цілі діяльності.

На основі цього стає зрозумілим смисл закону адекватності, який запропонував О. Г. Івахненко. Згідно цього закону «індетермінований об'єкт в оптимальному випадку повинен мати в системі його управління чи

розпізнавання індетерміновані елементи. «Чорним ящикам» в схемі об'єкта повинні відповідати «чорні ящики» в схемі системи управління чи розпізнавання.» [8, с. 335].

Стає зрозумілим, що чорні ящики повинні відповідно забезпечити формування проекту майбутнього результату у формі відповідної моделі і його реалізацію у формі визначеного продукту. Однак при цьому виникає задача забезпечення *відповідності* отриманого результату заплановану. Потрібен відповідний механізм. Це і є *механізм самоорганізації* діяльності по отриманню запланованого результату, досягненню цілі діяльності.

Розглядаючи проблему самоорганізації систем управління, О. Г. Івахненко вказував [8, с. 378]:

«Система самоорганізації повинна бути дуже багатомірною, так що розрахувати її в деталях практично неможливо. В ній повинні бути використані загальні «інтегральні впливи», які діють на мережу елементів, кожний з яких має власний «елементарний алгоритм» дії.

Найпростішою реалізацією інтегральної дії в кібернетиці (наприклад в перцептроні) є порогові елементи, які пропускають частину сигналів, елементарні алгоритми утворення яких досить добрі і відкидають усі інші... . Нарешті, самоорганізація повинна бути пов'язана з евристичними – здогадками про доцільність тієї чи іншої дії... . Евристики – це рішення, які пов'язані з бажаннями споживача результатів рішення задачі, з факторами його мотивації. Вони не відносяться ні до предмету, ні до компетенції математики, і отже, ніяке вдосконалення математичного апарату не може їх замінити, чи зрівнятися з ними по дії... . Тому точність евристичних методів виявилася незрівнянно вище точності найбільш досконалих і загальних математичних методів, які використовують специфічні (детерміністські) підходи».

В цій тезі О. Г. Івахненко вводить принцип самоорганізації на основі «інтегральних впливів», які повинні формуватися на основі евристик і які пов'язані з *бажаннями* споживача результатів задачі. Виникає питання, яку задачу вирішує споживач під дією *інтегральних впливів* з урахуванням його мотивації? Це не що інше як *формування цілі його діяльності у формі проекту майбутнього результату з послідуною його реалізацією*.

О. Г. Івахненко прийшов до ідеї про форму механізму самоорганізації *діяльності системи управління на етапі формування* цілі діяльності у формі проекту майбутнього результату. Механізм самоорганізації системи управління полягає у формуванні цілі діяльності на основі інтегральної дії факторів, опрацювання яких пов'язане з евристичними [9].

Ця задача вирішується завдяки інтелекту, який є властивістю реальних нейронних структур головного мозку, а також повинна реалізовуватися у структурах штучних нейронних мереж. Саме в цьому полягає їх інтелектуальність.

Постає додаткова задача пізнання цього механізму формування цілі діяльності у формі проекту майбутнього результату на основі евристик.

Виникає також питання, чи дійсно евристики «не відносяться ні до предмету, ні до компетенції математики, і отже, ніяке вдосконалення математичного апарату не може їх замінити, чи зрівнятися з ними по дії»?

Згідно Т. А. Гаврилової [31, с. 11]:

«В 1956-1963 рр. проводилися інтенсивні пошуки моделей та алгоритмів людського мислення та розробка перших програм на їх основі. Представники існуючих гуманітарних наук – філософи, психологи, лінгвісти – ні тоді, ні зараз не в змозі запропонувати такі алгоритми».

Основою їх пропозицій була теза [31, с. 11]:

«Не має значення, як влаштовано «мислячий» пристрій. Головне, щоб на задані вхідні впливи він реагував так само, як людський мозок. Прибічники цього напрямку мотивували свій підхід тим, що людина не повинна слідувати природі у своїх наукових та технологічних пошуках».

Однією з таких моделей є ідея евристики, яку Т. А. Гаврилова характеризувала наступним чином [31, с. 12]:

«Початок 60-х – це епоха евристичного програмування. Евристика – правило, теоретично не обґрунтоване, що дозволяє скоротити кількість переборів в просторі пошуку. Евристичне програмування – розробка стратегії дій на основі відомої, заздалегідь заданої евристики [Александров, 1975] ... На жаль, з епохою евристик, закінчився етап пошуку універсального алгоритму мислення і з середини 1970-х років на зміну пошуку універсального алгоритму мислення придумали ідею моделювати конкретні знання спеціалістів-експертів... . Почав застосовуватися новий підхід до вирішення задач штучного інтелекту – представлення знань.» [31, с. 12].

1.3.4. Неоднозначність принципів організації та самоорганізації кібернетичних систем

З аналізу принципів організації існування та самоорганізації діяльності фізіологічних систем та кібернетичних машин слідує, що *організація* систем, в яких виділено дві частини, а саме: система управління та об'єкт управління реалізуються на основі:

– принципу *організації* системи в «існуванні», який полягає в об'єднанні частин систем за рахунок *передачі* інформації (перша гіпотеза Н. Вінера щодо організації системи в «існуванні»);

– принципу *організації* в існуванні для фізіологічних систем та кібернетичних машин на основі будь-якої сталої незмінної і однозначної дії оператора (перша *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *організації діяльності* систем);

– закону необхідної різноманітності У. Р. Ешбі, який можливим є розглядати саме як закон умови *поєднання* двох частин фізіологічної або кібернетичної систем;

– закону зовнішнього доповнення С. Біра, згідно якого, якщо «об'єкт або процес є індетермінованим, чи як кажуть кібернетики, містить у собі «чорний ящик» то й управляючий пристрій повинен бути також індетермінованим і містити в собі аналогічний чорний ящик».

– закон еквівалентності О. Г. Івахненко, згідно якого ««чорним ящикам» в схемі об'єкта повинні відповідати «чорні ящики» в схемі системи управління чи розпізнавання».

Таким чином, в класичній кібернетиці запропоновано принаймні чотири принципи *організації* кібернетичних машин і фізіологічних систем в їх «існуванні». Визначальним, на нашу думку, є закон адекватності, який запропоновано О. Г. Івахненко. Саме цей закон є основою для подальшого розгляду організації кібернетичних машин і фізіологічних систем, як *організованих цілих*, згідно пропозиції Л. фон Берталанфі [32].

Самоорганізація систем, в яких виділено дві частини, а саме: система управління та об'єкт управління реалізуються на основі:

– принципу *самоорганізації* діяльності фізіологічних систем і кібернетичних машин шляхом передачі інформації у формі закону управління на основі зворотного зв'язку (перша гіпотеза Н. Вінера для *самоорганізації* діяльності);

– принципу самоорганізації діяльності у формі *цілеспрямованої поведінки* інформаційної машини (автомату) на основі *навчання* навмання обраного для неї *нецілеспрямованого* механізму без *окремого формування* попередньої цілі діяльності за її межами (друга гіпотеза Н. Вінера для *самоорганізації* діяльності);

– принципу *самоорганізації* діяльності фізіологічних систем за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку (перша *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації* діяльності фізіологічних систем);

– положення про *неможливість* самоорганізації кібернетичних машин за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку (друга *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації* діяльності фізіологічних систем).

– принципу *самоорганізації* діяльності для фізіологічних систем і кібернетичних машин на етапу реалізації цілі діяльності на основі «передачі принаймні рівної кількості інформації» (друга *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації* діяльності фізіологічних систем).

З наведеного слідує, що в класичній кібернетиці не вдалося сформулювати однозначний принцип самоорганізації діяльності для фізіологічних систем і кібернетичних машин, а отже й довести їх еквівалентність. Згідно О. Г. Івахненку самоорганізація діяльності системи управління можлива на основі механізму самоорганізації, який полягає у формуванні цілі діяльності на основі інтегральної дії факторів, опрацювання яких пов'язане з *евристиками*.

Розкриття змісту механізму формування цілі діяльності в межах самої системи управління вирішує проблему переходу до пізнання інформаційно

«відкритих» систем. Не вирішеною залишається задача пізнання «інтегральної дії факторів, опрацювання яких пов'язане з *евристиками*».

1.4. Аналіз методологічних основ класичної кібернетики

Перш за все, необхідно відзначити, що загально визнаною методологією досліджень в природничих науках є методологія системного підходу. Поряд з нею і як залежна від неї також застосовується методологія *цілісного* підходу. Для системи вводиться поняття «цілісності», або ж «емерджентності». На основі цього для системи розглядаються додаткові властивості.

Формування класичної кібернетики здійснювалося на основі саме методології системного підходу. Кібернетична система визначається як сукупність взаємодіючих елементів. Але, при цьому, з самого початку формування основ кібернетики кібернетичну систему поділяють на дві частини, а саме: систему управління та об'єкт управління. На жаль, їх не розглядають як частини *організованого цілого*, як це пропонував в загальній теорії систем її засновник Л. фон Берталанфі [32].

Натомість, основну увагу зосередили саме на системі управління, тому й предметом дослідження було обрано саме закони управління й передачі інформації. Тому принцип еквівалентності, принципи організації та самоорганізації кібернетичних систем розглядали саме з позицій системи управління. При цьому також проігнорували основну властивість кібернетичної системи, а саме її цілеспрямованість. Процес формування цілі діяльності залишили поза увагою. Тому ключові принципи класичної кібернетики формувалися в більшій мірі на припущеннях про закономірності формування та діяльності кібернетичних систем. Основною проблемою загальної теорії систем, яка не вирішена до цього часу є проблема системоформуючого фактора. Зрозуміло, що ця проблема повинна була проявитися й при формуванні класичної кібернетики оскільки досліджуються саме кібернетичні *системи*. Проблема формування принципів організації для фізіологічних систем та кібернетичних машин і є формою вираження проблеми системоформуючого фактора в загальній теорії систем. З аналізу принципів організації та самоорганізації зрозуміло, що на цей час відсутнє однозначне їх визначення.

Згідно теореми Геделя про неповноту в рамках аксіом методології системного підходу неможливо сформулювати однозначні визначення для принципів організації та самоорганізації як кібернетичних машин так і фізіологічних систем. Необхідне зовнішнє доповнення. Таким доповненням нами пропонується обрати методологію цілісного підходу і в рамках цієї методології сформулювати вказані принципи [33].

1.5. Криза системної методології та шляхи її подолання

В даний час системна методологія розвивається у двох напрямках, а саме: у напрямку розвитку загальної теорії систем, а також у напрямі розвитку

спеціальних теорій систем. Для системної методології фундаментальною невирішеною проблемою є проблема однозначного визначення змісту категорії «система». Тому постає завдання пошуку нових шляхів її вирішення. Перший шлях передбачає пошук однозначного визначення змісту категорії "система". Другий шлях передбачає пошук альтернативних методологій дослідження із застосуванням альтернативних категорій теорії пізнання.

Виконано аналіз проблем, що стоять перед загальною теорією систем. Показано, що запровадження додаткової категорії «управління» не вирішує проблеми однозначного визначення категорії «система». Показано необхідність запровадження категорії «діяльність».

Обґрунтовано можливість визначення змісту категорії «діяльність» відмінного від змісту категорії «процес». Для категорії "процес" характеристикою її змісту є результат реалізації процесу. Він завжди має певний зміст. Основою визначення змісту категорії «діяльність» послужили положення теорії функціональних систем, розробленої академіком П. Анохіним. З цієї теорії введено чотири організаційних завдання, вирішення яких становить «одiniцю» цілісної діяльності організованого цілого.

Відмінною характеристикою реалізації «одiniці» цілісної діяльності є сталість результату діяльності. Цей результат виявляється у рівності нулю між характеристиками проекту майбутнього результату та її реальними отриманими характеристиками. Суб'єкт живої природи є організованим цілим, і тоді, коли він здатний реалізувати «одiniцю» цілісної діяльності у вигляді чотирьох організаційних завдань. Ці завдання реалізуються у двох його частинах. Ці частини можуть бути представлені як системи. У цьому випадку від системи не потрібно вимагати наявності її цілісності, а достатньо отримання конкретного кінцевого результату реалізації процесів, включених до її складу. Система може бути визначена як сукупність елементів, що взаємодіють, що забезпечує вирішення поставлених організаційних завдань. Таким чином, вдається встановити однозначний зміст для категорій «ціле» та «система» та спосіб їх взаємовідносин – «ціле» та «частина».

1.5.1. Аналіз кризових явищ системної методології

Етапи розвитку загальної теорії систем досліджував Ю. А. Урманцев. Спеціальні теорії систем розвиваються переважно за такими напрямками: математична теорія систем; системалогія; теорія організації; теорія управління; теорія функціональних систем; загальна теорія фірми Я. Корнаї.

А. М. Бобковим наведено аналіз існуючого стану розвитку загальної теорії систем та сформульовано основні її проблеми. Він відмічав, що головною причиною, яка перешкоджає перетворенню ідеї системності на деяку нетривіальну загальну теорію систем, є, на наш погляд, відсутність у рамках системного підходу логічно чіткого визначення того, що розуміється під системою. Всі автори - системологи сходяться на тому, що система є, перш за

все, деякою кількістю складових її елементів. Система є тим, що складено, зібрано, складається... і т. д. З цим згодні всі.

Але далі починаються труднощі, оскільки далі є два шляхи:

1) так і зупинитися на цьому визначенні і вважати *системою* просто все, що складено з чого-небудь і будь-яким чином;

або

2) спробувати уточнити і конкретизувати, *якого саме роду* те, що складено називати системою.

У першому випадку під ім'ям "системи" ми отримуємо просто якийсь синонім поняття цілого як того, що складається з частин. Жодної окремої науки про таке *ціле взагалі*, природно, бути не може. Все у світі є деяке ціле, що складається з частин, але з цього твердження неможливо вивести жодних нетривіальних наслідків. А конкретні види цілого вивчають конкретні науки – фізика, біологія, соціологія, гносеологія тощо.

Виникає питання, а чи не можна попередньо вивчивши цілі конкретних наук, дати узагальнене визначення цілого? А. М. Бобков пропонує другий шлях, який передбачає, що не всяке ціле є системою, не всякі, а лише деякі особливі утворення мають властивість системності і тому тільки вони можуть розглядатися як системи.

Цей, другий шлях дуже непопулярний у авторів різних сучасних варіантів загальної теорії систем, і зрозуміло чому. Адже вони хочуть створити якусь загальну теорію, що описує об'єкти будь-якої природи, а тут їм пропонується обмежити своє розуміння системи, а обмежити – означає звужити сферу його застосування і, отже, зробити теорію не загальною.

На нашу думку, головним недоліком всіх такого роду дефініцій ..., є те, що їхні автори не наважуються включити у своє уявлення про систему нічого понад те, що вона є деяке ціле (або певна єдність), що складається з частин (або деякої множини). Всі їх визначення насправді не є визначеннями (вони є деякі аналітичні тавтології в сенсі Канта), і саме тому на їх базі просто неможливо побудувати скільки-небудь нетривіальну теорію.

Аналіз наведених вище тверджень А. М. Бобкова свідчить про неможливість визначення змісту категорії "система" через категорію "ціле" без розкриття змісту цієї категорії. У той же час він впевнений у тому, що науки про «ціле» бути не може. Ціллю дослідження є обґрунтування гіпотези про можливість розробки «теорії цілого», яка має дати відповідь на запитання, що є «ціле»? Після відповіді на це питання можна буде відповісти і на питання, чим є система, якщо вона не ціле? Можливо система і справді не є цілим! Отже, завданням дослідження є обґрунтування змісту категорії «ціле» та встановлення форми відношення категорій «ціле» та «система».

1.5.2. Формування змісту категорії «діяльність»

А. М. Бобковим пропонується до визначення поняття «система» включити додаткову категорію крім категорії «ціле». Як таку категорію він

пропонує застосовувати поняття «управління». Він стверджує, що систему, на наш погляд, слід визначити як таку безліч деяких об'єктів (елементів), у якій кожен управляється зрештою одним із них (чи: кожен підпорядкований зрештою одному з них). Системою, таким чином, є лише таке утворення, в якому є єдиний керуючий центр (і відповідно залежна від нього периферія).

Введення А. М. Бобковим додаткової категорії «управління» у визначення поняття «система» є не першою спробою такого роду.

Д. М. Махонцева у такий спосіб розкриває зміст категорії «система»: будь-яка система одночасно є і цілим, і частиною, тобто ціле і частина – це дві сторони однієї медалі, отже, і властивості будь-якої системи визначаються властивостями як цілого, так і частини, незалежно від їхньої приналежності до органічної чи неорганічної природи.

Далі вона дає наступне визначення категорії «система»: системою є впорядковано стійка самоврядна та керована цілісність, – це цілісність, яка підтримує відповідний стійкий стан своєї системи та системи, яка стоїть вище, за допомогою самоврядування та управління.

Вводиться дві додаткові категорії: «управління» та «самоврядування», а також дві категорії систем – «своя» і та, що стоїть «вище».

До складу системи входять дві частини: керуюча та керована частини. Ця концепція є фундаментом кібернетики М. Вінера, У. Ешбі та їх послідовників, зокрема академіка А. А. Ляпунова з учнями.

Таким чином, підходи А. М. Бобкова та Д. М. Махонцевої до розвитку загальної теорії систем є спробою визначення змісту додаткової категорії «управління». Не вирішеною залишається проблема розкриття змісту категорії «ціле» та її ставлення до категорії «система».

Новою концепцією управління підприємствами є концепція рефлексивного управління, що розвивається А. В. Авіловим та іншими авторами.

Виконавши аналіз діяльності керівника, А. В. Авілов приходять до висновку, що можливо вважати, що для поняття діяльності як наукового предмета сьогодні немає адекватної науки. Якщо «навантажувати» поняття діяльності трансцендентним, ми виходимо у область філософії, якщо моральним - в етику, а якщо обмежувати це поняття зведенням його до поняття поведінки - в психологію. Хоча намічені кордони дуже умовні, але ми намагатимемося далі показати, що у діяльності, взятій як об'єкт, є місце для нашого предмета досліджень».

Таким чином, категорія «діяльність» може бути використана як альтернатива для категорії «управління» у пізнанні об'єктів живої природи.

Як правило, діяльність у сучасному розумінні розглядається як процес або їхня сукупність. У той же час існує інша думка про зміст категорії «діяльність» як об'єкта окремої науки – теорії діяльності. Дослідження діяльності живих істот із позицій системної методології є предметом теорії діяльності.

Е. Г. Юдін дає таке визначення поняття «діяльність»: приймемо як вихідне таке визначення діяльності: діяльність це специфічно людська форма активного ставлення до навколишнього світу, зміст якої становить доцільну зміну та перетворення цього світу на основі освоєння та розвитку наявних форм культури.

Далі ним вводиться поняття «структура діяльності» відзначаючи, що загальна структура діяльності включає у себе мету, засіб, результат і процес діяльності. Відзначаючи роль категорії «діяльність» він підкреслює, що місце та роль поняття діяльності визначаються насамперед тим, що воно відноситься до розряду універсальних, граничних абстракцій. Такі абстракції втілюють у собі якийсь «наскрізний» зміст: вони дають змістовне вираження одночасно й найелементарнішим актам буття, та її глибинним підставам, проникнення у які робить розумом пізнавану справжню цілісність світу.

Теорія діяльності розвивається також у роботах Г. П. Щедровицького. Серед загальних проблем цієї теорії, перш за все, він зазначає, що по суті справи, емпіричні дисципліни, що вивчають діяльність, дійшли зараз такого положення, коли накопичено досить багато емпіричних співвідношень, що описують окремі групи фактів. Але не вистачає одного і найголовнішого - виділення діяльності не як такого об'єкта, яким вона виступає в різних своїх проявах, а як ідеальний предмет вивчення ...

Тому виникає питання: якщо діяльність - це особливий об'єкт, несхожий на інші і виділений вже давно, і якщо велика кількість дослідників займаються аналізом діяльності, то чому досі не отримано суттєвих результатів і з чим тут, перш за все, стикається дослідження?

На це питання він дає таку відповідь: ми не лише не знаємо, що таке діяльність, але також не знаємо, як це дізнатися. Справа тут не в тому, що ми не застосували якусь суму операцій, уже відомих нам, не вклали певної праці і не з'ясували, що це таке. Справа в тому, що у нас, мабуть, немає необхідних засобів, немає того апарату понять та методів аналізу, за допомогою якого це можна було б з'ясувати.

Філософською мовою це означає, що ми не маємо відповідних категорій. З такою ситуацією людство стикається аж ніяк не вперше. Але останнім часом саме через розрив між соціальними, гуманітарними науками та технічними науками цей момент, як правило, не береться до уваги. А саме: щоб вивчати діяльність, ми маємо не лише виділити її як об'єкт, а й якось з ним діяти, ми маємо ще додатково виробити систему засобів для його аналізу.

Наша дослідницька робота повинна давати два різні продукти: з одного боку, повинні продукуватися знання про діяльність, а з іншого боку, і це, по суті, є умовою та передумовою всієї роботи, повинні продукуватися певні засоби та методи. У міру того, наскільки ми зуміємо розробити нові засоби і методи, ми отримаємо якісь знання про діяльність.

Таким чином, Г. П. Щедровицький ставить два завдання:

– Визначення змісту категорії «діяльність»;

– визначення (розробки) методології дослідження (аналізу та синтезу) діяльності як такої.

Аналіз існуючих методів дослідження діяльності як самостійного об'єкта дослідження дозволив Г. П. Щедровицькому виявити такі проблеми.

Перша дія, з якої починають, – це твердження, що діяльність є процес. І потім її починають вивчати як процес. Нехай є певні емпіричні прояви, скажімо, дії однієї чи іншої людини чи робота певної установи. Аналізувати таку роботу як процес означає розкласти її на деяку послідовність «шматочків» у часі, потім задати їй ж як цілі і, нарешті, встановити процедури, які дозволяють від цих «шматочків», які розглядаються як одиниці, переходити до цілого, що охоплює їх .

Отже, коли кажуть, що діяльність є процес, це означає віру у можливість виділити такі «шматочки» - маленькі процеси чи операції, які, з'єднуючись одне з одним у лінійну послідовність чи розгалужені ланцюги, дадуть нам у результаті діяльність.

Перше, з чим стикається тут дослідник, – це те, що нікому не вдалося виділити таких «шматочків» чи операцій. Тут слід назвати дві основні причини невдач.

Перша пов'язана з різницею процесу та результату діяльності.

Друга скрута. Незрозуміло, хто та що є носієм діяльності. Коротше кажучи, щоразу ми постаємо тут перед двома питаннями: 1) до якого матеріалу потрібно прив'язувати те, що ми називаємо людською діяльністю, та 2) якими одиницями ми можемо при цьому обмежуватися?

Г.П. Щедровицький наступним чином відповідає на ці питання. Основна мета у виділенні предмета вивчення – це подання такої обмеженої галузі, всередині якої ми могли б знайти деякі закони та закономірності.

У результаті ми підходимо до принципової тези: якщо діяльність не є процесом та діяльність не є річ, то що ж це таке? Відповідь: діяльність є структурою Потрібно лише додати, що у цьому разі мають на увазі структуру, куди входять неоднорідні елементи: кожен із цих елементів перебуває ще, окрім того, у процесі свого власного руху, розвитку та функціонування. Це - дуже важливе зауваження.

Отже, коли я кажу, що щось є найпростіша одиниця, я стверджую, що тільки такий мінімальний набір може розглядатися як цілісність, яка підпорядковується певному закону. Умовою побудови предмета вивчення діяльності є принциповий поворот у категоріальному сенсі діяльності.

Таким чином, у теорію діяльності введено такі категорії:

– одиниця діяльності як певна цілісність, яка підпорядкована певним законам та закономірностям;

- Діяльність - це структура, яка включає неоднорідні елементи.

А також поставлені такі питання:

- що є людська діяльність?;

- що є одиницею цієї діяльності, є її цілісністю?;

- якими методами необхідно дослідити діяльність?

Отже, в теорії діяльності постало завдання виходу за межі положень загальної теорії систем шляхом запровадження нових категорій. Якщо в теорії систем поняття «процесний підхід», «процес» є фундаментальними, то в теорії діяльності виникла проблема невідповідності понять «процес» і «діяльність». На жаль, Г. П. Щедровицьким не дано обґрунтування цієї різниці, натомість запропоновано розглядати діяльність як «структуру».

Для розкриття цієї різниці необхідно розглянути детальне визначення поняття «процес» та «діяльність». Загальновизнаним є представлення процесу як діяльності, яка для своєї реалізації потребує відповідних ресурсів та завершується одержанням відповідного результату. Класичним прикладом застосування такого визначення поняття «процес» є методологія структурного аналізу та моделювання, яка своєю чергою є основою для стандартів IDEF0, IDEF3 та інших. Фундаментальною особливістю процесу є *отримання конкретного результату*.

Відповідь на питання щодо змісту категорії «діяльність» з нашого погляду може бути сформульована з урахуванням положень теорії функціональних систем. На жаль, ні А. М. Бобковим, ні Д. М. Мехонцевою, ні А. В. Авіловим з Є. Г. Юдіним та Г. П. Щедровицьким не розглядалися положення теорії функціональних систем академіка П. К. Анохіна. Вперше ця теорія була опублікована 1935 року. П. К. Анохіним виконано детальний аналіз існуючих визначень категорії «система», показано їхню неспроможність і дано його розуміння її змісту [5]: «Системою можна назвати тільки такий комплекс вибірково включених компонентів, в яких взаємодія та взаємовідносини набувають характеру взаємного сприяння компонентів на отримання сфокусованого корисного результату».

Запроваджується поняття системоутворюючого чинника. А. М. Бобков і Д. М. Махонцева як такий фактор вводять категорії «управління» та «самоврядування». П. К. Анохіним як такий фактор застосовується категорія «корисний результат». Отже, функціональна система реалізує діяльність із отримання корисного результату.

Аналіз теорії функціональних систем з погляду співвідношення понять «система» і «ціле» виявив такі факти. Предметом дослідження в цій теорії є діяльність живої істоти організованої у формі функціональної системи з отримання запрограмованого (корисного) результату. Адже в теорії функціональних систем досліджується конкретний об'єкт живої природи – людина, її діяльність. На жаль, П. К. Анохін не ставив собі завдання зіставлення положень теорії функціональних систем, самої категорії «система» з категоріями «ціле», «цілісність». Однак його послідовник академік К. В. Судаков для опису процесу діяльності функціональної системи з отримання корисного результату як цілого застосовує поняття «системоквант фізіологічної діяльності». У чому полягає зміст цієї діяльності та отриманого результату? Нами запропоновано зміст діяльності з одержання корисного результату розглядати як цілісну діяльність організованого цілого у формі вирішення організаційних завдань:

- організаційне завдання, вирішення якого забезпечує формування проекту майбутнього результату (організуюча частина);
- організаційне завдання, вирішення якого забезпечує отримання такого результату (реалізуюча частина).

Відповідно, ці дві організаційні завдання вирішуються у двох відповідних частинах, які у свою чергу і формують цілісність діяльності (формулювання та вирішення організаційного завдання) та є їх фізичними носіями.

Отже, цілісність діяльності є фундаментальним атрибутом формування організованого цілого. Ми пропонуємо розглядати саме цілісність діяльності, а також організоване ціле як її носія. Саме реалізація одного циклу діяльності і є її «одиницею» за термінологією Г. П. Щедровицького. Фізіологічні процеси, що супроводжують діяльність у їх сукупності, формують системоквант поведінкового акта. Теорія функціональних систем (ТФС) є не чим іншим як теорією внутрішньої діяльності живої істоти, як організованого цілого, завдяки цілісності своєї діяльності. Сприймаючи ТФС саме у так, вдається сформувати однозначне визначення змісту цілісності діяльності організованого цілого:

- цілісність діяльності організованого цілого визначається через здатність реалізації двох складових організаційних завдань, одне з яких забезпечує формування проекту майбутнього результату в її організуючій частині, а інше забезпечує його отримання в частині, що реалізує діяльність, у взаємодії з першою, на основі реалізації закону результату, закону динамічної мобілізації структур та закону сталості архітектури функціональної системи. Ця теза суперечить тезі А. М. Бобкова про те, що у першому випадку під ім'ям «системи» отримуємо просто певний синонім поняття «цілого», що складається з частин. Жодної окремої науки про таке ціле, природно, бути не може.

Як бачимо, теорія функціональних систем є саме такою наукою! У той самий час, у нашій тезі є новий об'єкт дослідження - діяльність і нова її властивість - цілісність діяльності. Ціле при цьому є носієм (реалізатором) цієї діяльності. Із цього виникає можливість формування нових категорій теорії діяльності. Насамперед, це стосується «одиниці» діяльності з термінології Г. П. Щедровицького. Виходячи з положень теорії функціональних систем, на його питання про «одиницю» такої діяльності, легко відповісти – це і є системоквант, для якого додатково запровадили категорії «цілісність діяльності», «організоване ціле» та категорію «організаційне завдання», як це запропонував О.О. Богданов у його Тектології.

У роботі [33] нами розглянуто детальний алгоритм реалізації циклу цілісної діяльності організованого цілого. До його складу входять конкретні діяльності у формі вирішення наступних завдань:

- 1 – завдання щодо формування оптимального проекту майбутнього результату (*П*);
- 2 – завдання прийняття рішення про досягнення сформованого проекту майбутнього результату;
- 3 – завдання щодо досягнення сформованого проекту результату (*Р*);

4 – завдання забезпечення відповідності досягнутого результату (Р) встановленого значення проекту майбутнього результату (П) шляхом їх вимірювання та зіставлення за співвідношенням:

$$П = Р. \quad (1.1)$$

Четверте завдання є завершальним у діяльності та її результатом є забезпечення відповідності отриманого результату його проекту, тобто:

$$П - Р = 0. \quad (1.2)$$

Результатом цілісної діяльності «одиниці» діяльності є «нуль»! З одного боку, результат «процесу» завжди є змістовним, а оскільки результат «цілісної діяльності» має бути таким, що не відповідає цьому результату в будь-якому випадку, то це можливо лише тоді, коли він дорівнює «нулю»!

Таким чином, відмінність категорій «процес» та «діяльність» полягає саме в тому, що процес на виході має конкретне «значення» у формі результату, якому притаманний зміст, а результат цілісної діяльності «одиниці» діяльності виражається «нулем». Це становище і є відповіддю на питання Г. П. Щедровицького про співвідношення категорій «процес» та «діяльність».

Поряд із категорією «система» у системній методології застосовується категорія «ціле». Ця категорія є основою формування цілісного методу системної технології М. М. Телемтаєвим. Відповідно до цього методу: «ціле – це сукупність елементів середовища (які можуть бути цілими), які здійснюють діяльність задля власного виживання, збереження та розвитку серед діяльності; цілісність – властивість частини середовища (яка може бути цілим) здійснювати діяльність на користь виживання, збереження та розвитку іншої частини середовища, зокрема й іншого цілого».

Таким чином, ознакою цілого є наявність сукупності частин середовища (які можуть бути цілими), а також їх діяльності з виживання, збереження та розвитку. Тобто це стосується систем живої природи. Ціле є сукупність цілих, це зрозуміло. Те, що ціле є сукупність не цілих, а їх частин, які здійснюють діяльність задля власного виживання, збереження та розвитку у середовищі діяльності свідчить про залучення кількох живих істот для реалізації цих видів діяльності. Одночасно розглядаються діяльність однієї живої істоти та діяльність їхнього об'єднання. Цілісність розглядається як властивість частини середовища, яка може бути цілим, здійснювати діяльність на користь виживання, збереження та розвитку *іншої* частини середовища, в тому числі *іншого* цілого, тобто залученої до його складу. А здійснення діяльності цілого у своїх інтересах відповідає критерію цілісності? Чому? На нашу думку, цілісність може бути властивістю певного аспекту характерного для цілого. Наприклад, цілісність може стосуватися самої діяльності організованого цілого. Саме це становище є основою наших міркувань.

1.6. Висновки

1. Формулювання однозначного визначення категорії «система» через категорію «ціле» неможливе внаслідок конкретності результатів реалізації

процесів, одержуваних у системах та однозначного результату діяльності для «одиниці» цілісної діяльності організованого цілого – «нуль».

2. Суб'єкт живої природи є організованим цілим, тоді й лише тоді, коли він здатний реалізувати «одиницю» цілісної діяльності у формі чотирьох організаційних завдань. Ці завдання реалізуються у двох його частинах. Ці частини можуть бути представлені як системи. У цьому випадку від системи не потрібно вимагати наявності її цілісності, а достатньо отримання конкретного кінцевого результату реалізації процесів, включених до її складу. Система може бути визначена як сукупність елементів, що взаємодіють, що забезпечує вирішення поставлених організаційних завдань. Таким чином, вдається встановити однозначний зміст для категорій «ціле» та «система» та спосіб їх взаємовідносин – «ціле» та «частина».

3. Об'єкти фізичної природи та суб'єкти живої природи можуть бути залучені до організованого цілого як системи або їх елементів для вирішення організаційних завдань кожної з його частин.

4. Невирішеним залишилося завдання визначення методу дослідження «одиниці» цілісної діяльності організованого цілого. Процесний підхід, як основа системного підходу, ґрунтується на розгляді предметної галузі через причинно-наслідкові та функціональні зв'язки. Методологія цілісного підходу заснована на пізнанні предметної області через діалектичну єдність організаційної задачі, розв'язання якої забезпечує формування проекту майбутнього результату та організаційної задачі, вирішення якої забезпечує отримання такого результату. Ці завдання співвідносяться як категорії «загальне» та «конкретне». Діалектична єдність забезпечується спеціальним завданням (завдання чотири), що забезпечує їх відповідність. Це положення вимагає подальшого самостійного обґрунтування в рамках окремої статті. У цьому підході категорії «ціле» та «частина» не співвідносні.

Які ж уроки слідують з кризи класичної кібернетики, яку досліджено у розділі? Основний урок полягає в тому, що саме ціль діяльності, механізм формування якої було виведено за межі кібернетичної системи, виявилася фундаментальним фактором як для формування принципу організації системи в її існуванні так і для формування принципу її самоорганізації в діяльності.

Тому класична кібернетика повинна перейти до дослідження інформаційно відкритих систем. При цьому, постають задачі пізнання механізму формування цілі діяльності і механізму забезпечення відповідності отриманого результату і його проекту які і є механізмами самоорганізації.

Для пізнання механізму формування цілі діяльності необхідно дослідити механізм формування евристик у моделі природної нейронної мережі за аналогією з задачею самоорганізації на основі евристик для моделі перцептрона Розенблата, яку розглядав О. Г. Івахненко.

Для пізнання механізму зміни знаку зворотного зв'язку необхідно дослідити архітектуру функціональної системи згідно теорії функціональних систем академіка П. К. Анохіна.

Література

1. Доценко С. І. Уроки кризи класичної кібернетики: причини та сутність [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2018, № 4(88). С. 4-16. DOI: 10.32620/reks.2018.4.01
2. Доценко С. И. К вопросу о кризисе системной методологии и пути его преодоления [Текст] / С. И. Доценко // Технологический аудит и резервы производства. – Харьков : 2014. – № 4/1 (18). – С. 12 – 17.
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. Щедровицкий, Г. П. Оргуправленческое мышление: идеология, методология, технология. Курс лекций [Текст] / Г. П. Щедровицкий. – М. : Наука, 2003. – Т. 4. – 480 с.
5. Анохин, П. К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы [Текст] / П. К. Анохин. – М. : Наука, 1978. – 400 с.
6. Анохин, П. К. Проблема центра и периферии в современной физиологии нервной деятельности [Текст] / П. К. Анохин // Проблема центра и периферии в нервной деятельности. – Горький, 1935. – С. 9–70.
7. Maruyama, M. The Second Cybernetics. Deviation Amplifying mutual causal process [Text] / M. Maruyama // American Scientist. – 1963. – No. 51. – P. 164-179.
8. Ивахненко, А. Г. Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления [Текст] / А. Г. Ивахненко. – Киев : Техніка, 1969. – С. 377.
9. Ивахненко, А. Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике [Текст] / А. Г. Ивахненко. – Київ : «Техніка», 1971. – 372 с.
10. Лернер, О. Я. Принципы самоорганизации [Текст] / О. Я. Лернер. – М. : «Мир», 1966. – 622 с.
11. Dachler, P. Some Explanatory Boundaries of Organismic Analogies for the Understanding of Social System [Text] / P. Dachler // Self-organization and management of social system. – Springer Series in Synergetics : Springer-Verlag. – 1984. – Vol. 26. – P. 132-147.
12. Malik, F. Evolutionary Management [Text] / F. Malik, G. Probst // Self-organization and management of social system. – Springer Series in Synergetics: Springer-Verlag. – 1984. – Vol. 26. – P. 105-120.
13. Self-organization and management of social system [Text] / H. Ulrich ed. – Springer Series in Synergetics : Springer-Verlag. – 1984. – Vol. 26. – 152 p.
14. Varela, F. Two principles of self-organization [Text] / F. Varela // Self-organization and management of social system. – Springer Series in Synergetics : Springer-Verlag. – 1984. – Vol. 26. – P. 25-32.
15. Foerster, von H. Cybernetics [Text] / H. von Foerster // Encyclopedia of Artificial Intelligence. – New York : John Wiley and Sons, 1987. – P. 225-227.

16. Abraham, F. D. Chaos, bifurcations, & self-organization: Dynamical extensions of neurological positivism & ecological psychology [Electronic resource] / F. D. Abraham // *Psychoscience*. – 1997. – No. 1(2). – P. 85-118. – Access mode: <http://www.pacweb.com/blueberry>. – 24.05.2018.
17. Heylighen, F. The Meaning of Self-organization in Computing [Electronic resource] / F. Heylighen, C. Gershenson // *IEEE Intelligent Systems, section Trends & Controversies – Self-organization and Information Systems*. – May/June 2003. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/236896068_The_Meaning_of_Self-organization_in_Computing. – 15.08.2018.
18. Хищенко, В. Е. Самоорганизация: элементы теории и социальные приложения [Текст] / В. Е. Хищенко. – М. : КомКнига, 2005. – 224 с.
19. Теслер, Г. С. Новая кибернетика [Текст] / Г. С. Теслер. – Киев: Логос, 2004. – 404 с.
20. Теслер, Г. С. Новая кибернетика как фундаментальная наука [Текст] / Г. С. Теслер // *Математичні машини і системи*. – 2005. – № 4. – С. 3–14.
21. Соколов, Б. В. Неокибернетика в современной структуре знаний [Текст] / Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов // *Робототехника и техническая кибернетика*. – 2014. – № 2(3). – С. 3–11.
22. Лопота, А. В. Самоорганизация в кибернетике и робототехнике [Текст] / А. В. Лопота, Е. И. Юревич // *Робототехника и техническая кибернетика*. – 2014. – № 4(5). – С. 4–5.
23. Novikov, D. A. *Cybernetics: From Past to Future* [Text] / D. A. Novikov. – Heidelberg : Springer, 2016.– 107 p.
24. Новиков, Д. А. Кибернетика 2.0 [Текст] / Д. А. Новиков // *Проблемы управления*. – 2016. – № 1. – С. 73–81.
25. Michael, U. Ben-Eli The Cybernetics of Crisis and the Challenge of Sustainability [Electronic resource]. – Access mode: http://www.sustainabilitylabs.org/files/Sus.CCCS_1_2.pdf – 22.05.2018.
26. Porvazník, Ján. General theory of systems, cybernetics and evaluation of human competence by solving present crisis problems of civilisation [Text] / Ján Porvazník, Ivana Ljudvigová // *3rd International Conference on New Challenges in Management and Organization: Organization and Leadership*, 2 May 2016, Dubai, UAH. – 2016. – Vol. 230. – P. 112-120. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.09.014
27. Richmond, Sheldon. The Collapse and Afterlife of Cybernetics [Text] / Sheldon Richmond // *Philosophy of the Social Sciences*. – 2018. – Vol. 48(3). – P. 333-340. DOI: 10.1177/0048393118758960.
28. Klein, Ronald R. *The Cybernetics Moment: Or Why We Call Our Age the Information Age* [Text] / Ronald, R. Klein. – Baltimore : Johns Hopkins University Press, 2015. – 352 p.
29. Винер, Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине [Текст] / Н. Винер. – М. : Советское радио, 1958. – С. 61–62.
30. Бир, С. Кибернетика и управление производством [Текст] / С. Бир. – М. : Наука, 1965. – 391 с.

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

32. Von Bertalanffy, L. General System Theory – A Critical Review [Text] / L. von Bertalanffy // General Systems. – 1962. – Vol. VII. – P. 1–20.

33. 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 / Доценко Сергій Ілліч. – Харків, 2017. – 369 с.

2. ПРИРОДНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ. МЕТОДОЛОГІЇ ЦІЛІСНОГО І СИСТЕМНОГО ПІДХОДІВ

С. І. Доценко¹, Є. М. Будніченко¹, Є. В. Брежнєв²,

¹ Український державний університет залізничного транспорту

*² Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

2.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1].

Цей розділ присвячено вирішенню проблеми встановлення відношень поміж методологіями системного та цілісного підходів.

Як правило, будь-яке наукове дослідження передбачає обґрунтування актуальності обраної теми дослідження, визначення об'єкту та предмету дослідження, мети й задач дослідження. Після цього обирається методологія дослідження. Як правило, це системна методологія, складовою частиною якої є методологія цілісного підходу. В даному випадку об'єктом дослідження є власне сама методологія системного підходу до дослідження закономірностей об'єктів предметної області. На жаль, на цей час методологія системного підходу має невирішені проблеми, серед яких головними є:

– проблема співвідношення методологій системного та цілісного підходів;

- проблема синтезу систем, до якої відносяться:
- проблема визначення змісту системоформуючого фактору;
- проблема визначення змісту принципу організації системи;
- проблема визначення змісту принципу самоорганізації системи.

Виникає питання, якою методологією дослідження необхідно скористатися для вирішення вказаних проблем? Очевидно, необхідно вийти за межі системних уявлень. Це можливо лише в одному випадку, а саме, шляхом застосування філософського підходу до дослідження закономірностей предметної області. Для цього скористаємося методом, який запропоновано проф. К. О. Метешкіним. Суть методу полягає в наступних вихідних положеннях. По-перше, на визначенні проблеми. По-друге, на філософському визначенні протиріччя, яке трактується як відношення між позитивними і негативними сторонами, будь-якого процесу або явища. По-третє, ґрунтуючись на категоріальному апараті закону єдності і боротьби протилежностей, який органічно включає принцип нерозривної єдності якості і кількості [2, с. 49].

Оскільки в класичній німецькій філософії основним є логічний метод, основою якого є діалектика, як принцип відношення поміж поняттями, а також об'єктами природи, пропонується у дослідженні застосувати саме логічний метод.

Для цього необхідно визначити протиріччя у формі антиномій, які притаманні кожній з методологій, а також антиномії поміж цими методологіями. Розкриття встановлених протиріч забезпечить формування відповідних аксіом. Встановлення базових аксіом для кожної з методологій забезпечить формування на їх основі законів, або ж закономірностей (правил) існування та діяльності досліджуваних об'єктів предметної області.

Після цього буде встановлено зміст форми відношень поміж методологіями системного та цілісного підходів.

Метою даного розділу є дослідження основних проблем методологій цілісного та системного підходів, визначення шляхів їх вирішення, а також встановлення форми відношень поміж ними.

Слід відзначити, що на сучасному етапу розвитку теорії пізнання *первинною* (основною) визнається методологія *системного* підходу, а методологія *цілісного* підходу визнається доповнюючою для методології системного підходу. Тому основні зусилля дослідників зосереджені саме на розробці основних положень методології системного підходу. При цьому, методологія *цілісного* підходу розробляється з позицій визначення закономірностей *цілісності*, які притаманні саме системам, мова йде про *цілісність* систем.

Серед загально відомих робіт, які присвячені теоретичним основам загальної теорії систем слід вказати роботи О. О. Богданова [3] та Л. фон Берталанфі [4]. Теорію кібернетичних систем розробляли Н. Вінер [5], У. Р. Ешбі [6], С. Бір [7], О. Г. Івахненко [8] та інші. Теорію функціональних систем

розвивав академік П. К. Анохін [9]. Теорію інтелектуальних систем на основі теорії функціональних систем розвивали К. О. Пупков [10] та О. В. Чечкін [11].

Серед сучасних робіт слід відзначити роботи Е. Г. Винограя, які присвячені розвитку загальної теорії систем. Ним розвивається системно-діалектичний, та системно-організаційний підходи до формування закономірностей загальної теорії систем [12].

Однак загальним недоліком всіх робіт, які присвячені вирішенню задач загальної теорії систем, є відсутність постановки задачі формування загальної методології *синтезу систем*. Існують поняття «системний аналіз», «системний аналітик», «системний синтез» [13] в той же час відсутня методологія синтезу систем [14]. Це пояснюється відсутністю загально визнаного однозначного визначення самого поняття «система». Існує навіть система, яка призначена для формування визначень поняття «система» [14].

Слід також відзначити роботи зарубіжних авторів, які присвячені проблемам дослідження та розробки природних інтелектуальних систем, які засновано на штучному інтелекті [15-19].

В даному дослідженні увага зосереджена на дослідженні інтелектуальних систем, до складу яких включено людину. Введено поняття «природна інтелектуальна система». В таких системах використовуються закономірності природного інтелекту людини [9]. В той же час існують поняття «інтелектуальна система», «інтелектуальна інформаційна технологія» та «інтелектуальний аналіз даних» які засновано на закономірностях штучного інтелекту [8, 15-19].

2.2. Аналіз існуючих протиріч методологій системного та цілісного підходів

Виникає питання, чому дослідники не можуть дійти однозначного визначення змісту поняття «система»? На нашу думку, ця проблема обумовлена наявністю двох невизначеностей, які притаманні визначенню поняття «система», як «сукупності взаємопов'язаних, взаємодіючих елементів». Виникає два питання:

- яка кількість елементів входить до складу системи?
- який принцип покладено у основу формування взаємозв'язку вказаних елементів?

Перше питання в загальній теорії систем взагалі не розглядається. Тому й не ведеться мова про *синтез* системи. Адже, якщо ми ведемо мову про синтез системи, тоді перше питання, на яке ми повинні відповісти, це питання про *склад* елементів.

При такому підході допускається помилка від якої застерігав Б. Спіноза при розробці логічного методу. Він зауважував, що найдосконалішим цей метод буде тоді, коли ми будемо володіти ідеєю найдосконалішої істоти. Тому

спочатку треба буде найбільш піклуватися про те, щоб якомога швидше прийти до пізнання такої істоти [20].

У даному дослідженні у якості найдосконалішої істоти обрано людину, а функціональне представлення її діяльності досліджується у теорії функціональних систем [9].

В загальній теорії систем питання про формування ідеї найдосконалішої істоти, нажаль, не ставиться. Основна увага приділяється дослідженню закономірностей взаємодії елементів в системі, тобто, дається відповідь на друге питання.

При цьому відсутня постановка проблем у формі, яка запропонована у роботі [2], а саме: не ставиться задача формування протиріч, які притаманні методології системного підходу. Відразу переходять до формування аксіом та відповідних закономірностей.

У загальній теорії систем встановлені наступні аксіоми [21]:

а) аксіома 1 – у системи завжди є одна постійна генеральна мета (принцип цілеспрямованості, призначеності систем);

б) аксіома 2 – мета для систем ставиться ззовні (принцип завдання мети для систем);

в) аксіома 3 – для досягнення мети система повинна діяти певним чином (принцип виконання дії системами):

– закон збереження (принцип сталості дії систем для збереження сталості мети);

– закон причинно-наслідкових обмежень (принцип детермінізму дій систем);

– закон ієрархії цілей (принцип розподілу цілі на підцілі);

– закон ієрархії систем (принцип розподілу підцелей між підсистемами і принцип підпорядкованості підсистем);

г) аксіома 4 – результат дії систем існує незалежно від самих систем (принцип незалежності результату дії).

Слід звернути увагу на наступне зауваження. Аксіоми ні звідки не виводяться, тому і аксіоми. Можливо при подальшому розвитку загальної теорії систем будуть знайдені додаткові принципи і з них вже буде слідувати, чому ці аксіоми такі, а не інші. Тоді ці аксіоми перестануть бути аксіомами, а поки що вони слідують з досвіду і тому не вимагають доказів [21].

Отже, вказані аксіоми не виводяться, а сприймаються як результати досвіду. Це обумовлено тим, що у загальній теорії систем *відсутнє* визначення її *протиріч*. Адже саме протиріччя, точніше, їх вирішення забезпечує встановлення відповідних аксіом.

Закономірності загальної теорії систем поділяються на чотири групи, а саме [22]:

– закономірності взаємодії частини і цілого;

– закономірності ієрархічної впорядкованості систем;

– закономірності здійсненості систем;

– закономірності розвитку систем.

Детальне дослідження закономірностей загальної теорії систем виконано у роботі [14].

Ці закономірності є наслідком третьої аксіоми загальної теорії систем. Зі змісту аксіом, законів та закономірностей слідує, що об'єктами дослідження в загальній теорії систем є «система» та «ціле». При цьому виникає антиномія у формі першого протиріччя, а саме:

- «система» та «ціле» – ці поняття *рівнозначні* за змістом та значенням;
- «система» та «ціле» – одне з понять є *первинним*, визначальним, а друге є підпорядкованим.

Рівнозначність понять «система» та «ціле» приводить до *невизначеності* і тому не може бути прийнятою для застосування. Залишається визначеність *первинності* для одного з цих понять. Яке з цих понять є первинним?

Історично першим в філософії розглядалось поняття «ціле». Так древньогрецький філософ Сократ наступним чином визначав ціле [23]:

«Бо єдине є те, що складається з двох протилежностей, так що при розрізанні навпіл ці протилежності виявляються. Чи не це положення поставив, за словами еллінів, їх великий і славний Геракліт в основу своєї філософії і пишався ним як новим відкриттям».

В цій цитаті мова йде про *діалектичну* єдність двох частин цілого (єдиного). Саме Сократ ввів у філософію *діалектику* для понять.

Г. Гегель дав наступне визначення *цілого* [24]:

«Істинне є ціле. Але ціле є тільки сутність, що завершується через свій розвиток.»

З наведених цитат слідує, що саме філософи першими звернули увагу на роль та зміст поняття «ціле» в філософії.

Слід звернути увагу на наступну обставину. Згідно [25, с 153]:

«Лише «через недогляд» Гегеля до складу системи діалектичних категорій не були включені поняття «система», «структура», якими він користувався мало не на кожному кроці».

Якщо уважно дослідити зміст робіт Г. Гегеля, можливо встановити, що поняття «система» використовується для позначення «системи наук». В його роботі «Наука логіки» мова йде саме про ціле!

Однак починаючи з початку двадцятого століття у природничих науках починає набувати поширення системна методологія. На початку двадцятого століття О. О. Богдановим були засновані теоретичні основи тектології (всезагальної організаційної науки) [3]. Перше видання здійснено у 1912 році.

У 1935 році П. К. Анохіним опубліковано теорію функціональних систем, в якій система визначається як *організоване* ціле. В середині двадцятого століття були засновані класична кібернетика (Н. Вінер, 1948 рік) та загальна теорія систем. Перша публікація Л. фон Берталанфі стосовно загальної теорії систем відноситься до 1928 року. При цьому, О. О. Богданов, П. К. Анохін, як і Л. фон Берталанфі системи з участю людини відносили до *організованих цілих*.

Отже, в загальному випадку сформовано три об'єкти дослідження, а саме: «система», «ціле» та «організоване ціле».

Предметом дослідження в даній роботі є закономірності формування (синтезу) та діяльності природних *інтелектуальних систем*, саме як *організованих цілих*. Теоретичною основою таких систем є теорія *функціональних систем* [9].

Проблема співвідношення понять «система» та «ціле» в загальній теорії систем вирішувалася наступним чином. *Первинним* визнавалося поняття «система», при цьому, система визначалася як *деяке ціле* [14]. З цього слідує друге протиріччя, а саме:

- система є дещо ціле;
- ціле не є системою.

Тобто, нам необхідно прийти до однозначного визначення форми відношення поміж цими поняттями.

З іншого боку, в системній методології використовується поняття «ціле». Дивно, але для цього поняття також не визначається кількість елементів, які його формують та принцип їх поєднання у ціле. Натомість досліджується форма відношень поміж *частинами* та *цілим*. Загалом розглядають три можливих варіанти, а саме:

- ціле менше суми своїх частин;
- ціле рівне сумі своїх частин;
- ціле більше суми своїх частин.

При цьому, не пояснюється, які саме атрибути (властивості) частин та цілого порівнюються. Як правило, визнають, що в цілому виникають властивості, яких немає у частин. На основі цього можливим є формулювання третього протиріччя:

- ціле співвідносне зі своїми частинами;
- ціле не співвідносне зі своїми частинами.

Зміст закономірностей *взаємодії* частини і цілого в загальній теорії систем розкривається через визначення змісту понять «цілісність» та «інтегративність». В. М. Волкова наступним чином визначає зміст поняття цілісність: *Цілісність*. Закономірність цілісності проявляється в системі в появі у неї нових властивостей, відсутніх у елементів. Берталанфі вважав емерджентність основною системною проблемою [14, с. 35].

Слід звернути увагу на наступну обставину. Розглядаючи систему як ціле, не звертають увагу на закономірності саме цього *цілого* як такого, а *розглядають* взаємодію частин і цілого. Також методологія цілісного підходу розглядається як окрема наукова дисципліна, яка займається дослідженням проблем цілісності в системному підході.

З визначення цілісності слідує, що цілісність *проявляється* в системі через появу нових властивостей *системи*. Вона є *результатом* взаємодії елементів у системі.

Додатково до закономірності «цілісність» введено поняття «інтегративність», а саме [22, с. 161]:

«Інтегративність. Цей термін часто вживається як синонім цілісності. Однак деякі дослідники. (Наприклад, В. Г. Афанасьєв) виділяють цю закономірність як самостійну, прагнучі підкреслити інтерес не до зовнішніх чинників прояви цілісності, а до більш глибоких причин, що обумовлює виникнення цієї властивості, до чинників, які забезпечують збереження цілісності. Інтегративними називають системоутворюючі, системозберігаючі чинники, в числі яких важливу роль відіграють неоднорідність і суперечливість елементів (які досліджуються більшістю філософів), з одного боку, і їх прагнення вступати в коаліції, з іншого, на що звернув увагу О. О. Богданов.»

З цієї цитати слідує, що для системи розглядають інтегруючу (поєднуючу) властивість, яка забезпечує *системоутворення, системозбереження*. При цьому, інтегруючі чинники розглядаються з одного боку через *неоднорідність і суперечливість* елементів, а з іншого боку через прагнення вступати в *коаліції*. В чому полягає ця неоднорідність і суперечливість, що її породжує?

Отже, цілісність (інтегративність) розглядається для двох етапів діяльності системи, а саме:

- етапу системоутворення;
- етапу її діяльності.

Зрозуміло, що етап системоутворення є первинним. Виникає питання, чому цілісність проявляється по різному на різних етапах діяльності системи? Адже системоутворюючі чинники не зникають після її формування.

Друге питання стосується протилежності змісту системоутворюючих чинників. З одного боку визнається неоднорідність і суперечливість елементів, яка забезпечує їх поєднання в систему, а з іншого боку прагнення до об'єднання через коаліцію. Адже коаліцію утворюють елементи на основі чогось спільного. Так в чому ж насправді полягає склад та зміст механізму поєднання?

З наведеного можливим є формування четвертого протиріччя у формі антиномії:

- системоутворюючим чинником є неоднорідність і суперечливість елементів системи;
- системоутворюючим чинником є спільні властивості елементів, які забезпечують коаліційне об'єднання їх у систему.

Отже, постає задача вирішення даного протиріччя.

На рисунку 2.1 наведено зміст встановлених протиріч методологій системного та цілісного підходів.

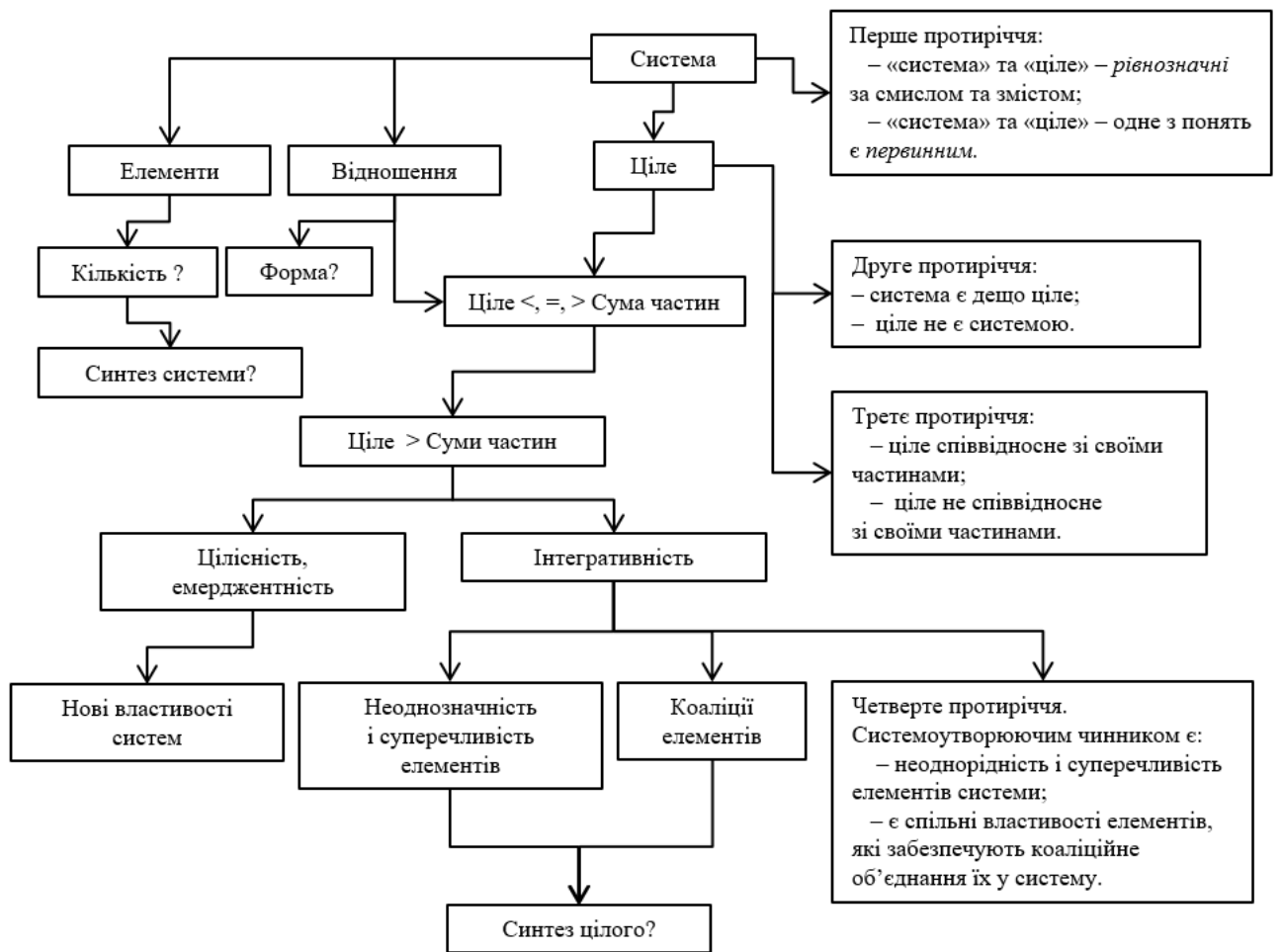


Рисунок 2.1 – Зміст основних протиріч методологій системного та цілісного підходів

У сформованих протиріччях проявляються основні закони філософії, а саме: у першому протиріччі проявляється закон первинності, а у четвертому протиріччі суперечливість та діалектична протилежність властивостей елементів проявляється через закон діалектичної єдності та боротьби протилежностей.

З наведеного аналізу змісту основних протиріч методологій системного та цілісного підходів слідує, що *основними* проблемами для цих методологій є проблеми:

- методу синтезу систем;
- методу синтезу цілого.

У загальному вигляді мова йде про визначення системоформуючого та ціле формуючого факторів.

Слід також зауважити, що в кожній з чотирьох груп закономірностей теорії систем, згідно [22], немає жодної закономірності яка б стосувалася їх *діяльності*. Третя аксіома та закономірності загальної теорії систем, які сформовані на її основі, не розкривають *організацію* діяльності системи. Не встановлюється функціональний зв'язок поміж елементами. Адже реалізація

саме функцій в кінцевому рахунку забезпечує отримання запланованого результату.

З іншого боку, в теорії *функціональних* систем показано, що основною проблемою загальної теорії систем є проблема *системоформуючого* фактору для етапу *діяльності* системи, а не проблема емерджентності, як вважав Берталанфі [9]. З цього випливає необхідність вирішення задачі пошуку *закономірностей організації та діяльності природної інтелектуальної системи, як організованого цілого*. Для цього необхідно розробити метод його синтезу. Саме вирішення цієї проблеми забезпечить подальше визначення змісту понять «система» та «ціле».

Отже, насправді, фундаментальною проблемою методологій системного та цілісного підходів є проблема пізнання закономірностей формування та діяльності природної інтелектуальної системи, як організованого цілого, до складу якого включено щонайменше одну людину.

2.3. Встановлення додаткових протиріч і положень методології цілісного підходу

2.3.1. Встановлення додаткових протиріч методології цілісного підходу до синтезу та аналізу природної інтелектуальної системи, як організованого цілого

Вирішення протиріч сформованих у другому розділі, а також низки додаткових протиріч, пов'язаних з проблемами методологій системного та цілісного підходів до дослідження природних інтелектуальних систем, як організованих цілих, виконано в роботі [29]. Встановлено наявність наступних протиріч у формі антиномій цілісності, які потребують свого вирішення.

Протиріччя 1 – антиномія про відношення частин та цілого.

Протиріччя 2 – антиномія про первинність частин чи цілого.

Протиріччя 3 – антиномія про співвідношення понять «цілісність» – «причинність».

Протиріччя 4 – антиномія формуючого фактору: «діалектична єдність» – «причинність».

Протиріччя 5 – антиномія Ф. В. Й. Шеллінга про свідому та несвідому діяльність.

Протиріччя 6 – антиномія «цілого»: «система є дещо ціле» – «ціле не є системою».

Протиріччя 7 – антиномія «структури»: структура організованого цілого є *зовнішньою* по відношенню до його структурних частин (є неоднозначною) – структура організованого цілого є *внутрішньою* по відношенню до його структурних частин (є єдино можливою).

Протиріччя 8 – антиномія фактору реалізуючого діяльність: людина як формуючий фактор (кібернетичний підхід, управління) – проект майбутнього результату діяльності.

Протиріччя 9 – антиномія діяльності Г. П. Щедровицького: діяльність це процес (системний підхід) – діяльність це *структура різнорідних* елементів (теорія діяльності).

Протиріччя 10 – антиномія послідовності дій з формування проекту майбутнього результату (цілі) діяльності: – одночасна інтеграція чотирьох компонентів аферентного синтезу: домінуючої на даний момент мотивації, обставинової аферентації, також відповідної даному моменту пускової аферентації і, нарешті, пам'яті – послідовне формування моделі аферентного синтезу цілі, моделі формування програми дії, моделі прогнозування результату дії (формування акцептору результату дії).

Основою для формування десятого протиріччя є запропоноване П. К. Анохіним наступне визначення мети діяльності живої істоти [31]:

«Однак повернемося до природного розвитку подій при формуванні поведінкових актів на вищому рівні. Процес аферентного синтезу, як ми вже говорили, закінчується прийняттям рішення, що є підсумком перебору можливих результатів, органічно пов'язаних в минулому з даною мотивацією. Таким шляхом здійснюється одне з найчудовіших явищ в активності мозку: формування на рівні нервової системи моделі всіх ознак і властивостей майбутнього корисного результату, в зв'язку з яким і заради якого розвивалися процеси аферентного синтезу. Це і є мета».

На рисунку 2.2 наведено зміст сформованих протиріч методології цілісного підходу та очікуваних результатів їх вирішення.

Вирішення вказаних протиріч забезпечить формування *аксіом* методології цілісного підходу, правил формування та діяльності організованих цілих, а також формування моделей смислової діяльності особи, яка приймає рішення (див рис. 2.1).

2.3.2. Встановлення вихідних положень методології цілісного підходу до дослідження природних інтелектуальних систем, як організованих цілих

У роботі [26] досліджено принцип цілісної організації природних інтелектуальних систем, як організованих цілих. Показано, що перехід до розгляду їх діяльності у формі структури *задач, які вирішуються* частинами організованого цілого, відповідає методології цілісного підходу і поділу організованого цілого *на дві частини*, тобто вирішується задача визначення *кількості* частин у складі організованого цілого. *Так просто вирішили проблему синтезу для організованого цілого!*



Рисунок 2.2 – Очікувані результати вирішення протиріч методологій системного та цілісного підходів

Для частин таким чином *синтезованого* організованого цілого вдається однозначно визначити *зміст задач*, які ними вирішуються. На основі вказаного представлення діяльності організованого цілого сформовано наступні визначення понять для методології цілісного підходу до дослідження організованого цілого [33].

Визначення 1. Організоване ціле може бути представленим у формі двох частин, які характеризуються здатністю цих частин формувати *відповідні стани*. Ці стани характеризуються відповідними знаннями про якісні та кількісні характеристики. Для організованого цілого ці знання визначаються результатами вирішення вказаних задач.

Визначення 2. Задачі формування проекту майбутнього результату та його отримання складають цілісну організаційну діяльність (формулювання та вирішення задач) та вирішуються в двох відповідних структурних частинах, які є їх фізичними носіями.

Аналіз показав, що перша задача в поняттях діалектичної логіки Г. Гегеля може бути охарактеризована як «загальне», тому що вона є предметом розумової (свідомої) діяльності людини, друга задача може бути охарактеризована як «конкретне», тому, що вона є предметом фізичної праці (технологічної діяльності) людини. Таким чином, поміж задачами встановлюється діалектичний зв'язок у формі «загальне – одиничне».

З іншого боку перша та друга аксіоми методології загальної теорії систем [21] навпаки виключає задачу формування цілі діяльності в межах системи! В цьому полягає фундаментальна відмінність системи та організованого цілого!

Визначення 3. Частини організованого цілого поєднуються діалектично через діалектичний зв'язок вирішуваних ними задач.

Визначення 4. Цілісна діалектично організована діяльність забезпечує формування діалектично організованого цілого.

Також показано, що встановлений принцип організації природної інтелектуальної системи на основі діалектичного зв'язку поміж частинами діалектично організованого цілого *співвідноситься* з принципами організації кібернетичних систем встановленими в класичній кібернетиці згідно [26], а саме:

«– принцип *організації* системи, який полягає в об'єднанні частин систем за рахунок *передачі* інформації (1-ша гіпотеза Н. Вінера щодо організації системи);

– принцип *організації* для фізіологічних систем та кібернетичних машин на основі будь-якої сталої незмінної і однозначної дії оператора (1-ша *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *організації діяльності* систем);

– закон необхідної різноманітності У. Р. Ешбі, який можливим є розглядати саме як закон умови *поєднання* двох частин фізіологічної або кібернетичної систем;

– закон зовнішнього доповнення С. Біра, згідно якого, якщо «об'єкт або процес є індетермінованим, чи як кажуть кібернетики, містить у собі «чорний

ящик» то й управляючий пристрій повинен бути також індетермінованим і містити в собі аналогічний чорний ящик;

– закон еквівалентності О. Г. Івахненко, згідно якого ««чорним ящикам» в схемі об'єкта повинні відповідати «чорні ящики» в схемі системи управління чи розпізнавання».

Закон еквівалентності О. Г. Івахненко визначає умову відповідності частин організованого цілого через відповідність їх моделей у формі відповідних чорних ящиків. Йде мова про відповідність рівня індетермінованості цих чорних ящиків. В запропонованому у роботі принципі поєднання частин організованого цілого встановлюється діалектична єдність результатів вирішення задач в кожній з частин. Тому й кінцевим результатом діяльності організованого цілого є саме *відповідність* цих результатів.

Характеризуючи «закон зовнішнього доповнення», який запропонував С. Бір, О. Г. Івахненко відмічав [28]:

«Таким чином, хоча Стаффорд Бір і вводить «чорний ящик» у ланцюг управління, але він далекий від обговорення будь-якої відповідності (адекватності) характеристик об'єкта і системи його управління. Введенням «чорного ящика» компенсується невизначеність слідуючого за ним ланцюга – апарата управління заводом».

В запропонованому визначенні змісту принципу поєднання двох частин організованого цілого встановлено саме *якісну* відповідність показників отриманого результату діяльності організованого цілого та його проекту.

На основі наведених результатів дослідження вихідних положень методології цілісного підходу можливим є подальше встановлення діалектичних закономірностей цілісності природних інтелектуальних систем.

Основним діалектичним відношенням у загальній теорії систем є бінарне відношення між частиною та цілим, яке формується як протиріччя 1 [29].

Основним причинно-наслідковим відношенням у теорії управління є відношення поміж входом та виходом системи. Такі системи розглядаються як часові системи.

При цьому, виникає задача подальшого дослідження змісту принципу *діалектичних* відношень для встановлених частин природної інтелектуальної системи, як організованого цілого, й для задач які ними вирішуються. Дослідження ролі цього принципу виконано у роботі [34].

Відомий принцип діалектичних відносин понять у формі «загальне – особливе – конкретне», розроблений та досліджений в теорії пізнання [32].

З іншого боку, загально використовуваним є принцип діалектичних відносин у формі «загальне – конкретне», який запропоновано К. Марксом у праці «Капітал».

Виникає протиріччя, яке можливо сформулювати у формі антиномії, а саме:

– принцип діалектичних відносин представляється у формі відношення «загальне – конкретне»;

– принцип діалектичних відносин представляється у формі відношення «загальне – особливе – конкретне».

У філософії проблема середнього члена відношення (особливе), який виключений з відношення застосовуваного К. Марксом, розглядається як проблема «таємниці середнього члена діалектичного відношення».

Філософи розкривають його зміст у наступній формі. Якщо, наприклад, розглянути трьохчленну структуру умовиводу: одиничне – особливе – всезагальне, то середній член (особливе) виступає одночасно і як одиничне стосовно до загального, і як загальне стосовно до одиничного. Звідси випливає, що одиничне розкриває в особливому свою загальність, а загальне розкриває в особливому свою одиничність. Безперечно, що особливий член умовиводу втілює в собі протилежності тотожності і різниці в єдності.

Але ж і у двохчленній структурі умовиводу, але у *неявній формі*, також присутній середній член «особливе», який забезпечує їх поєднання. Ми його маємо на увазі. Справа в тому, що процес поєднання одиничного та загального понять є *продуктом* процесу мислення. Механізм цього поєднання складає зміст поняття «розум» [29].

Для елементів *трьохчленної* структури умовиводу у [29] запропоновано наступні визначення:

Визначення 5. Під «одиничним» розуміємо поняття, що характеризує відображення *конкретного* об'єкта чи явища матеріального світу у свідомості у формі відповідного поняття.

Визначення 6. Під «загальним» розуміємо поняття, яке продуковано розумовою діяльністю стосовно вказаного об'єкту.

Визначення 7. Під «особливим» будемо розуміти механізм реалізації діалектичних відносин понять «загальне» – «одиничне» і відповідний знак, що його позначає.

Тому, розглядаючи діалектичне відношення у формі «загальне» – «одиничне», як бінарне відношення, виникає необхідність *ідентифікації механізму* реалізації діалектичних відносин та знаку його представлення, що й забезпечує розкриття «таємниці середнього члена діалектичного відношення».

Рішення даної задачі дозволяє застосовувати метод діалектичних відносин для *математичного* моделювання, аналізу та синтезу виробничих процесів і систем управління цими процесами. Для цього необхідно дослідити питання застосовності в математиці бінарного відношення у формі діалектичних відносин «загальне – одиничне».

Як показав аналіз змісту стандарту ISO 80000-2: 2009, в алгебрі відношень *відсутнє* бінарне діалектичне відношення для множин та / або їх елементів у формі діалектичних відносин «загальне» – «одиничне» і знак, що його позначає.

Оскільки математичні методи моделювання, аналізу та синтезу є основними при дослідженні систем управління економічними процесами,

виникає завдання включення таких відносин і знаку що його позначає в алгебру відношень. У якості такого знаку запропоновано застосовувати *знак діалектичної єдності* « \triangleright ». При цьому, у вершині кута розміщується символ одиничного поняття [29].

Визначення 8. *Знак діалектичної єдності* « \triangleright » – це знак звичайного реляційного відношення, за допомогою якого *поняття* про одиничний об'єкт чи одиничний фактор діяльності *поєднується* з *поняттям* про клас (множину) таких об'єктів чи «загальних» факторів його діяльності.

При цьому, під поняттям про клас об'єктів, чи «загальних» факторів його діяльності ми розуміємо *знання* про одиничні об'єкти, які певним чином сформовані шляхом *розумової смислової* діяльності як загальні поняття. Подальше дослідження закономірностей формування та діяльності природних інтелектуальних систем забезпечило встановлення додаткових протиріч у формі антиномій, які існують в методології цілісного підходу [33, 34].

Слід зазначити, що у встановлених антиноміях, як правило, реалізуються відношення діалектичної єдності (знак \triangleright), а також відношення *первинності*. Перше відношення в алгебру відношень введено у роботі [29], а друге відношення пропонується розглядати як звичайний *реляційний оператор первинності*, для якого пропонується наступний парний знак: $\triangleright \cdot ; \triangleleft \cdot$ [33]. Крапка позначає поняття яке є первинним у діалектичному відношенні «загальне» – «одиничне».

Визначення 9. Знак первинності в діалектичному відношенні $\triangleright \cdot ; \triangleleft \cdot$ це знак звичайного реляційного відношення, за допомогою якого для діалектичного відношення поміж *поняттями* про одиничний об'єкт чи одиничний фактор діяльності *та поняттям* про клас (множину) таких об'єктів чи «загальних» факторів його діяльності встановлюється відношення первинності.

Зазначені відношення відповідають двом основним законам німецької класичної філософії, а саме: закону діалектичної єдності та взаємної обумовленості протилежностей [35]; закону первинності (матерії та свідомості).

2.4. Елементи методології цілісного підходу для природних інтелектуальних систем

2.4.1. Основні положення методології цілісного підходу

Вирішивши у попередньому розділі проблему синтезу організованого цілого з двох частин, перейдемо до встановлення характеристик *існування* та *діяльності* природної інтелектуальної системи, які можуть бути визначені як «одиничне» та «загальне». Як показано вище, «особливе» реалізується у формі процесу мислення, як основна здібність розуму.

Процесний підхід, як основа системного підходу, базується на розгляді предметної області через причинно-наслідкові (функціональні) зв'язки (третя аксіома методології системного підходу).

Визначення 10. Під *системою* S будемо розуміти *фізично організований об'єкт*, що складається з двох частин, а саме: вхідних ресурсів $P_{\text{вх}}$ і кінцевого продукту $P_{\text{вих}}$, які характеризуються поняттями «загальне» і «одиничне» [29]:

$$S \subseteq P_{\text{вх}} \triangleright P_{\text{вих}} . \quad (2.1)$$

Це впливає з того, що вхідні ресурси, будучи, по суті, фізичними об'єктами, в той же час кількісно, якісно і у відповідній формі, як *проект майбутнього результату*, визначені в розумовій діяльності. Вихідний продукт дано у фізичній формі, у формі кінцевого *одиничного результату*. Їх об'єднання забезпечується *механізмами* управління і перетворення (реалізації процесу), що характеризуються поняттям «особливе» в *існуванні*. Тому знак оператору «діалектичної єдності» позначає механізм діалектичного поєднання вхідних ресурсів та отриманого результату. Такий підхід відповідає першим трьом аксіомам методології системного підходу, адже мета діяльності системи формується поза межами системи.

В основу цілісного підходу до представлення діалектично організованої *діяльності* природної інтелектуальної системи, як організованого цілого D запропоновано покласти принцип діалектичної єдності двох *організаційних* задач, вирішення однієї з яких забезпечує формування проекту майбутнього результату $P_{\text{рез}}$, а рішення другої задачі забезпечує отримання такого результату $O_{\text{рез}}$ [29]:

$$D \subseteq P_{\text{рез}} \triangleright O_{\text{рез}} . \quad (2.2)$$

Ці задачі співвідносяться як поняття «загальне» і «конкретне». Це впливає з того, що *формування* проекту майбутнього результату є результатом розумової діяльності людини і тому може бути охарактеризоване поняттям «загальне», а забезпечення отримання результату є результатом його фізичної трудової діяльності і може бути охарактеризоване поняттям «одиничне». Діалектична *єдність* (об'єднання) вирішення задач здійснюється рішенням спеціальної додаткової задачі за допомогою спеціального механізму *забезпечення відповідності*, який характеризується поняттям «особливе» в пізнанні (мисленні).

З цього стає зрозуміло, що насправді необхідно досліджувати два класи систем, а саме:

- *систему* S як фізично організований об'єкт, який функціонує в часі (часові системи) на основі аксіом методології системного підходу;
- природну інтелектуальну систему, як організоване ціле, D , в якій вирішуються дві діалектично організовані задачі.

При цьому, для поняття «діяльність» D , зміст якої визначається не як *процес*, а як *структура* організаційних задач, що вирішуються організованим цілим, введені характеристики «цілісність діяльності» та «одиниця діяльності». Запропоновано розглядати цілісну діяльність «одиниці діяльності» $D_{\text{один.}}$. У формі проекту майбутнього результату $P_{\text{рез.}}$ і кінцевого результату $O_{\text{рез.}}$, що характеризуються поняттями «загальне» і «одиничне» у пізнанні. Різниця поміж ними дорівнює нулю [29]:

$$D_{\text{один.}} \subseteq (P_{\text{рез.}} - O_{\text{рез.}}) \subseteq 0. \quad (2.3)$$

Між результатом *процесу* $D_{\text{проц.}}$ і результатом *діяльності* «одиниці діяльності» $D_{\text{один.}}$ також встановлюється діалектичне відношення «одиничне» і «загальне» у формі діалектичної єдності «конкретного результату» процесу (одиничне) і «нуля» для діяльності (загальне) [29]:

$$D_{\text{один.}} (0) \triangleright D_{\text{проц.}} \quad (2.4)$$

Саме з цього відношення стає зрозумілим філософський зміст числа «0». Це число «багатше» за змістом від будь-якого числа! Виконано аналіз відносин між системою S і організованим цілим $\Pi_{\text{д.о}}$ і показано, що вони співвідносяться поміж собою як «одиничне» і «загальне» [29]:

$$\Pi_{\text{д.о.}} \triangleright S. \quad (2.5)$$

Це впливає з того, що *результат* діяльності системи у формі *реалізації процесу* $D_{\text{проц}}$ завжди має конкретний фізичний зміст (він поодинокий), а результат цілісної діяльності організованого цілого у формі «одиниці діяльності» завжди один і той же продукт смислового мислення – «нуль».

З іншого боку, враховуючи те, що до складу організованого цілого включено дві частини, які розглядаються як фізичні системи слідує, що організоване ціле та система співвідносяться як «ціле» та «частина цілого». Система завжди є частиною цілого. Це бінарне відношення, але воно не є діалектичним. В той же час результати їх діяльності пов'язані діалектичним відношенням (2.4).

На рисунку 2.3 наведено порівняння методів моделювання діяльності природної інтелектуальної системи, як організованого цілого на основі цілісного підходу та системи на основі класичного системного підходу [29].

Отже, будь-яка фізична система повинна розглядатися як частина організованого цілого. Тоді зрозуміло чому у другій аксіомі методології системного підходу згідно [21] допускається постановка мети діяльності системи за її межами. Натомість, у організованому цілому одна з систем вирішує задачу постановки цілі діяльності. Як ця задача вирішується з'ясовано у [29].

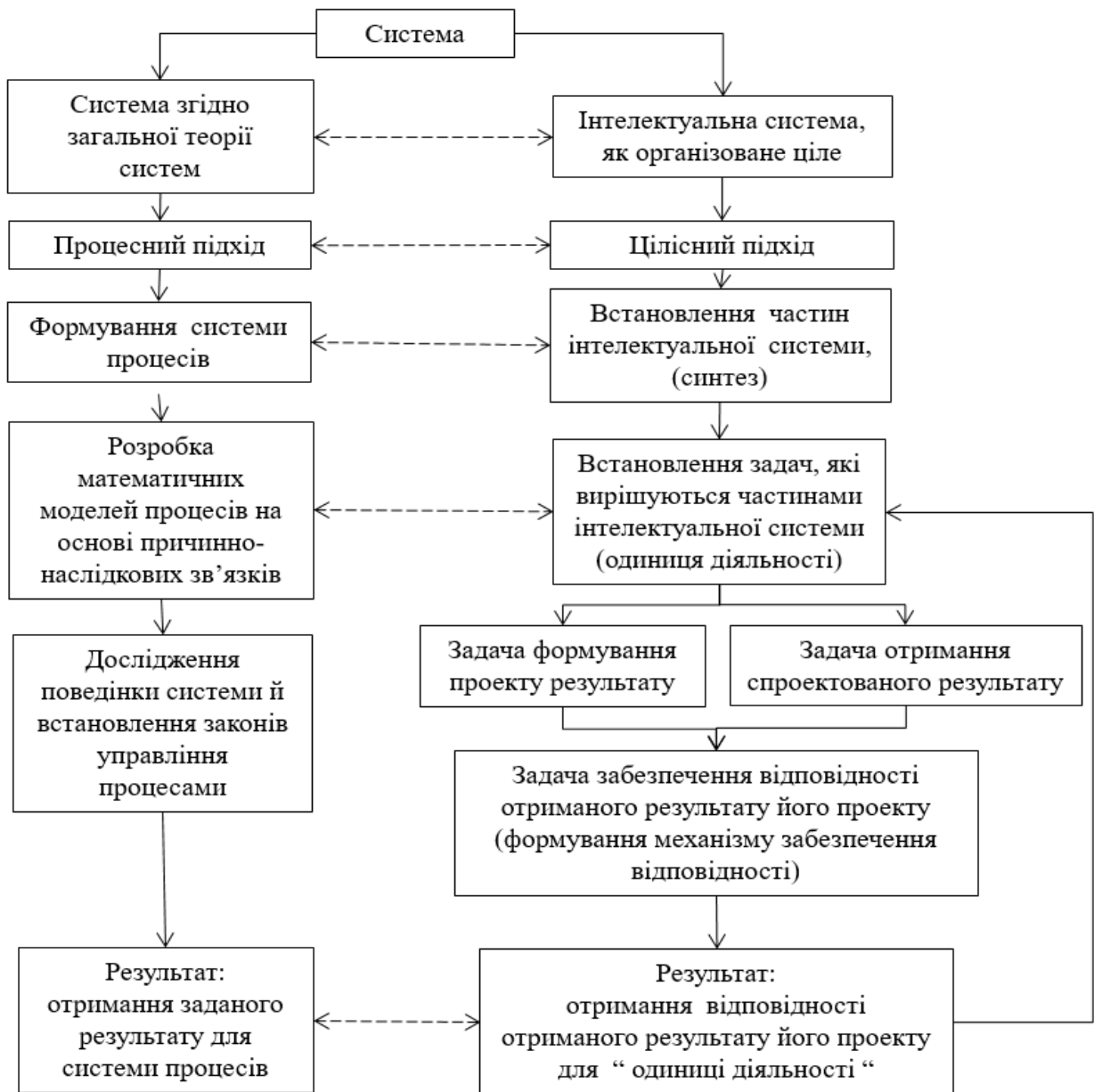


Рисунок 2.3 – Порівняння методів моделювання діяльності систем

Згідно традиційного системного підходу діяльність розглядається як система взаємопов'язаних процесів. Кожний з процесів може бути змодельований як часова система, в якій здійснюється перетворення вхідних ресурсів з отриманням заданого результату.

Дослідження таких систем передбачає їх попереднє математичне або фізичне моделювання з метою визначення поведінки при відповідних вхідних факторах. Після цього формуються відповідні закони управління процесами. Реалізація системи процесів передбачає отримання заданого результату діяльності.

При такому підході не передбачається у явній формі представлення проекту майбутнього результату, який застосовується при реалізації процесу. Це пояснюється тим, що цей проект формується на етапі проектування системи і при реалізації діяльності не проявляється у явній формі. Це є наслідком другої аксіоми методології системного підходу.

При застосуванні *цілісного підходу* до моделювання діяльності природної інтелектуальної системи виникає потреба представлення її як діалектично організованого цілого й визначення в її складі щонайменше двох частин. Для цього необхідно скористатися тим, що кожна з частин вирішує певну задачу у складі «одиниці діяльності». Введенням поняття «одиниці діяльності» забезпечується чітка структуризація у часі діяльності природної інтелектуальної системи.

При цьому також встановлюється безумовна вимога забезпечення *відповідності* отриманого результату встановленому для нього проекту.

Для діяльності у формі *процесу* притаманна відсутність сформованого у явній формі проекту майбутнього результату (у формі моделі діяльності), а отже й чітка циклічність реалізації діяльності. Відсутність чіткого циклу діяльності у формі «одиниці діяльності» обумовлює відсутність особи, яка приймає рішення (менеджера). Відсутність менеджера породжує безвідповідальність у питаннях управління організацією.

Таким чином, загальним принципом формування як *процесу* так і діяльності «одиниці діяльності» є принцип *діалектичної єдності* протилежностей понять «одиничне» – «загальне» при наявності механізмів такого об'єднання, що характеризуються поняттям «особливе».

Дане положення слід розглядати як приклад розкриття четвертого протиріччя, яке було сформовано у другому розділі (див. рис. 2.1), а саме:

- системоутворюючим чинником є неоднорідність і суперечливість елементів системи;
- системоутворюючим чинником є спільні властивості елементів, які забезпечують коаліційне об'єднання їх у систему.

Отже, системоутворюючим чинником є принцип *діалектичної єдності* протилежностей понять «одиничне» – «загальне», які характеризують, як «процес» так і діяльність «одиниці діяльності» при наявності механізмів такого діалектичного об'єднання, що характеризуються поняттям «особливе».

Зрозуміло, що діалектична єдність не стосується, як «неоднорідності і суперечливості елементів системи», так і «спільних властивостей елементів». Згідно Ф. Енгельсу діалектична єдність проявляється у законі *взаємного проникнення протилежностей* [35, с. 46]. Саме так формулював цей закон Ф. Енгельс. *Взаємне проникнення, взаємна обумовленість* протилежностей. Ця взаємна обумовленість породжується у процесі мислення.

Введення в розгляд додаткових понять «діяльність у формі діалектично пов'язаних задач», поряд з традиційним представленням «діяльності як процесу», а також «одиниці діяльності» з результатом цілісної діяльності у

формі «нуля», дозволило отримати якісно новий тип організованого цілого – *діалектично* організоване ціле Ц_{д.о.}, а отже й природна інтелектуальна система розглядається як діалектично організована.

Діалектично організоване ціле складається з двох частин, які характеризуються діалектично протилежними формами *станів* і реалізуються у формі двох організаційних задач. Вирішення першої задачі забезпечує формування проекту майбутнього результату, а рішення другої задачі забезпечує отримання запрограмованого результату. При цьому, їх об'єднання забезпечується спеціальним механізмом, на який покладається вирішення задачі щодо забезпечення відповідності отриманого результату встановленому проекту.

Саме реалізація циклу діяльності у формі «одиниці діяльності» є гарантом отримання запрограмованого результату діяльності. Без менеджера, як активного суб'єкта *формування* цієї «одиниці діяльності» отримання результату неможливе.

З встановлених закономірностей для природної інтелектуальної системи, як організованого цілого, можливим є формування загальних закономірностей методології цілісного підходу. Для цього, перш за все необхідно шляхом вирішення існуючих в цій методології протиріч, які були в явній формі наведені у попередніх розділах, сформувані відповідні аксіоми.

2.4.2. Аксіоми методології цілісного підходу

Вирішення встановлених у першому та другому розділах протиріч, на основі встановлених у третьому та четвертому розділах основних положень методології цілісного підходу для природних інтелектуальних систем, забезпечило формування однозначних вихідних положень для цілісного підходу у формі *аксіом*. На основі цих аксіом можливим буде формування відповідних *правил* формування та діяльності природної інтелектуальної системи.

На рисунку 2.4 наведено співвідношення протиріч та аксіом, які сформовано на основі розкриття досліджених протиріч [29].

Вирішення встановлених протиріч призвело, перш за все, до розгляду відомого в діалектичній логіці відношення «загальне» – «одиничне» і встановлення його місця та ролі в організації діяльності організованого цілого, яке розглядається як природна інтелектуальна система.

Таким чином, розкриття протиріч, які сформовано у цілісному підході забезпечило встановлення аксіом, які є основою для моделювання процесів формування та діяльності природної інтелектуальної системи, як організованого цілого.

Встановлення діалектичного співвідношення між організованим цілим та системою забезпечує однозначність їх розуміння при застосуванні в моделюванні.



Рисунок 2.4 – Співвідношення протиріч та аксіом, які їх розкривають

2.5. Правила організації та діяльності природної інтелектуальної системи

Перш за все, слід навести закони теорії функціональних систем, яким підпорядковується діяльність природної інтелектуальної системи:

- закон сталості архітектури функціональної системи;
- закон динамічної змобілізованості структур;
- закон ієрархії системи;
- центральна закономірність інтегративної діяльності мозку.

Закон сталості архітектури функціональної системи встановлює незалежність архітектури функціональної системи (живого організму) від рівня її організації.

Закон динамічної змобілізованості структур встановлює порядок включення елементів системи до складу функціональної системи для досягнення встановленого проекту майбутнього результату.

Закон ієрархії систем визначає принцип включення підсистем до складу функціональної системи на основі ієрархії результатів їх діяльності.

Центральна закономірність інтегративної діяльності встановлює закон формування проекту майбутнього результату діяльності функціональної системи на основі одночасної конвергенції сигналів у формі обстановочної аферентації, пускової аферентації, пам'яті та мотивації на окремих нейронах, а також комплексах нейронів.

З урахуванням цих законів, на основі сформованих аксіом встановлені правила організації та діяльності природної інтелектуальної системи [29]. На рисунку 2.5 наведено співвідношення поміж аксіомами цілісного підходу та правилами, які сформовано на їх основі.

2.6. Узагальнення результатів досліджень і практичні рекомендації

На даному етапу розвитку концепції Індустрії 4.0 важливою є проблема забезпечення інформаційної та функціональної безпеки існуючих та перспективних інтелектуальних систем.

У роботах [36-38] розроблено практичні рекомендації з формування інтегрованих систем кібербезпеки та функційної безпеки для автоматизованих систем управління технологічними процесами на основі моделі архітектури природної інтелектуальної системи. На основі цього розроблено рекомендацій з формування інтегрованих систем кібернетичної безпеки *знань* для автоматизованих систем управління підприємствами.

При цьому, самостійне значення має проблема формування знань для етапу *діяльності* природної інтелектуальної системи. На цей час існуючі методи формування баз знань вирішують задачу видобування знань для етапу *існування* об'єктів предметної області.

З іншого боку, існують методи інтелектуального аналізу даних, в яких об'єкти предметної області мають відповідну поведінку. Встановлені правила організації та діяльності природної інтелектуальної системи забезпечують формування відповідних баз знань для опису їх діяльності.



Рисунок 2.5 – Співвідношення між аксіомами цілісного підходу та правилами, які сформовано на їх основі

На основі результатів виконаного дослідження протиріч методологій системного та цілісного підходів можливою є відповідь на питання, у чому ж

полягає різниця *методологій* системного та цілісного підходів до дослідження систем. Чи є поміж ними різниця, і якщо є то в чому вона полягає? З одного боку такої різниці не повинно бути. Адже кожен з цих підходів у якості *вихідного* поняття (точки опори за Архімедом) застосовує поняття «ціле».

Поміж поняттями «система» та «ціле» встановлюється відношення первинності, а саме: первинною визнається система, а поняття «ціле» застосовується для формування властивостей системи: емерджентності та інтегративності. Для цілого встановлюється та досліджується закономірність взаємодії частини і цілого. І саме ця закономірність є основою для встановлення характеристик системи та її елементів.

У даному дослідженні запропоновано відмовитися від вказаної форми відношень поміж системою та цілим і перейти до дослідження цілого як самостійного об'єкта. При дослідженні цього цілого також запропоновано відмовитися від встановлення форми взаємодії частини і цілого (перша аксіома методології цілісного підходу) і перейти до дослідження взаємодії частин у цілому.

Запропонований у дослідженні підхід до представлення діяльності природної інтелектуальної системи, як структури двох вирішуваних задач, забезпечує формування моделей знань для етапу їх діяльності.

Ця обставина вкрай важлива для концепції Індустрії 5.0 яка визначається як Інтернет знань. В цій концепції саме моделювання знань про діяльність об'єктів предметної області, як живих істот так і роботів і є основною задачею.

При цьому, О. О. Богданов, Л. фон Берталанфі, П. К. Анохін пропонували системи за участі людини розглядати як організоване ціле. Введення поняття «організоване ціле» на основі *теорії функціональних систем*, згідно академіку П. К. Анохіну, яке розглядається як природна інтелектуальна система, забезпечило виділення у складі організованого цілого двох частин. Таким чином вирішена проблема синтезу організованого цілого.

Для цих двох частин встановлені способи реалізації діяльності у формі вирішення відповідних задач. Це забезпечило вирішення задачі про визначення механізму забезпечення відповідності результатів вирішення цих задач. На основі цього був визначений *логічний* принцип взаємних відношень поміж частинами цілого і результатами реалізації їх діяльності у формі діалектичного потрійного відношення «загальне» – «особливе» – «одиничне, конкретне». Встановлено, що формою представлення середнього члена цього відношення, а саме «особливе» повинен бути відповідний знак. Запропоновано форму такого знаку діалектичної єдності у наступному представленні « \triangleright ».

З наведеного слідує простий висновок про те, що саме потрійне діалектичне відношення у формі «загальне» \triangleright «одиничне» з застосуванням знаку діалектичної єдності забезпечує встановлення закономірностей *існування* та *діяльності* природної інтелектуальної системи.

Слід також зауважити, що у запропонованому підході, у явній формі, для організованого цілого розглядаються, як форма його *існування*: дві *діалектично*

пов'язані частини, так і форми діяльності його частин: цілісна діалектично організована діяльність.

У запропонованому підході досліджується механізм взаємодії (діалектичної єдності) двох діючих частин організованого цілого, для якого відомий результат цієї взаємодії (ноль). Саме для організованого цілого, а не для системи, справедливою є четверта аксіома методології системного підходу – результат дії систем існує незалежно від самих систем (принцип незалежності результату дії). А от для системи, як показано вище, результат її діяльності завжди конкретний.

Слід також відзначити, що встановлені *правила* діяльності організованого цілого (зокрема правило 3) розкривають зміст *принципів* організації існування та діяльності, які були встановлені в *класичній* кібернетиці для фізіологічних систем та кібернетичних машин. В цих принципах виділено дві частини, а саме: система управління та об'єкт управління [26]:

– принцип *організації* системи в «існуванні», який полягає в об'єднанні частин систем за рахунок *передачі* інформації (1-ша гіпотеза Н. Вінера щодо організації системи в «існуванні»);

– принцип *організації* в існуванні для фізіологічних систем та кібернетичних машин на основі будь-якої сталої незмінної і однозначної дії оператора

(1-ша *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *організації діяльності* систем);

– закон необхідної різноманітності У. Р. Ешбі, який можливим є розглядати саме як закон умови *поєднання* двох частин фізіологічної або кібернетичної систем;

– закон зовнішнього доповнення С. Біра, згідно якого, якщо «об'єкт або процес є індетермінованим, чи як кажуть кібернетики, містить у собі «чорний ящик» то й управляючий пристрій повинен бути також індетермінованим і містити в собі аналогічний чорний ящик».

– закон адекватності О. Г. Івахненко, згідно якого ««чорним ящикам» в схемі об'єкта повинні відповідати «чорні ящики» в схемі системи управління чи розпізнавання.»

Отже, в класичній кібернетиці запропоновано принаймні п'ять принципів та законів *організації* кібернетичних машин і фізіологічних систем в їх «існуванні». Визначальним, на нашу думку, є закон адекватності, який запропоновано О. Г. Івахненко. Саме цей закон є основою для подальшого розгляду самоорганізації кібернетичних машин і фізіологічних систем, як *організованих цілих*, згідно пропозицій О. О. Богданова, Л. фон Берталанфі та П. К. Анохіна.

Проблема пізнання *діяльності* природних інтелектуальних систем в класичній кібернетиці, в яких виділено дві частини, а саме: система управління та об'єкт управління, формулюється як проблема визначення принципу *самоорганізації* їх діяльності [39]:

– принцип *самоорганізації* діяльності фізіологічних систем і кібернетичних машин шляхом передачі інформації у формі закону управління на основі зворотного зв'язку (1-ша гіпотеза Н. Вінера для *самоорганізації діяльності*);

– принцип самоорганізації діяльності у формі *цільспрямованої поведінки* інформаційної машини (автомату) на основі *навчання* навмання обраного для неї *нецільспрямованого* механізму без *окремого формування* попередньої цілі діяльності за її межами (2-га гіпотеза Н. Вінера для *самоорганізації діяльності*);

– принцип *самоорганізації діяльності фізіологічних систем* за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку (1-ша *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації діяльності* фізіологічних систем);

– положення про *неможливість* самоорганізації кібернетичних машин за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку (2-га *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації діяльності* фізіологічних систем).

– принцип *самоорганізації* діяльності для фізіологічних систем і кібернетичних машин на етапу реалізації цілі діяльності на основі «передачі принаймні рівної кількості інформації» (2-га *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації діяльності* фізіологічних систем). З наведеного слідує, що в класичній кібернетиці не вдалося сформулювати однозначний принцип *самоорганізації* діяльності для фізіологічних систем і кібернетичних машин, а отже й довести їх еквівалентність. Згідно О. Г. Івахненку *самоорганізація* діяльності *системи управління* можлива на основі механізму самоорганізації, який полягає у формуванні цілі діяльності на основі інтегральної дії факторів, опрацювання яких пов'язане з *евристиками*.

В [39] сформульовано закон самоорганізації діяльності природної інтелектуальної системи у наступній формі. Для *функціональної самоорганізації* природної інтелектуальної системи через механізм *забезпечення відповідності отриманого результату діяльності та його проекту*, у контур зворотного зв'язку необхідно включати *акцептор* результату дії для співставлення результату дії, проекту майбутнього результату дії та команди на управління.

Під функціональною самоорганізацією розуміється те, що мова йде про самоорганізацію у формі *функціонального* представлення природної інтелектуальної системи.

2.7. Висновки

У роботі виконано аналіз існуючих протиріч методологій системного та цілісного підходів. Встановлено основні протиріччя методології системного підходу.

Встановлено додаткові протиріччя методології цілісного підходу до синтезу та аналізу природної інтелектуальної системи, як організованого цілого.

Сформульовано вихідні положення методології цілісного підходу до дослідження природних інтелектуальних систем, як організованих цілих.

Встановленню основні положення методології цілісного підходу для природних інтелектуальних систем, а також сформулювало аксіоми методології цілісного підходу.

Сформульовано правила організації та діяльності природної інтелектуальної системи.

Розглянуто приклад практичного застосування результатів дослідження

Слід також вказати, що логічна послідовність формування протиріч, аксіом та правил формування та діяльності природної інтелектуальної системи, яка реалізована у даній роботі, є прикладом практичного застосування логічного методу пізнання, який розвивали Г. Гегель та Б. Спіноза.

Введення до розгляду знаку звичайного реляційного відношення первинності забезпечило формування другого протиріччя [29], а також формування ще 12 протиріч, які встановлені у роботах [33, 34].

З цього слідує необхідність подальшого дослідження місця та ролі принципу первинності у логічному методі.

Окремо слід визначити роль отриманих у роботі результатів для вирішення задач формування відношень у організаціях з залученням роботів для співпраці з людьми, тобто, людино-машинних системах. Встановлені правила організації в існуванні та організації діяльності природних інтелектуальних систем можуть бути застосовані й для людино-машинних систем. Вирішення даної задачі планується у наступних роботах.

Література

1. Доценко С. І. Природні інтелектуальні системи: протиріччя методологій цілісного і системного підходів та шляхи їх подолання [Текст] / С.І. Доценко, Є. В. Брежнев, Є.М. Будніченко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2021, № 1(97). С. 9-32. doi: 10.32620/reks.2021.1.01

2. Метешкин, К. О. Методологические основы автоматизированного обучения специалистов с использованием интеллектуальных информационных технологий : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / К. О. Метешкин. – Харьков : Международный славянский университет, 2006. – 346 с.

3. Богданов, А. А. Тектология : Всеобщая организационная наука [Текст] / А. А. Богданов : Международный институт Александра Богданова. – М. : ФИНАНСЫ, 2003. – 496 с.

4. Von Bertalanffy, L. An Outline of General System Theory [Text] / L. Von Bertalanffy // The British Journal for the Philosophy of Science. –1950. – Vol. 1, Iss. 2. – P. 139-164. DOI: 10.1093/bjps/I.2.134.

5. Wiener, N. Cybernetics. Or control and communication in the animal and the machine [Text] / Norbert Wiener. – The Technology Press; John Wiley & Sons, Inc., New York; Hermann et Cie, Paris, 1948. – 194 p.

6. Ashby, W. Ross. An Introduction to Cybernetics [Text] / W. Ross Ashby. – London : Chapman & Hall, 1956. – 306 p.
7. Beer, S. Brain of the firm: A Development in Management Cybernetics [Text] / S. Beer. – Herder and Herder, 1972. – 319 p.
8. Ивахненко, А. Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике [Текст] / А. Г. Ивахненко. – Київ : «Техніка», 1971. – 372 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. 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.
11. Чечкин, А. В. Слабоформальные системы дискретной математики [Текст] / А. В. Чечкин // Информатизация управления. – М. : МО РФ, 2003. – С. 34–41.
12. Винограй, Э. Г. Системно–диалектический подход: теория и методология [Текст] : монография / Э. Г. Винограй. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. – 308 с.
13. Олейников, Д. П. О методологии системного синтеза методов принятия решений и автоматизации ее процедур [Текст] / Д. П. Олейников, Л. Н. Бутенко // Открытое образование. – 2016. – № 4. – С. 44-51. DOI: 10.21686/1818-4243-2016-4-44-51.
14. 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.
15. Butler, Ch. Naturally Intelligent Systems [Electronic resource] / Charles Butler and Maureen Caudill. – Paperback, 1992. – 314 p. – Access mode: <https://mitpress.mit.edu/books/naturally-intelligent-systems>. – 12.09.2020.
- 156 Marcel van Gerven. Computational Foundations of Natural Intelligence [Electronic resource] / Marcel van Gerven // Frontiers in Computational Neuroscience. – 2017. – Vol. 11. – Access mode: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5770642/>. – 10.12.2020.
DOI: 10.3389/fncom.2017.00112
17. Nature-Inspired Design of Hybrid Intelligent Systems [Electronic resource] / Patricia Melin, Oscar Castillo, Janusz Kacprzyk. – Springer International Publishing, 2017. – Vol. 667. – Access mode: <https://www.springer.com/gp/book/9783319470535>. – 10.12.2020. DOI: 10.1007/978-3-319-47054-2.
18. Natural Intelligence [Electronic resource]. Access mode: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/natural-intelligence>. – 10.12.2020.

19. Ahamed, Syed V. Next Generation Knowledge Machines [Text] / Syed V. Ahamed. – Elsevier, 2014. DOI: 10.1016/C2012-0-06125-X.
20. Спиноза, Б. Трактат об усовершенствовании разума и пути, которым лучше всего направляться к истинному познанию вещей» [Текст] / Б. Спиноза // Серия «Выдающиеся мыслители». – Ростов-на-Дону : «Феникс», 1998. – 608 с. – С. 296.
21. Гайдес, М. А. Общая теория систем (системы и системный анализ) [Текст] / М. А. Гайдес. – Винница : Глобус-пресс, 2005. – 201 с.
22. Волкова, В. Н. Теория информационных процессов и систем [Текст] : учебник для академического бакалавриата / В. Н. Волкова // Серия: Бакалавр. Академический курс. – М. : Издательство Юрайт, 2014. – 499 с.
23. Lassalle, F. Die Philosophie Herakleitos des Dunklen von Ephesos [Text] / F. Lassalle. – In 2 vols. – Berlin, 1858. – Vol. 1. – 379 p. – Vol. 2. – 479 p.
24. Hegel, G. V. F. The Phenomenology of Spirit [Text] / G. V. F. Hegel. – Oxford University Press, 2018. – 516 p.
25. Категории современной науки [Текст] / И. С. Нарский. В. С. Готт, Э. П. Семенюк, А. Д. Урсул // Вопросы философии. – 1985. – № 5. – С. 151-153.
26. Доценко, С. І. Принцип цілісної організації інтелектуальних систем [Текст] / С. І. Доценко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2019. – № 1(89). – С. 4-16. DOI: 10.32620/reks.2019.1.01.
27. 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. DOI: 10.32620/reks.2018.4.01.
28. Ивахненко, А. Г. Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления [Текст] / А. Г. Ивахненко. – Киев : Техніка, 1969. – 377 с.
29. 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 / Доценко Сергій Ілліч. – Харків, 2017. – 369 с.
30. 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 : монографія / за заг. ред. В. О. Тимофеева, І. В. Чумаченко. – Харків : ХНУРЕ, 2015. – С. 7–21.
31. Анохин, П. К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы [Текст] / П. К. Анохин ; отв. ред. Ф. В. Константинов, Б. Ф. Ломов, В. Б. Швырков. – Москва : Издательство Наука. 1978. – 400 с. – С. 122.
32. Гегель, Г. В. Ф. Наука логики. Первая часть: Объективная логика; Вторая часть: Субъективная логика [Текст] / Г. В. Ф. Гегель. – СПб : Наука, 1997. – 799 с.

33. Доценко, С. І. Методологія цілісного підходу до дослідження інтелектуальних систем: антиномії цілісності [Текст] / С. І. Доценко // Тези стендових доповідей та виступів 30-ї Міжнародної науково-практичної конференції 26-27 жовтня 2017р. Україна : Журнал «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті» . – 2017. – № 4 (додаток). – С. 39-40.

34. Доценко, С. І. Методологія цілісного підходу до дослідження інтелектуальних систем: антиномії цілісності (частина друга) [Текст] / С. І. Доценко // Тези стендових доповідей та виступів 31-ї Міжнародної науково-практичної конференції 25-26 жовтня 2018р. Україна : Журнал Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків : 2018. – № 4 (додаток). – С. 22-23.

35. Енгельс, Ф. Діалектика природи [Текст] / Ф. Енгельс. – Київ : Політвидав. України, 1977. – 382 с.

36. Integrated Security Management System for Enterprises in Industry 4.0 [Text] / Sergiy Dotsenko, Oleg Illiashenko, Sergii Kamenskyi, Vyacheslav Kharchenko // Information & Security : An International Journal. – 2019. – Vol. 43, no. 3. – P. 294-304. DOI: 10.11610/isij.4322

37. Integrated Model of Knowledge Management for Security of Information Technologies: Standards ISO/IEC 15408 and ISO/IEC 18045 [Text] / Sergiy Dotsenko, Oleg Illiashenko, Sergii Kamenskyi, Vyacheslav Kharchenko // Information & Security : An International Journal. – 2019. – Vol. 43, no. 3. – P. 305-317. DOI: 10.11610/isij.4323.

38. Cybernetic Approach to Developing Resilient Systems: Concept, Models and Application [Text] [Text] / Vyacheslav Kharchenko, Sergiy Dotsenko, Yuriy Ponochovnyi, Oleg Illiashenko // Information & Security : An International Journal. – 2020. – Vol. 47, no. 1. – P. 77-90. DOI: 10.11610/isij.4705.

39. Доценко, С. І. Принцип функціональної самоорганізації діяльності інтелектуальних систем [Текст] / С. І. Доценко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2019. – № 2(90). – С. 18-28. DOI: 10.32620/reks.2019.2.02.

3. ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ ТА РОЛІ КАТЕГОРІЙ «ПРОЦЕС» І «ДІЯЛЬНІСТЬ ОДИНИЦІ ДІЯЛЬНОСТІ» В ПІЗНАННІ СУТНОСТІ КІБЕРНЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ, ЯК ОРГАНІЗОВАНОГО ЦІЛОГО

С. І. Доценко

Український державний університет залізничного транспорту

3.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1].

Цей розділ є продовженням статті автора у якій розглянуто проблему визначення змісту категорій «система» і «ціле» та його відносини [2]. При вирішенні цієї проблеми було також вирішено проблему визначення змісту понять «процес» і «діяльність». Запроваджено категорію «одиниця діяльності». Показано, що відмінність змісту цих понять у тому, що результат процесу завжди змістовний, а результат діяльності «одиниці діяльності» завжди дорівнює «філософському нулю». Недослідженою залишається проблема наявності чи відсутності зв'язку між категоріями «процес» та «діяльність». Іншими словами, вони можуть бути застосовані самостійно або у певному співвідношенні. І тому необхідно з'ясувати їх зміст.

У цьому розділі розглянуто питання про дослідження форми відносин між категоріями «процес» та діяльність «одиниці діяльності». Для пізнання форми цих взаємовідносин запропоновано розглянути зміст даних категорій з використанням загальнометодологічних (філософських) категорій, запроваджених Б. Спінозою та Г. Гегелем у їх логічних методах.

На підставі такого підходу виявлено склад категорій «процес» та діяльність «одиниці діяльності» як фізичного та організованого (що володіє цілеспрямованою поведінкою) цілих, а також принцип відношення між частинами зазначених цілих – принцип діалектичної єдності «загальне» та «одиничне». Досліджено також зміст механізмів реалізації цих відносин, а саме: механізм реалізації руху для категорії «процес» та механізм реалізації «відповідності» для категорії «одиниця діяльності».

На підставі цього підходу також розкрито принцип відносини між результатами реалізації процесу та діяльності «одиниці діяльності» – принцип діалектичної єдності – «одиничне» та «загальне».

Важливим для дослідження діяльності цілеспрямованих систем є зміст показників їх діяльності. Запропоновано до складу категорії «проект майбутнього результату» для діяльності «одиниці діяльності» включати такі показники – стратегію, цілі, завдання та показники результату для заданого моменту часу (або періоду часу). Це забезпечує однозначність їх визначення, а отже, і реалізації.

Результати дослідження становлять інтерес для фахівців у галузі теорії систем та системного аналізу. Розкриття змісту категорій «процес» та діяльність «одиниці діяльності» як цілих, що складаються з частин, та механізмів забезпечення руху та відповідності дозволяє використовувати результати теорії функціональних систем для формування моделі діяльності у загальній теорії підприємства.

3.2. Аналіз вихідного змісту понять «процес» та «діяльність»

Вивченню та моделюванню процесів присвячена велика література. Практично будь-яка діяльність завжди зводиться до подання її у формі процесу або їх сукупності у формі системи. З теоретичної точки зору така система розглядаються як тимчасова система. Поняття тимчасової системи дано М. Месаровичем у роботі [3]:

«(а) часові системи ...

... Якщо елементи одного з об'єктів системи є функцією, наприклад $v: T_v \rightarrow A_v$, то цей об'єкт називають функціональним. У цій ситуації особливий інтерес представляє випадок, коли області та кообласти всіх функцій для даного об'єкта V однакові, тобто. кожна функція $v \in V$ є відображенням T в A , $v: T_v \rightarrow A_v$. У цьому випадку T називається індексуєю множиною для V , а A – алфавітом об'єкта V . Зауважимо, що при цьому ми не обмежуємо потужності множини A . Якщо, крім того, що індексує множини лінійно впорядковано, тоді її називають безліччю моментів часу.

Функції, визначені на подібних множинах часу, прийнято називати (абстрактними) функціями часу. Об'єкт, елементами якого є часові функції, називають часовим об'єктом і, нарешті, системи, визначені тимчасових об'єктах, – часовими системами».

Відповідно до даного визначення під процесом розуміється об'єкт, що реалізує діяльність з перетворення вхідних об'єктів системи у вихідні об'єкти, які і представляють результат процесу або діяльності тимчасової системи.

Діяльність [1] нами розглянуто детальний алгоритм реалізації циклу цілісної діяльності «одиниці діяльності» для організованого цілого. До його складу входять конкретні діяльності у формі вирішення наступних завдань:

1 – завдання щодо формування оптимального проекту майбутнього результату (Π);

2 – завдання ухвалення рішення про досягнення сформованого проекту майбутнього результату;

3 – завдання щодо досягнення сформованого проекту результату (X);

4 – завдання забезпечення відповідності досягнутого результату (X) встановленому значенню проекту майбутнього результату (Π) шляхом їх вимірювання та зіставлення за співвідношенням:

$$\Pi = X . \quad (3.1)$$

Четверте завдання є завершальною у діяльності та її результатом є забезпечення відповідності отриманого результату його проекту, тобто:

$$P - X = 0. \quad (3.2)$$

Результатом цілісної діяльності «одиниці» діяльності є «нуль»!

З одного боку, результат «процесу» завжди є змістовним, а оскільки результат «цілісної діяльності» має бути таким, що не відповідає цьому результату в будь-якому випадку, то це можливо лише тоді, коли він дорівнює «нулю»! З викладеного випливає, що результат реалізації процесу та результат діяльності організованого цілого є зовсім різними. При цьому для процесу спеціально не обговорювався суб'єкт, що його реалізує, мала на увазі діяльність однієї людини або їх об'єднання.

Таким чином, діяльність людини може бути розглянута з двох позицій, з одного боку, як діяльність системи, що реалізує сукупність процесів, а з іншого боку як діяльність організованого цілого. Звідси виникає питання, чи є між ними щось спільне і якщо є, то якою формою проявляється ця спільність?

Отже, метою даного дослідження є встановлення факту наявності відносин між процесом і цілісною діяльністю «одиниці діяльності». Для цього необхідно вирішити задачу про форму категорій, які були б одночасно застосовні до опису процесу та його цілісної діяльності, а також їх результатів.

3.3. Встановлення змісту категорій «процес» та «діяльність, одиниці діяльності»

Очевидно, що такими категоріями мають бути загальнометодологічні (філософські) категорії. У філософії згідно з Б. Спінозою в його логічному методі такими категоріями для об'єкта є : – «субстанція», «атрибут» та «модус».

Відповідно до логічного методу Г. Гегеля такими категоріями у пізнанні є [3]: «загальне (загальне)», «особливе» та «конкретне (одиничне)». Вихідними для пізнання виберемо категорії логічного методу Б. Спінози, оскільки спочатку розглядатимемо об'єкти пізнання в їхньому наявному бутті, а потім для них застосовуватимемо додатково категорії логічного методу Г. Гегеля.

3.3.1 Визначення змісту категорії «процес»

Зміст категорії «процес», що у зазначених категоріях, наведено у табл. 3.1. Передбачається, що процес існує (є здійснимим) лише у тому випадку, коли є вихідні ресурси та отримано результат їх перетворення, тобто, виділяємо у його існуванні дві частини. При цьому вихідні ресурси через категорію модус віднесені нами до категорії загальне, а кінцевий результат - одиничне.

Наявність двох частин процесу, як цілого, ставить питання про зміст його основного «атрибуту». Як такий атрибут нами визначено механізм

забезпечення руху об'єднання у формі перетворення вихідних ресурсів на кінцевий результат.

Таблиця 3.1 – Зміст категорії «процес»

Категорії за Б. Спинозою	Зміст категорій	Склад категорій	Елементи категорій
«субстанція»	«існування»	фізичне ціле, що складається з двох частин	вихідні ресурси та кінцевий результат
«атрибут»	«рух частин»	<i>рух об'єднання</i> двох частин через механізм перетворення	механізм забезпечення <i>перетворення</i> – <i>особливе в існуванні</i>
«модус»	«стан частин»	діалектична протилежність станів	вихідні ресурси - <i>загальне</i> та кінцевий результат - <i>одиничне</i>

У категоріях Г. Гегеля механізм забезпечення руху об'єднання у формі перетворення вихідних ресурсів на кінцевий результат нами віднесено до категорії «особливе».

У логічній схемі пізнання Г. Гегеля категорія "особливе" грає роль механізму переходу від категорії "загальне" до категорії "конкретне ціле". У нашому розгляді ця категорія відіграє роль об'єднуючого початку у діалектичній єдності категорій «загальна» та «одинична». Реалізація форми руху об'єднання можливе лише у тому випадку, коли *стани частин* цілого будуть діалектично відмінні.

У цьому дослідженні частин цілого застосовується категорія «модус» чи «стан». Як зазначалося вище, у визначенні часових систем діяльність часової системи пов'язана з «переходами станів». Причому вихідні ресурси ми характеризуємо станом «загальне», а отриманий результат «одиничний». У розумовій діяльності сукупність вхідних ресурсів містить кінцевий результат «у можливості», отже, він має бути віднесений до категорії «загальне». Наприклад, сукупність будівельних матеріалів на майданчику для будівництва храму містить у «можливості» побудований із цих матеріалів конкретний храм. Про них ми можемо сказати лише те, що з цих матеріалів буде збудовано «храм».

Таким чином, *процес* у даному поданні є фізичним цілим, у термінології Г. Гегеля «конкретним цілим», оскільки всі його елементи є фізичними частинами, а саме: – «вихідні ресурси (*загальне*), кінцевий результат (*одиничне*)» та механізм забезпечення руху (*особливе*).

3.3.2 Визначення змісту категорії «одиниця діяльності»

Аналогічним чином в табл. 3.2 наведено зміст категорії «діяльність».

При розкритті змісту категорії «діяльність» виникають відмінності, які полягають у наступному:

- проект майбутнього результату відноситься до категорії «загальне у пізнанні», оскільки він є продуктом свідомої діяльності;
- результат цілісної діяльності є «конкретним у пізнанні», тому відносимо його до категорії «одиничне у пізнанні»;
- головна відмінність полягає у змісті *діяльності* механізмів забезпечення руху та забезпечення відповідності.

Для розкриття цієї відмінності розглянемо спочатку зміст *механізму забезпечення руху* категорії «процес». Для цього скористаємося поняттям «управління».

Таблиця 3.2 – Зміст категорії «діяльність»

Категорії за Б. Спинозою	Зміст категорій	Склад категорій	Елементи категорій
«субстанція»	«існування»	цілісна діяльність, що складається із двох частин	проект майбутнього результату та кінцевий результат
«атрибут»	«рух частин»	об'єднання двох частин через механізм забезпечення відповідності	механізм <i>забезпечення відповідності</i> – <i>особливе у пізнанні</i>
«модус»	«стан частин»	діалектична протилежність станів	проект майбутнього результату – спільне у свідомості та кінцевий результат – конкретне у свідомості

С. Бір в такий спосіб розкриває зміст поняття «управління» [4]:

Коротше кажучи, термін «управління», як правило, позначатиме «гомеостатичну машину, призначену для саморегулювання». Тут, зазвичай, термін «машина» визначає доцільну систему. Тому керування, будучи за своєю сутністю машиною, в той же час є невід'ємною частиною іншої машини, призначеної для виконання будь-яких інших функцій. Виходячи з цих важливих міркувань, можна виявити і фундаментальний принцип, що лежить в основі управління. Цей принцип називається зворотний зв'язок.»

Таким чином, *механізм забезпечення руху* для *процесу* перетворення вихідних ресурсів в кінцевий продукт, по суті, складається з двох механізмів, а саме: механізму фізичного перетворення і механізму управління цим перетворенням за принципом управління на основі зворотного зв'язку. При

цьому, керуючий вплив формується за результатом реалізації процесу. На рис. 3.1 представлена модель реалізації процесу.

За реалізації діяльності виникає інша ситуація. В цьому випадку застосовується механізм забезпечення відповідності отриманого результату його проекту. Причому проект майбутнього результату має бути сформований на початок реалізації діяльності.

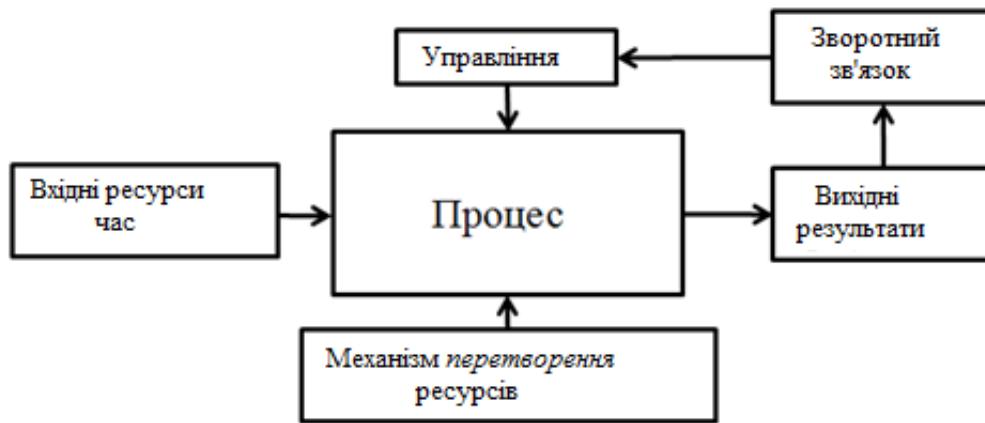


Рисунок 3.1– Модель реалізації процесу

На рис. 3.2 представлено модель реалізації діяльності. Ця модель заснована на архітектоніці функціональної системи П. К. Анохіна [5]. В теорії функціональних систем академіком К .В. Судаковим введено поняття «системоквант фізіологічних процесів» [6], яке проф. А. В. Чечкіним введено в теорію інтелектуальних систем [7]. Поняття системокванта включає опис повного циклу діяльності від формування потреби до її реалізації.

З викладеного випливає, що виникають *три механізми* дії на процес, а не один. Принциповою відмінністю моделі реалізації діяльності від моделі реалізації процесу є наявність «акцептора», який сприймає інформацію про проект майбутнього результату, команду на реалізацію конкретних дій та отриманий результат.

Отже, без сформованого проекту майбутнього результату, ухвалення рішення про його досягнення та формування відповідної команди на виконання діяльності не реалізується. Для реалізації процесу достатньо мати на вході відповідні ресурси та запустити в дію механізм забезпечення руху.

Виникає питання, якими категоріями можна охарактеризувати механізм забезпечення відповідності та механізм забезпечення руху? Оскільки механізм забезпечення руху реалізується фізичними компонентами, цей механізм ми можемо охарактеризувати атрибутом «одиничне».

Механізм забезпечення відповідності реалізується у процесі мислення, отже, його можна охарактеризувати атрибутом «загальне».

Отже, між механізмами забезпечення руху процесу і забезпечення відповідності для «одиниці діяльності» виникає діалектичне ставлення: «одиничне» – «загальне».

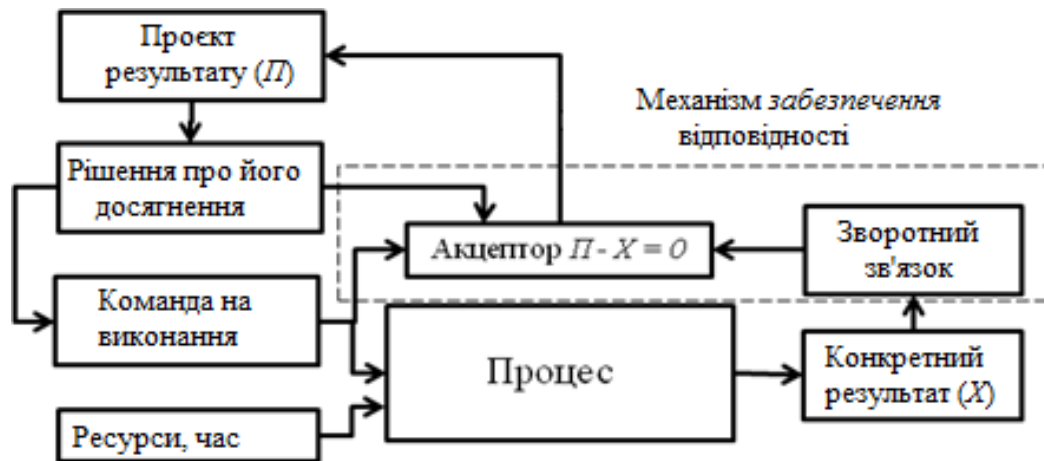


Рисунок 3.2 – Модель реалізації діяльності

В цілому реалізація процесу у формі фізичного процесу та цілісної діяльності «одиниці діяльності» у формі розумових процесів формування проекту майбутнього результату та вимірювання отриманого результату і становить діалектичну єдність частин цілісної діяльності організованого цілого. У цілому тривалість реалізації процесу із необхідністю дорівнює тривалості реалізації процесів у «одиниці діяльності». При цьому також відбувається одночасне перетворення фізичних ресурсів на кінцевий фізичний продукт і проекту майбутнього результату на отриманий мислимий результат.

Тут постає додаткове питання, як співвідносяться між собою категорія «мета діяльності», яка застосовується в теорії цілеспрямованих систем [8] та введена нами для категорії «діяльність» категорія «проект майбутнього результату»? Відповідно до [8] цілеспрямована система визначається так:

«...цілеспрямовані індивід чи система можуть продукувати 1) функціональні результати одного типу структурно різними способами в структурно однаковому оточенні і 2) функціонально різні результати в однаковому оточенні чи структурно різних оточеннях.

Таким чином, цілеспрямована система може змінювати свої завдання за постійних навколишніх умов: вона вибирає і завдання та засоби їх виконання. Тим самим вона виявляє волю. Найвідоміший приклад таких систем – люди.

Для опису результатів реалізації процесів у цілеспрямованих системах С. Бір вводить такі характеристики: «підсумок», «завданн», «мета», «ідеал». Їх зміст він визначає так [8]: «... підсумок – це досяжний результат, якого суб'єкт прагне найбільше у певному оточенні й у відповідний момент.... Завдання, таким чином, - це результат, якого суб'єкт найбільше прагне протягом деякого часу для деякої сукупності оточень. ... Мета – це бажаний результат, недосяжний за аналізований проміжок часу, але доступний у майбутньому, причому за цей період до нього можна наблизитися. ... Ідеал - це результат, який ніколи не можна отримати, але до якого можна необмежено наблизитися. У цьому сенсі ідеалом для деяких людей є рух із нескінченною швидкістю, а для деяких учених проведення безпомилкових спостережень.»

Таким чином, результат реалізації процесу має багато характеристик. Причому, ці характеристики віднесені до різних моментів часу, а саме: «у певний момент часу», «протягом деякого часу», «недосяжний за проміжок часу, але доступний у майбутньому», «який ніколи не можна отримати, але до якого можна необмежено наблизитися». Досягнення цих результатів реалізації процесів передбачає наявність нескінченного часу, тобто С. Бір розглядає послідовний ланцюг процесів.

Нами запропоновано категорію «проект майбутнього результату», зміст якої передбачає формування конкретних показників результату діяльності «одиниці діяльності», які мають бути отримані для заданого моменту часу. Для їх формування до складу проекту майбутнього результату нами включені стратегія (аналог ідеалу), мета, завдання, показники результату (аналог результату) у вигляді ресурсних чинників організаційної діяльності [9-10]. Нами пропонується формування змісту показників здійснювати, послідовно починаючи зі стратегії. У цьому випадку реалізація діяльності «одиниці діяльності» передбачає одночасну реалізацію стратегії, мети, завдань та показників результату. Діяльність «одиниці діяльності» є кінцевою. Результат діяльності «нуль».

3.4. Висновки

1. Процес може бути представлений у формі фізичного цілого, що складається з двох частин, а саме: вхідних ресурсів та кінцевого продукту, що характеризуються категоріями «загальне» та «одиничне» у існуванні. Їх об'єднання забезпечується механізмами управління та перетворення, що характеризуються категорією «особливе» у існуванні.

2. Цілісна діяльність «одиниці діяльності» може бути представлена у формі організованого цілого, що складається з двох частин, а саме: проекту майбутнього результату та кінцевого результату, що характеризуються категоріями «загальне» та «одиничне» у пізнанні. Їхнє об'єднання забезпечується механізмом забезпечення відповідності, що характеризується категорією «особливе» у пізнанні.

3. Загальним принципом формування як процесу так і діяльності «одиниці діяльності» є принцип діалектичної єдності протилежностей «одиничне» та «загальне» за наявності механізмів такого об'єднання, що характеризуються категорією «особливе».

4. Між процесом та діяльністю «одиниці діяльності» також встановлюється діалектичне відношення «одиничне» та «загальне» у формі діалектичної єдності «конкретного результату» процесу (одиничне) та «нуля» для діяльності (загальне). Механізмом об'єднання у цьому разі виступає елемент моделі – «акцептор».

5. Для характеристик цілеспрямованої діяльності «підсумок», «завдання», «мета», "ідеал" тривалість процесу прагне до нескінченності, а «проект

майбутнього результату» формується для заданого моменту часу на підставі визначення змісту стратегії (аналог ідеалу), мети, задач та показників результату (аналог результату) для цього ж моменту часу (або періоду часу).

6. Методологічним принципом пізнання змісту категорій «процес» та «одиниця діяльності» та їх відносини є принцип діалектичної єдності категорій «загальна» та «одинична» через категорію «особливе» у формі механізмів забезпечення руху та відповідності.

Література

1. Доценко С. И. Процесс и деятельность «единицы деятельности» – две формы проявления сущности организованного целого // Технологический аудит и резервы производства. – Харьков : 2014– № 5/1(19). – С. 9 –12.

2. Месарович, М. Общая теория систем математические основы [Текст] / М. Месарович, Я. Такахара; пер. с англ. Э. Л. Наппельбаума; под ред. С. В. Емельянова. – М.: Мир, 1978. – 311 с.

3. Гегель, Г. В. Ф. Наука логики. Первая часть Объективная логика. Вторая часть Субъективная логика. – Санкт-Петербург: Наука, 1997. – 800 с.

4. Бир, С. Кибернетика и управление производством [Текст] / Стаффорд Бир. – М.: Наука, 1965. – 392 с.

5. Анохин, П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем [Текст] / П. К. Анохин // В кн. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975. – 448 с.

6. Судаков, К. В. Системокванты физиологических процессов [Текст] / К. В. Судаков. – М.: Международный гуманитарный фонд арменоведения им. академика Ц. П. Агаяна, 1997. – 152 с.

7. Чечкин, А. В. Интеллектуализация сложной системы как средство обеспечения её информационно-системной безопасности [Текст] / А. В. Чечкин, М. В. Пирогов // Фундаментальная и прикладная математика. – Центр новых информационных технологий МГУ, Издательский дом «Открытые системы», 2009. – Том 15, №3. – С. 225-239.

8. Акофф, Р. Л. О целеустремленных системах [Текст] / Рассел Л. Акофф, Фред И. Эмери; пер. с англ. Г. Б. Рубальского; под ред. И. А. Ушакова. – М.: Советское радио, 1974. – 272 с.

9. Доценко, С. І. Методологія декомпозиції змісту організаційних задач енергетичної діяльності підприємств [Текст] / С. І. Доценко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2011. – Вип. 117, Т. 2. – С. 3-5.

10. Доценко, С. І. Обґрунтування складу та змісту процесних факторів організаційної діяльності системи енергетичного менеджменту підприємств [Текст] / С. І. Доценко, О. С. Кухаренко, А. О. Левченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2011. – Вип. 117, Т. 2. – С. 9-10.

4. ПРО ІЗОМОРФНІСТЬ «СКЛАДНОГО» ОБ'ЄКТА ТА ЙОГО «ПРОСТОЇ» МОДЕЛІ. ВІД СКЛАДНОЇ ПРИРОДИ ДО ПРОСТОГО ОПИСУ

С. І. Доценко

Український державний університет залізничного транспорту

4.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1].

Загально визнаним науковим підходом до дослідження явищ природи є формування та дослідження моделей цих явищ. При цьому, рядом авторів відмічається феномен, зміст якого полягає в тому, що при створенні моделі встановлюється вимога щодо необхідності формувати її якомога простішою. Чим простіша модель, тим більше вона відповідає оригіналу. Однак пояснення цього феномену на цей час відсутнє. Тому виникає необхідність розкриття його змісту.

4.2. Аналіз основних положень теорії моделювання систем

У стандарті ГОСТ Р ІСО 14258:2008 [2, с. 13] у якості основної методології моделювання розглядається системний підхід:

«Класична теорія систем може надати допомогу в досягненні інтеграції на рівні процесу або виробничих операцій за допомогою розгляду підприємства у вигляді системи, а його процесів як підсистем, і, в свою чергу, саме підприємство може розглядатися як підсистема при виконанні транзакцій між підприємствами. Модель підприємства зберігає дані про системи і підсистеми паралельно з даними про продукційну систему.

Кожна система може мати багато (n) представлень; наприклад, представлення менеджменту (планування, управління, виконання), технологічне представлення (обладнання, програмне забезпечення, протоколи обміну інформацією) і інформаційне представлення (формат і семантика). Можуть існувати процеси або системи, які створюють речі (описи яких включають дієслова). Процеси взаємодіють; тобто вони мають входи (n представлень), виходи (n представлень), елементи управління (n представлень) і ресурси (n представлень). Необхідне визначення стану системи та її дозволених станів.»

Ю. А. Шрейдер та О. О. Шаров наступним чином вводять категорію «модель системи». [3, с. 7]:

«Ідея множини як «множини, мислимої як ціле» дуже приваблива тим, що в ній сутність цілого як би зводиться до сутності елементів множин

У системному підході центр ваги, лежить в схоплюванні особливої сутності «цілого, мислимого як множина», у виділенні особливих цілісних властивостей, що дозволяють вважати деяку структуру не конгломератом розрізнених, хоча і аморфних частин, а саме системою.»

Далі Ю.А. Шрейдер та О. О. Шаров наступним чином визначають членування цілісності (цілого) [3, с. 68-69]:

«...вихідна цілісність мислиться як нерозчленована, а притаманна їй організація дозволяє виділяти в ній природні членування на компоненти, які можуть розглядатися як підсистеми. Ці компоненти можуть знаходитися у достатньо складних причинних і цільових відносинах, утворюючи тим самим просторово-часову єдність....»

Кожне представлення системи дається її членуванням на компоненти. Оскільки поміж компонентами, що утворюють членування системи, виконані деякі відносини, приходимо до висновку, що представлення системи є модель.

Отже, *система сама по собі не модель і навіть не множина, але може бути представлена як модель.* Базовою множиною цієї моделі є множина компонентів, які виникають у цьому членуванні. Ця множина не будується із раніше заданих елементів, а навпаки, елементи її (компоненти) системи формуються у процесі опису (дослідження) системи. Зате після того, як ці елементи виділені, їх повний склад чітко визначається системою.»

Згідно Ф. П. Тарасенко, модель визначається як [4, с. 52-53]:

«Перше: модель є засобом здійснення будь-якої діяльності суб'єкта. Друге: модель є формою існування знань. Можна дещо доповнити кожне з цих визначень вказівкою на те, що модель - теж система, з усіма описаними в розд. 2 загальносистемними властивостями. Відмітна особливість моделей від інших систем полягає (на додаток до того, що говорять два визначення) в їх призначенні відображати модельований оригінал, замінювати його в певному відношенні, тобто містити і представляти інформацію про оригінал, висловимо цю думку у вигляді ще одного загального визначення: модель є системне відображення оригіналу.

Всі три визначення носять дуже загальний, можна сказати, філософський характер. Для подальшого нам знадобиться конкретизація типів моделей і їх характерних властивостей. Як ми вже знаємо, уточнення опису моделі можна зробити за допомогою аналізу і синтезу.»

На основі результатів дослідження змісту категорій «система» та «організоване ціле», перефразовуючи третє визначення моделі можна сказати:

Модель є цілісне відображення оригіналу!

М. М. Мойсеєв наступним чином визначав зміст моделі [5, с. 166]:

«Під моделлю ми розумітимемо спрощене, як завгодно, упаковане знання, що несе цілком певну, обмежену інформацію про предмет (явище), що відзначає ті чи інші його властивості. Модель можна розглядати як спеціальну форму кодування інформації. На відміну від звичайного кодування, коли відома вся початкова інформація, і ми лише переводимо її на іншу мову, модель, яку б

мову вона не використовувала, кодує і ту інформацію, яку люди раніше не знали. Можна сказати, що модель містить в собі потенційне знання, яке людина, досліджуючи її, може придбати, зробити наочним і використовувати в своїх практичних життєвих потребах. Для цих цілей в рамках самих наук розвинені спеціальні методи аналізу. Саме цим і зумовлена передбачувальна здатність модельного опису.»

Загальні вимоги до моделей, згідно Д. О. Новікову [6, с. 23 - 25] полягають у наступному:

«Першою вимогою є інгерентність моделі, тобто достатня ступінь узгодженості створюваної моделі з середовищем, щоб створювана модель була узгоджена з середовищем, в якому їй належить функціонувати, входила б в це середовище не як чужорідний елемент, а як природна складова частина... .

Друга вимога - *простота моделі*. Простота моделі - її немінуча властивість: в моделі неможливо зафіксувати все різноманіття реальних ситуацій. Простота прагматичної моделі немінуча через необхідність оперування з нею, використання її як інструменту, який повинен бути оглядним і зрозумілим, доступним кожному, хто бере участь в реалізації моделі.

Існує ще один, досить цікавий і незрозумілий поки аспект вимоги простоти моделі, який полягає в тому, що чим простіше модель, тим вона ближче до модельованої реальності і тим зручніше для використання... .

За аналогією Г. Саймон висуває гіпотезу, що спостережувана різноманітність і складність поведінки людей пояснюються не складністю принципів прийняття ними рішень (вибору дій), які самі по собі прості, а різноманітністю ситуацій (станів зовнішнього середовища), в яких приймаються рішення. З цією думкою цілком можна погодитися. Питання тільки в тому, як знайти ці прості принципи? У цьому зв'язку можна висловити (фантастичну) гіпотезу про еволюцію законів природи, в результаті якої «відбираються» найбільш ефективні з них (тобто мають найбільш простий вигляд при заданій функціональності).

Однак, така «складна» простота моделі, яка зберігає її пізнавальну цінність, досягається лише на базі розвинутої методології моделювання, високої кваліфікації і майстерності дослідника....

Нарешті, третя вимога, що пред'являється до моделі - її адекватність. Адекватність моделі означає можливість з її допомогою досягти поставленої мети моделювання в відповідності зі сформульованими критеріями.»

Згідно Ф. П. Тарасенко, критерій «простоти» характеризується наступним чином [4, с. 132-133]:

«Мабуть, найдивовижнішим при спробах зрозуміти, як влаштований світ, є те, що врахувавши лише кінцеві сукупності відносин у нескінченному світі, ми часто добиваємося успіхів у досягненні наших цілей. Чи то світ влаштований «просто», чи то ми самі вельми «обмежені», чи то наша взаємодія зі світом є «звуженою» – це філософські питання, а факт полягає в тому, що кінцеві, спрощені моделі дозволяють нам успішно пізнавати і перетворювати (!)

нескінченний світ. Але з'ясувалося, що для цього годяться не будь-які моделі, а ті, що відповідають низці вимог, узагальнених нами в понятті адекватності (розд. 4.3).»

З аналізу вимог до моделі слідує, що розкриття змісту феномену «простоти» моделі забезпечить обґрунтування методології формування простих моделей, які будуть найбільш адекватно відображати реальні об'єкти та процеси. Метою цього аналізу є розкриття змісту феномену «простоти» моделі.

4.3. Встановлення змісту фундаментального відношення для частин організованого цілого, яке обумовлює формування його «простої» моделі

Формально модель можна визнати найпростішою тоді, коли до її складу включено дві частини і встановлено конкретну форму відносин цих частин.

Однак, якщо у якості моделі розглядати систему, яку визначають як сукупність взаємопов'язаних елементів, тоді необхідно досліджувати і розкривати дві форми невизначеності, а саме:

- невизначеності складу елементів (їх кількості);
- невизначеності форми зв'язків між елементами.

Виникає питання, чи можливим є приведення моделі у формі системи до форми найпростішої моделі.

Спочатку розглянемо можливі форми *відносин* між частинами моделі (елементами системи).

У загальній теорії систем основною формою зв'язку між елементами визнається принцип бінарних відносин у формі причинно-наслідкових зв'язків [7]. Діяльність одного елемента породжує діяльність іншого елемента системи. Але такий принцип відносин не дає відповідь на питання чому саме ці елементи включено до складу моделі?

Їх залучення до складу моделі можливе тільки при наявності у них деякої загальної властивості яка з необхідністю взаємно обумовлює можливість формування моделі та реалізацію нею діяльності.

У якості такої властивості в загальній теорії систем застосовується категорія «цілісність». При цьому систему визначають як дещо ціле. Ціле ж, до складу якого включено людей, як учасників діяльності, розглядають як організоване ціле.

У роботі [8, с. 7] для організованих цілих нами досліджено форми бінарних відносин які їх формують. Доведено, що окрім причинно-наслідкових зв'язків, які забезпечують реалізацію діяльності організованого цілого, існують також діалектичні зв'язки у формі «загальне» – «одиничне», які *забезпечують його формування*. Тому організоване ціле розглядається як *діалектично організоване ціле*.

Для таких діалектично організованих цілих також встановлено наступні правила: правило об'єднання; правило діяльності; правило результату; правило

подвійності (діалектичності), які є основою для пізнання закономірностей його формування і реалізації його діяльності.

Фундаментальним правилом формування та реалізації діяльності організованого цілого, а, також і його пізнання, є правило подвійності (діалектичності). Його зміст полягає у наступному. Цілісна діяльність діалектично організованого цілого передбачає:

- наявність двох частин здатних реалізувати дві організаційні задачі;
- процеси щодо вирішення цих задач можуть бути віднесені до організаційних процесів (формування проекту майбутнього результату) і технологічних процесів (отримання результату). Для них можуть бути встановлені діалектичні відносини за принципом «загальне – одиничне»;
- ресурси, використовувані для реалізації цих форм процесів, також можуть бути віднесені до ресурсів реалізації організаційних процесів і ресурсів реалізації технологічних процесів. Для них можуть бути встановлені діалектичні відносини за принципом «загальне – одиничне»;
- періоди часу, протягом яких вирішуються організаційні задачі, можуть бути охарактеризовані як *період часу формування проекту майбутнього результату* (організаційний час), *період часу отримання заданого результату* (технологічний час), період часу існування отриманого результату. Між періодами часу *формування* проекту майбутнього результату і *отриманого* результату можуть бути встановлені діалектичні відносини у формі «загальне – одиничне».

Необхідною і достатньою умовою існування діалектично організованого цілого і реалізації цілісності його діалектично організованої діяльності є наявність або здатність формування та реалізації діалектично протилежних якостей станів у структурних частинах діалектично організованого цілого і *забезпечення рівності їх кількостей* (відповідності).

Між системою та діалектично організованим цілим встановлено принцип відносин у формі діалектичних відносин «одиничне» і «загальне». Між *процесом* і *діяльністю* «одиниці діяльності» також встановлюється діалектичне відношення «одиничне» і «загальне» у формі діалектичної єдності «конкретного результату» процесу (одиничне) і «філософського нуля» для результату діяльності (загальне).

Наслідком правила діяльності є те, що *діалектичні відносини* між частинами діалектично організованого цілого встановлюються для їхніх станів на етапі його *формування*. Причинно-наслідкові відносини встановлюються між частинами та / або для процесів усередині самих частин на етапі *реалізації* цілісної діяльності.

4.4. Висновки

Таким чином, модель діалектично організованого цілого складається з найменшої кількості частин: – їх всього дві.

Цілісна діяльність діалектично організованого цілого складається з найменшої кількості форм організаційних задач: – їх також всього дві, які формують «одиницю» діяльності.

Результат цілісної діалектично організованої діяльності завжди визначений і дорівнює «філософському нулю».

Принцип поєднання частин цілого у організоване ціле: – діалектична єдність протилежностей «загальне» – «одиничне».

Принцип поєднання організаційних задач у цілісну діяльність діалектично організованого цілого: – діалектична єдність протилежностей «загальне» – «одиничне».

Єдиний принцип відносин – діалектична єдність, і як наслідок єдиний механізм забезпечення цієї єдності. Таким чином, ізоморфність «простої» моделі та «складного» реального об'єкту забезпечується фундаментальним принципом їх формування з частин: – діалектичною єдністю протилежностей. Вона є наслідком закону діалектики: – закону єдності та взаємної обумовленості протилежностей.

Література

1. Доценко С. І. До питання про ізоморфність "складного" об'єкта та його "простої" моделі / С. І. Доценко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2015. - Вип. 165. - С. 16-18.

2. ГОСТ Р ИСО 14258-2008 Промышленные автоматизированные системы. Концепции и правила для моделей предприятия [Текст] . – Введен в действие 2010-01-01. – М. : Стандартинформ, 2009. – VI, 14 с. (Национальный стандарт Российской Федерации).

3. Шрейдер Ю. А. Системы и модели [Текст] / Ю. А. Шрейдер, А. А. Шаров – М. : – Радио и связь, 1982. – 152 с., ил. – (Кибернетика).

4. Тарасенко Ф. П. Прикладной системный анализ (Наука и искусство решения проблем) : Учебник [Текст] / Ф. П. Тарасенко – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2004. – 186 с.

5. Моисеев Н. Н. Математика в социальных науках [Текст] / Н. Н. Моисеев // Математические методы в социологическом исследовании. – М. :, 1981. – 135 с. – С. 10-24.

6. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами [Текст] / Д. А. Новиков – 3-е изд. – М. : Изд. физ.-мат. лит. 2012. – 604 с.

7. Поспелов Г. С. Программно-целевое планирование и управление. (Введение) [Текст] / Г. С. Поспелов, В. А. Ириков. – М.: «Сов. Радио», 1976. – 404 с.

8. Моделювання процесів в економіці та управлінні проектами з використанням нових інформаційних технологій [Текст]: монографія / за заг. ред. В. О. Тимофєєва, І. В. Чумаченко – Х.: ХНУРЕ, 2015. – 245с.

ЧАСТИНА II ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА САМООРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

5. ПРИНЦИП ЦІЛІСНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

С. І. Доценко

Український державний університет залізничного транспорту

5.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1]. У статті [2] нами встановлено причини, які обумовили кризу класичної кібернетики. Основною причиною визнано кризу *методологічних* основ загальної теорії систем, в якій не вирішеною є проблема *системоформуючого* фактору. Саме відсутність однозначного визначення змісту цього фактора породжує багатозначність визначення поняття «система». Ця проблема в класичній кібернетиці проявилася у визначенні кібернетичних систем які відкриті для енергії і закриті для інформації. При цьому вважається, що ціль діяльності формується за межами досліджуваної системи і механізм її формування не розглядається.

Запропоновано вирішення даної проблеми шляхом переходу до методології цілісного підходу до дослідження кібернетичних та фізіологічних систем як *організованих цілих*, як це пропонували Л. фон Берталанфі у загальній теорії систем [3] та академік П. К. Анохін у теорії функціональних систем [4].

Л. фон Берталанфі вказував [3]:

«Загальна теорія систем у вузькому сенсі, яка намагається вивести з загального визначення поняття «система», як комплексу взаємодіючих компонентів, ряд понять, характерних для організованих цілих, таких як взаємодія, сума, механізація, централізація, конкуренція, фінальність і т.д., і застосовує їх до конкретних умов.»

При цьому, в теорії функціональних систем ціль діяльності розглядається як фундаментальний системоформуючий (системоорганізуючий) фактор, який забезпечує організацію функціональних елементів на досягнення встановленої цілі діяльності.

Важливо зауважити, що академік П. К. Анохін був *категорично проти* поділу функціональної системи, як кібернетичної системи на управляючу систему та систему якою управляють [4]:

«Мається на увазі, перш за все дуже поширений вираз «керуюча система», який ні семантично, ні логічно не може бути прийнятий теорією функціональної системи. Насправді, що означає цей вислів? Нічого, крім традиційного ігнорування результату системи при обговоренні кібернетичних закономірностей.»

Дійсно, вираз керуюча система за самою своєю суттю припускає, що керований об'єкт не є елементом керуючої системи, тобто, просто кажучи, він знаходиться за межами (!) самої управляючої системи.»

Саме ця обставина обумовила протиріччя поміж представниками шкіл фізіологічної та технічної кібернетик, а саме: академіка П. К. Анохіна та професора О. А. Ляпунова [5]. Ці протиріччя нажаль збереглися до цього часу.

Фізіологічні системи є відкритими для інформації і ціль діяльності формується в середі системи на основі інформації про стан системи та навколишнього середовища.

Дивно, запропонувавши детальну архітектуру функціонального представлення діяльності фізіологічної системи і визначивши форму системоутворюючого фактору П. К. Анохін не звернув увагу на фундаментальну властивість *організованого цілого* бути поділений щонайменше на дві частини. Адже саме поділ на дві частини ставить питання про принцип *організації* цих частин в ціле. Вирішуючи задачу системоформуючого фактору для системи він залишив поза увагою *принцип формування* організованого цілого з частин.

З цього виникає протиріччя у формі антиномії, а саме:

- функціональна система є організованим цілим, яке сформовано щонайменше з двох частин;
- для функціональної системи, як організованого цілого неможливим є поділ на управляючу частину (систему управління) та частину якою управляють.

Для розкриття цього протиріччя необхідно дослідити, як співвідносяться поміж собою *системоформуючий фактор* згідно теорії функціональних систем та *принцип організації* організованого цілого з його частин?

Виходячи з цього пропонується у якості об'єкту дослідження розглядати принцип *організації* організованих цілих. Зміст системоформуючого фактора у формі проекту майбутнього результату вже визначено у теорії функціональних систем.

При цьому, під *організованим цілим* будемо розуміти *інтелектуальну систему* у формі фізіологічної системи, а також надорганізмової системи (підприємства), які функціонально організовані за теорією функціональних систем. Тому в подальшому викладенні термін «інтелектуальна система» буде вживатися саме у такому розумінні.

Кібернетична система визначається як система, яка відкрита для енергії та закрита для інформації, згідно положень класичної кібернетики [2].

Згідно цих визначень кібернетична система розглядається нами як *частина* інтелектуальної системи.

Важливість встановлення принципу організації інтелектуальних систем в сучасних умовах обумовлена необхідністю теоретичного обґрунтування методологічних основ для платформ Індустрія 4.0 та Індустрія 5.0, які є основою відповідних промислових революцій. Адже саме інтелектуальні

системи та «розумні» речі є основними об'єктами, які створюються й застосовуються в цих платформах.

Перш ніж досліджувати принцип *організації* інтелектуальних систем у формі організованих цілих виконаємо аналіз основних положень методології цілісного підходу.

5.2. Основні положення методології цілісного підходу

Поняття «ціле» є одним з фундаментальних понять від античної філософії до класичної німецької філософії. Так Геракліт вважав що [6, с. 319]:

«Бо єдине є те, що складається з двох протилежностей, так що при розрізанні навпіл ці протилежності виявляються. Чи не це положення поставив, за словами еллінів, їх великий і славний Геракліт в основу своєї філософії і пишався ним як новим відкриттям» (Філон).»

В класичній філософії ціле досліджував Б. Спіноза в [7]. Слід також зауважити, що поняття «ціле» є основним у теорії пізнання Г. Гегеля, яка розроблена в «Науці логіки» [8]. Він зауважував [9]:

«Істинне є ціле. Але ціле є тільки сутність, що завершується через свій розвиток.»

Однак, з початку двадцятого століття в нових теоріях пізнання було здійснено перехід до дослідження *систем*. Системний підхід визнається більш загальним, а цілісний підхід визнається його елементом.

М. С. Каган так пояснює їх співвідношення [10]:

«Поява в категоріальному апараті філософії поняття «система» у співвідношенні з «елементами» поставило їх у зв'язок з близькою за змістом категоріальною парою «ціле-частина». Відмінність нової пари понять, яка дозволила їй зберегтися і навіть зміцнити в наш час свої позиції, полягає в тому, що «система» підкреслює організований характер якоїсь множини... , тоді як в понятті «ціле» міститься лише вказівку на зв'язок складових його компонентів; саме тому системний підхід виявився найтіснішим чином пов'язаним зі структурним аналізом – аж до їх нерідкого ототожнення... . Разом з тим, теорія систем не відкинула уявлення про цілісність, але включила його в свою онтологічну концепцію як позначення найважливішої властивості систем, які, при найвищих рівнях складності і жорсткої структурної розчленованості, зберігають такий міцний зв'язок своїх підсистем та елементів всередині останніх, який сильніше, ніж їх зв'язки з зовнішнім середовищем, що і забезпечує системі можливість самозбереження, самовдосконалення, саморозвитку при незмінній якісній визначеності. Так системна «ідеологія» увібрала в себе уявлення про відносини "ціле-частини", зробивши одним з найважливіших своїх методологічних принципів правило: «йти в процесі пізнання системи не від частин до цілого, а від цілого до частин».

Згідно наведеної тези П. К. Анохін здійснив перехід для функціональної системи, як організованого цілого, від цілого до частин для яких встановлено *функції*, виконувані цими частинами.

Виконаний нами аналіз методологій системного та цілісного підходів показав, що ним притамано ряд протиріч, які представлено у формі антиномій, розкриття яких виконано у роботі [11]:

«Протиріччя 1 – антиномія про відношення частин та цілого.

Протиріччя 4 – антиномія формуючого фактору: «діалектична єдність» – «причинність.»»

Протиріччя 8 – антиномія реалізуючого фактору: людина як формуючий фактор (кібернетичний підхід, управління) – проект майбутнього результату діяльності.»

Слід відзначити, що наявність вказаних антиномій свідчить про протиріччя у вихідних аксіомах загальної теорії систем та методології цілісного підходу.

Для встановлення принципу організації організованого цілого з двох частин, з наведених протиріч необхідно розглянути четверте та восьме протиріччя.

В цих протиріччях введено поняття відповідно «формуючий» та «реалізуючий» фактори. В чому ж полягає їх відмінність? Детальний аналіз показав, що теорія функціональних систем досліджує вже існуючу фізіологічну систему в якій відомі складові функціональні елементи. Визначається зміст функцій які реалізуються цими елементами. При цьому, визначається фактор у формі відповідної функції, який обумовлює початок реалізації діяльності функціональної системи. П. К. Анохіним цей фактор визнається системоформуючим. Але ж системоформуючий фактор повинен за смыслом визначити склад елементів системи та їх функції. А в теорії функціональних систем вони вже відомі! Тому нами запропоновано для функціональної системи розглядати саме поняття «реалізуючий» фактор. Цей фактор забезпечує реалізацію діяльності існуючої функціональної системи.

Що до дійсно організуючого фактору для організованого цілого з двох частин, то для його встановлення необхідно вирішити четверту антиномію.

Основним бінарним відношенням у теорії управління є функціональне причинно-наслідкове відношення поміж входом та виходом системи, а також кожного з її елементів.

Основним бінарним діалектичним відношенням у загальній теорії систем та методології цілісного підходу є бінарне відношення між частиною та цілим, яке формується як протиріччя 1.

Однак, окрім принципу бінарних відносин, як діалектичних відносин у формі «ціле» – «частина», в логічному методі існує триарне діалектичне відношення у формі «загальне» – «особливе» – «одиничне» [8], або ж бінарне відношення діалектичної єдності «загальне» – «одиничне». Виникає питання, яке з вказаних бінарних діалектичних відношень забезпечує організацію інтелектуальної системи з її частин? На основі цього нами сформовано протиріччя 4.

Вирішення цього протиріччя потребує попереднього розгляду сучасного стану розвитку інтелектуальних систем. Справа в тому, що на цей час окрім

власне функціональної системи за теорією функціональних систем запропоновано ряд інтелектуальних систем заснованих на цій теорії [12]. Слід також прийняти до уваги існування автоматизованих систем управління у формі діалогових систем управління [13], а також систем підтримки прийняття рішень [14]. Всі ці системи поєднує включення до їх складу людини.

Виникає питання, як архітектура функціональної системи за П. К. Анохіним інтегрована у вказані системи?

Друге питання стосується поділу вказаних систем на дві частини, чи можливо у складі цих систем виділити дві частини, для яких можливим є визначення принципу організації організованого цілого у формі бінарного відношення діалектичної єдності «загальне» – «одиничне»?

5.3. Аналіз сучасного стану розвитку інтелектуальних систем

На рисунку 5.1 наведено архітектоніку функціональної системи згідно теорії функціональних систем [4].

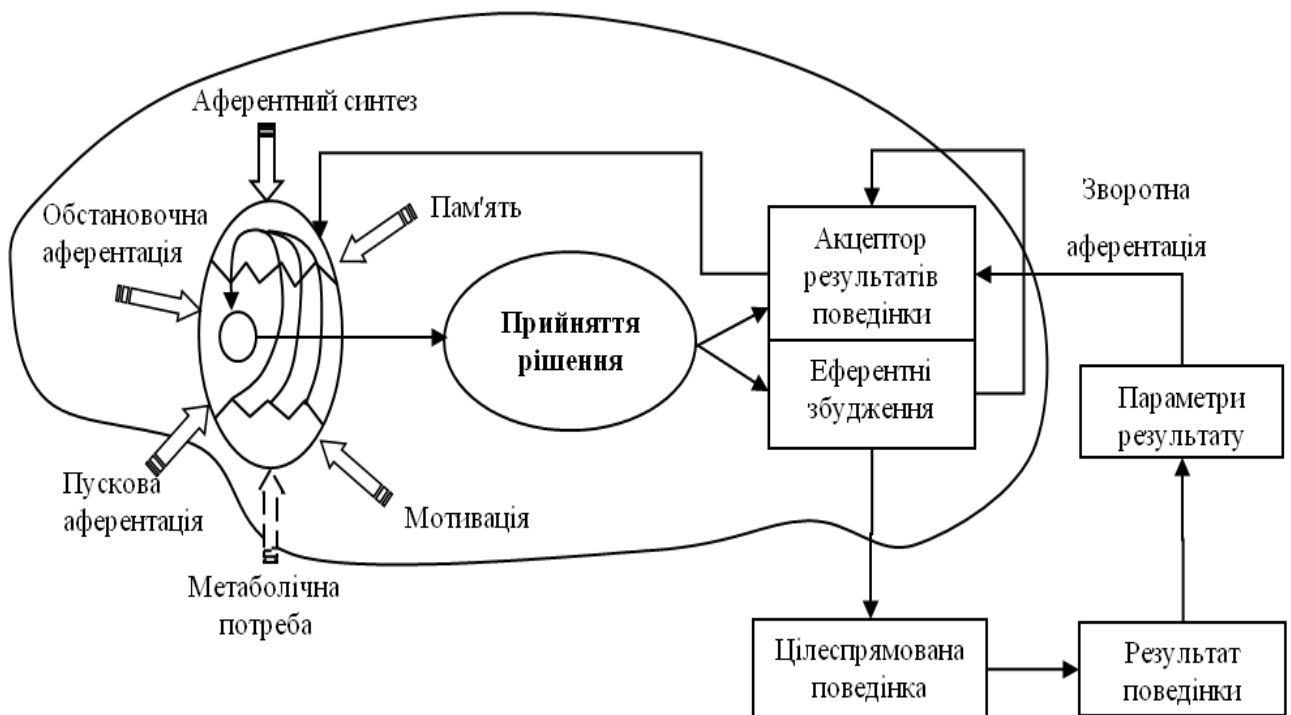


Рисунок 5.1 – Архітектоніка функціональної системи

Подальший розвиток теорія функціональних систем отримала у напрямку системного квантувань. В роботі [15] під квантуванням розуміють встановлені в теорії функціональних систем вузлові механізми: аферентний синтез, ухвалення рішення, передбачення потрібного результату – акцептор результату дії, еферентний синтез і його оцінку акцептором результату дії. Слід також відмітити, що у роботі [15] застосовується поняття системоквант для дослідження внутрішніх тонких механізмів організації психічної діяльності

живих організмів. В цій методології відсутній поділ на складові організаційні частини. Досліджуються функціональні системи організму.

Теорія функціональних систем є основою для розвитку теорії інтелектуальних систем, яка розвивається як розділ дискретної математики [16]. Серед таких систем виділяють, в тому числі, наступні інтелектуальні системи (ІС): біологічні ІС – інтелект людини, вищої тварини; автоматизовані ІС – людино-машинна система: атомний реактор, пілотований літак, електростанція, роботизоване виробництво, тощо [16].

При цьому, інтелектуальна система визначається наступним чином: інтелектуальна система на відміну від кібернетичної системи характеризується післядією. ІС – це рефлексивна (не марківська) цілеспрямована система. Для таких систем виділяється два системних рівня, робоча підсистема (РП) та активуюча підсистема (АП) [16].

Для опису діяльності вказаних інтелектуальних систем додатково введено поняття радикалу ІС. Його призначення полягає в тому щоб було можливо управляти процесом рішення задач та зберігати досвід рішення задач. Відмічається, що радикали відображають попередній досвід рішення задач. Радикали представляють собою пам'ять про поведінку ІС (ближню пам'ять ІС). При цьому, робоча підсистема ІС є середовищем радикалів [16]. В даному підході радикал (як функціональна система) також не поділяється на частини. Діяльність системи розглядається у формі вирішення задач. Задача включає повний одиничний цикл діяльності ІС.

З наведеного слідує, що розвиток основних положень теорії функціональних систем здійснюється у напрямку дослідження цілісної діяльності у формі системокванту, а також у формі радикалу.

Поняття «радикал» застосовано в роботі [17] для розробки моделі діяльності. В цій моделі послідовно реалізуються наступні рівні моделювання діяльності:

- рівень I. Ведучий рівень цілепокладання;
- рівень II. Метакогнітивний: формування моделей знань;
- рівень III. Синдромний;
- рівень IV. Метакогнітивний: формування системопатернів (радикалів);
- рівень V. Рівень реалізації системопатернів;
- рівень VI. Оптимізація параметрів системопатерна;
- рівень VII. Пасивна фаза.

В цьому підході увага зосереджена на формуванні моделей знань у формі радикалів. Радикал згідно [15] визначається як функціональна система, тобто формується набір конкретних станів функціональної системи яким відповідають конкретні цілі діяльності. В архітектурі функціональної системи не виділяються частини.

Найбільш розвиненою серед теорій інтелектуальних систем, які засновано на теорії функціональних систем, слід визнати теорію інтелектуальних систем, яку розроблено проф. К. О. Пупковим у роботі [18].

Слід зауважити, що можливість застосування теорії функціональних систем для надорганізованих систем передбачав саме П. К. Анохін. Ним, з огляду на наявність у функціональній системі визначеної кількості специфічних для неї вузлових механізмів, висунута гіпотеза [4, с. 43]:

«Чи не поєднуються саме за цим же принципом і «системи» промислових підприємств? Ми надаємо право судити про це відповідним фахівцям. Але якби це було так, перед нами встало б питання про чудову гармонію в організації всіх тих систем, де *результат* є вирішальним чинником системоутворення».

Стосовно цього питання він також зауважував [4, с. 50]:

«В управлінській справі, як і в біологічних системах, також слід поставити питання, який результат повинен бути отриманий системою. Інакше кажучи, сукупність всіх попередніх розрахунків і міркувань повинна скласти (наприклад, в торгівельній справі) основу аферентного синтезу, що приводить до вирішення і вибору дії з найкращим результатом. Так, наприклад, Ханіке (1969), торкаючись проблеми управління, пише: «Мета полягає в тому, щоб забезпечити прийняття рішень на основі систематичного аналізу».

Наскільки чітко саме в проблемі управління підприємствами постають питання про необхідність аферентного синтезу, абсолютно схожі з біологічними проблемами, видно з того дивного збігу, яке вийшло в аргументації Ханіке і нашої власної з приводу ролі аферентного синтезу».

Цієї ж думки дотримується й К. О. Пупков [18, с. 20]:

«Дана структура інваріантна до об'єкту управління і носить універсальний характер».

На жаль, К. О. Пупков не обґрунтовує це положення. Згідно архітектури функціональної системи ним розроблено структуру інтелектуальної системи (рисунок 5.2) [18].

При цьому:

«...під інтелектуальною системою розуміють об'єднану інформаційним процесом сукупність технічних засобів і програмного забезпечення, яка діє у взаємозв'язку з людиною (колективом людей) або автономно, здатну на основі відомостей і знань при наявності мотивації синтезувати ціль, виробляти рішення про дію і знаходити раціональні способи досягнення цілі.» [18].

К. О. Пупковим здійснено дослідження моделі архітектури функціональної системи для вирішення задач *формування* інтелектуальних систем управління (ІСУ). Для цього у складі інтелектуальної системи виділено блок «динамічна експертна система» (ДЕС), яка є основою формування «інтелектуального перетворювача» (ІП). Для моделювання ІСУ застосовуються класичні методи теорії систем управління.

Для дослідження структури та функцій ДЕС функціональна система поділена К. О. Пупковим на дві складові частини за формами *задач*, які в цих частинах вирішуються, а саме: «синтез цілі» та «реалізація цілі» (рис. 5.3) [18, с. 24, рис. 8]

В теоріях інтелектуальних систем, які засновано на теорії функціональної системи, основним поняттям є поняття «функція» Виникає питання, як перейти

від функціонального представлення функціональної системи до представлення її у формі двох взаємообумовлених частин організованого цілого?

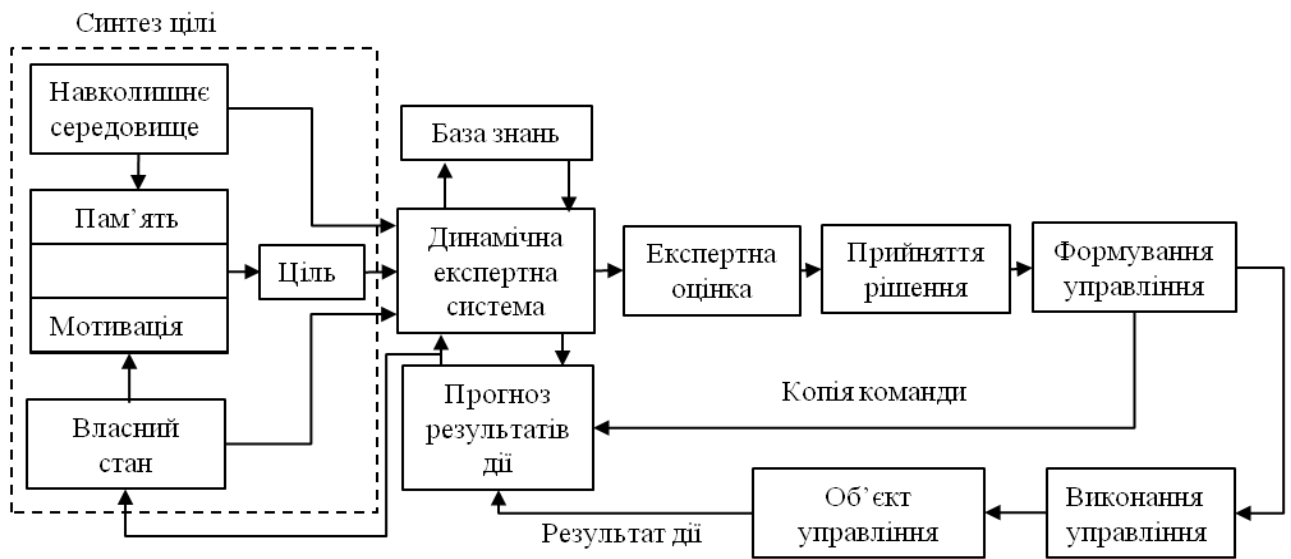


Рисунок 5.2 – Структура інтелектуальної системи

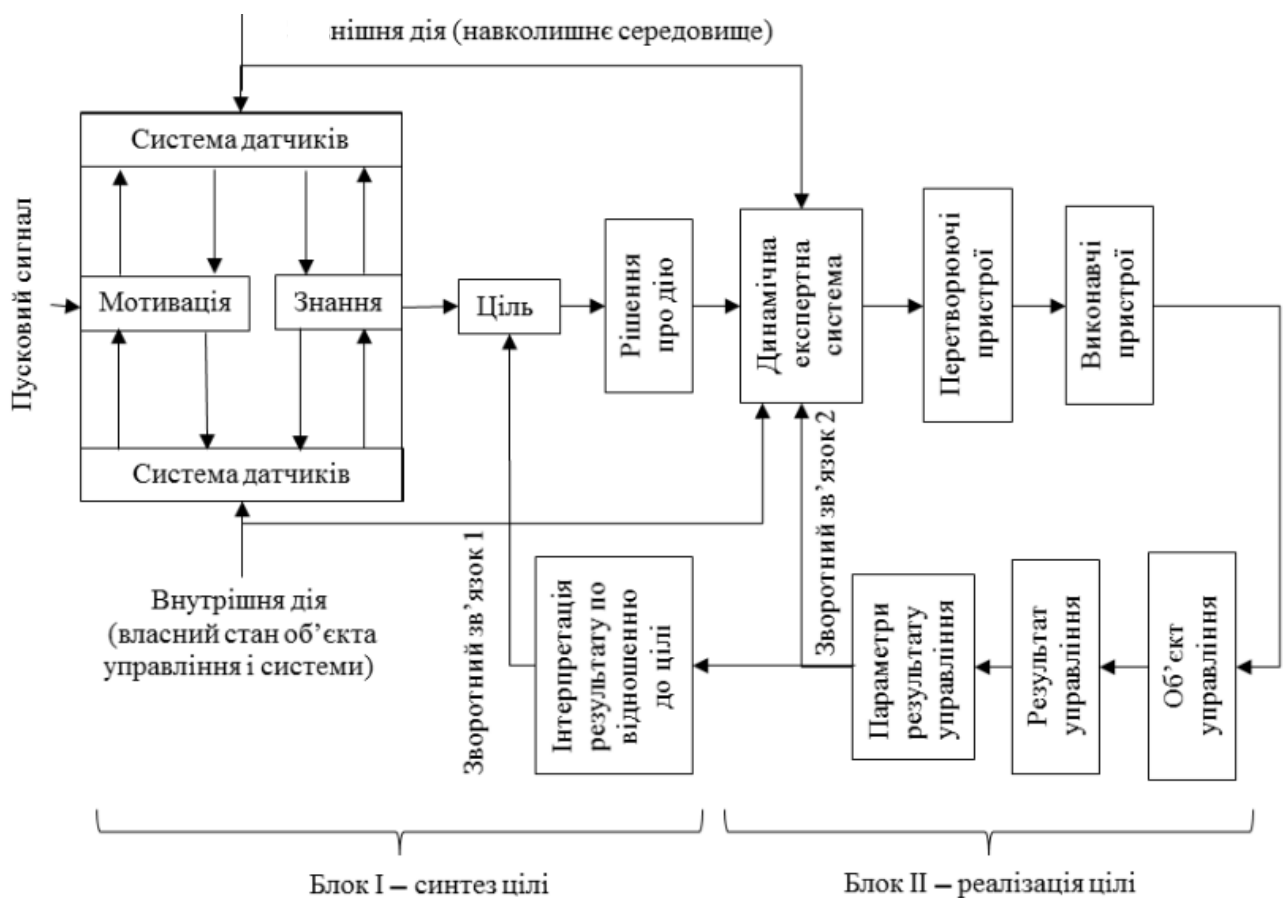


Рисунок 5.3 – Поділ інтелектуальної системи

5.4. Принципи декомпозиції та організації інтелектуальної системи

5.4.1. Визначення змісту принципу декомпозиції інтелектуальної системи на частини

Функціональне представлення діяльності є основою методології структурно-функціонального підходу до моделювання систем. Такий підхід розглядається В. Н. Волковою [19, с. 98]:

«Мета підходу – відтворення моделей структури, елементами яких виступають функції (певним чином виділені частини діяльності).»

Ставиться задача розробки спеціального механізму відтворення структури за відомим набором функцій. Для цього застосовується ідея породжуючих механізмів. Як відмічається в [19, с. 98]:

«Маючи достатній набір функцій, можна застосувати певні системні організаційні принципи для того щоб задати організаційні рамки виділеним комплексам функцій і тим самим перейти до формування організаційної структури складної виробничої системи.»

Для визначення складу та змісту функцій пропонується виконати декомпозицію родів діяльності [19, с. 98]:

«Інструментом аналізу діяльності в складній виробничій системі є її декомпозиція, можливість якої витікає з системного постулату: не всі відношення явищ та об'єктів однаково сильні.... Для побудови механізму відтворення функцій необхідно виявити відношення виробничої системи з середовищем та роди діяльності, які забезпечують існування таких відносин.»

В даному підході з певного набору функцій відтворюється *організаційна* структура. При цьому, зміст поняття «функція» визначається наступним чином [19, с. 101]:

«Таким чином, ми об'єднуємо дві системні концепції: *концепцію діяльності*, яка управляється, обновлюється, організовується та стабілізується, і *системотехнічну концепцію потоку*, причому термін «потік» застосовується до тих ресурсів, які йдуть на відтворення функцій а не полі структури. Діяльність при цьому специфікована за ознаками призначення, спрямованості та логічної послідовності процесів. Фрагмент діяльності, який споряджено деякими чи всіма вказаними ознаками називається *функцією*....

Будь-яка функція як «атомарна діяльність» повинна бути оснащена зразком свого результату, предметом перетворення, методами та процедурами перетворення предмета в результат, допоміжними матеріалами та енергією, що споживаються в процесі перетворення, матеріальною структурою, що включає суб'єкт діяльності та знаряддя діяльності, вимірювальним апаратом, що оцінює результат діяльності. Тоді вона може бути актуалізованою.»

Фундаментальною проблемою при такому підході є *неоднозначність* складу та змісту функцій. Для кожної організації цей склад та зміст буде унікальним, а отже й організаційна структура, яка відтворена з цих функцій!

Реалізація функції передбачає отримання відповідного конкретного результату. Саме тому в системній методології не ставиться задача формування *ідеального* набору функцій, а відповідно й *унікальної* (ідеальної) організаційної структури в якій реалізуються ці функції.

З іншого боку в теорії функціональних систем архітектура функціональної системи є незалежною від рівня організації фізіологічної системи, вона є *ізоморфною* саме тому, що набір функцій також є *однозначним*.

Саме ця *однозначність* складу та змісту функцій обумовлює унікальність *задач* які реалізуються частинами організованого цілого на які поділено функціональну систему.

Згідно проф. К. О. Пупкову це блоки «Синтез цілі» та «Досягнення цілі». Отже, фундаментальних *задач* всього дві, по одній задачі для кожної частини. Кожна з задач включає реалізацію декількох функцій. Функції, які реалізуються в кожній з цих задач *різні*, а от *результати* рішення задач на основі реалізації цих функцій *подібні!* Адже *отриманий* результат та *запрограмований* результат повинні в ідеальному випадку відповідати одне одному.

В роботі [20] нами виконано співставлення архітектури функціональної системи за теорією функціональних систем з функціональною структурою вирішуючої системи згідно [13].

Подальший аналіз вказаних моделей згідно [20] показав, що вони є подібними за складом функцій та зв'язків між функціональними блоками. В архітектуру вирішуючої системи нами додано блок «Діяльність підприємства». З подібності вказаних архітектур слідує, що архітектура функціональної системи є однозначною і незалежною від рівня організації як фізіологічних систем так і інтелектуальних систем надорганізмового рівня у представленні її як вирішуючої системи з доданим блоком «Діяльність підприємства». Саме додавання до складу функціональної структури вирішуючої системи блоку «Діяльність підприємства» забезпечує чіткий поділ її на дві частини за аналогією з функціональною системою, а отже й розгляд її як організованого цілого. В подальшому цю систему будемо також розглядати як інтелектуальну систему.

З наведеного слідує, що саме задачний підхід забезпечує поділ інтелектуальної системи будь-якого рівня організації на дві частини у формі організованого цілого, в кожній з яких вирішується певна задача. Задачний підхід слід розглядати як теоретичну основу методології цілісного підходу. З іншого боку зрозуміло, що функціональний підхід є теоретичною основою методології системного підходу.

5.4.2. Визначення змісту принципу організації інтелектуальної системи з її частин

Перехід до розгляду *задач* відповідає методології цілісного підходу і поділу організованого цілого на дві частини. Для частин вдається однозначно визначити зміст задач, які ними вирішуються.

На основі цього представлення діяльності інтелектуальної системи сформовано наступні визначення понять для методології цілісного підходу [20]:

«Визначення 1. Організоване ціле може бути представленим у формі двох частин, які характеризуються здатністю цих частин формувати *відповідні стани*. Ці стани характеризуються відповідними якісними та кількісними характеристиками. Для організованого цілого ці характеристики визначаються результатами задач, які ними вирішуються.

Визначення 2. Задачі формування проекту майбутнього результату та його отримання складають цілісну організаційну діяльність (формулювання та вирішення задач) та вирішуються в двох відповідних структурних частинах, які є їх фізичними носіями.

Аналіз показав, що перша задача в поняттях діалектичної логіки Г. Гегеля може бути охарактеризована як «загальне», тому, що вона є предметом розумової (свідомої) діяльності людини, друга задача може бути охарактеризована як «кокретне», тому, що вона є предметом фізичної праці (діяльності) людини. Таким чином, між задачами встановлюється діалектичний зв'язок у формі «загальне – одиничне».

Визначення 3. Частини організованого цілого поєднуються діалектично через діалектичний зв'язок вирішуваних ними задач!»

В [20] нами запропоновано наступне визначення даного відношення:

«З встановленого діалектичного відношення у формі «загальне» – «одиничне» між організаційними задачами слідує можливість встановлення цього типу відношень для інших понять, які характеризують діяльність природної інтелектуальної системи... . Поняття про одиничний об'єкт або про одиничний фактор діяльності діалектично поєднується з поняттям про клас (множину) таких об'єктів, або множинних факторів діяльності. З цього пропонується наступне визначення знаку діалектичної єдності, як звичайного реляційного оператора, який вказує на відповідний тип співвідношень для понять.

Аксиома: знак діалектичної єдності « \triangleright » – знак звичайного реляційного оператора, за допомогою якого поняття про одиничний об'єкт, чи одиничний фактор діяльності, поєднується з поняттям про клас (множину) таких об'єктів, чи загальних факторів його діяльності.»

Приклад застосування встановленого знаку (згідно Г. Гегелю) «плід» \triangleright «вишня».

Детальне дослідження змісту принципу бінарних відносин у формі діалектичного відношення «загальне \triangleright одиничне» виконано нами у роботі [19].

Застосування даного діалектичного відношення для дослідження складу, змісту та форм відношень для понять мислення та смислового мислення виконано у роботі [19].

Вище сформована задача про встановлення принципу відношення понять «функція» і «задача». З визначення змісту частин діалектичного відношення зрозуміло, що це відношення може бути представлено у наступній формі:

«задача» \supset «функція». Поняття «задача» є загальним по відношенню до поняття «функція».

Таким чином, введення визначення організованого цілого у формі двох частин, які пов'язані поміж собою діалектичними відносинами «загальне» \supset «конкретне», а також поміж результатами вирішення встановлених форм задач, забезпечило вирішення антиномії формуючого фактору (четвертої антиномії).

З цього приводу доречною є наступна цитата Г. Гегеля у роботі [8] щодо методу членування цілого на частини:

«Для [задоволення] суб'єктивної потреби тих, хто незнайомий [зі справою] і нетерплячий, можна, звичайно, перед послати для рефлексії деякий огляд цілого за допомогою членування, яке на манер кінцевого пізнання, починаючи з загального, вказує особливе як наявне наявності і як щось очікуване в науці. Однак такий огляд дає тільки образ (Bild) подання; бо істинний перехід від загального до особливого і до в собі і для себе певного цілого, в якому саме це перше загальне є по своєму істинному визначенню в свою чергу момент, чужий вказаному способу членування і є виключно лише опосередкування самої науки».

Поділ цілого на частини, є тільки зовнішнім моментом, образом представлення явища, а його суть залишається не проявленою. Для пізнання цілого необхідно розглянути його спочатку як «загальне» ціле потім перейти до особливого, тобто поставити питання про *форму зв'язку поміж частинами* і встановивши цю форму зв'язку визначити конкретне ціле. Тобто, організоване ціле складається з двох частин, в кожній з цих частин вирішується певна задача, ці задачі пов'язані між собою діалектичним зв'язком у формі «загальне» \supset «одиничне», згідно цього конкретне організоване ціле є *діалектично організованим цілим*.

5.4.3. Узагальнення результатів дослідження

Виникає питання, як встановлений принцип діалектичного зв'язку поміж частинами діалектично організованого цілого співвідноситься з принципами організації встановленими в класичній кібернетиці згідно [2], а саме:

«– принцип *організації* системи в, який полягає в об'єднанні частин систем за рахунок *передачі* інформації (1-ша гіпотеза Н. Вінера щодо організації системи);

– принцип організації для фізіологічних систем та кібернетичних машин на основі будь-якої сталої незмінної і однозначної дії оператора (1-ша гіпотеза У. Р. Ешбі стосовно організації діяльності систем);

– закон необхідної різноманітності У. Р. Ешбі, який можливим є розглядати саме як закон умови *поєднання* двох частин фізіологічної або кібернетичної систем;

– закон зовнішнього доповнення С. Біра, згідно якого, якщо «об'єкт або процес є індетермінованим, чи як кажуть кібернетики, містить у собі «чорний

ящик» то й управляючий пристрій повинен бути також індетермінованим і містити в собі аналогічний чорний ящик».

– закон еквівалентності О. Г. Івахненко, згідно якого ««чорним ящикам» в схемі об'єкта повинні відповідати «чорні ящики» в схемі системи управління чи розпізнавання.»

Принцип *організації* системи, який полягає в об'єднанні частин систем за рахунок *передачі* інформації відповідає принципу поєднання частин організованого цілого, але не встановлює умови цієї передачі. Адже передача інформації здійснюється від управляючої частини до об'єкту управління і в зворотному напрямку.

Принцип організації для фізіологічних систем та кібернетичних машин на основі будь-якої сталої незмінної і однозначної дії оператора є еквівалентом першого принципу організації.

Закон необхідної різноманітності», який сформульовано У. Р. Ешбі [21, с. 338] у наступній формі:

«Різноманітність станів системи управління має бути не менше станів об'єкта, яким управляють».

Цей закон розкриває *кількісний* склад множини станів об'єкту та відповідної системи управління. Т. Гергей наступним чином розкриває зміст цього закону [22]:

«Мовою теорії множин «розмірність множини станів об'єкта повинна бути менше розмірності множини станів керуючого або розпізнаючого пристрою.»

Він не визначає *якісного* складу цих показників у формі досягнутого результату та встановленого проекту.

О. Г. Івахненко наступним чином характеризує цей закон [23, с. 338 - 340]:

«Виходячи із закону необхідної різноманітності Ешбі, можна вказати, що ступінь детермінізму керуючого або розпізнаючого пристрою при найбільш досконалому управлінні повинна відповідати (бути адекватною) ступеню детермінізму об'єкта управління або розпізнавання. Якщо об'єкт або процес є індетермінованим або, як кажуть кібернетики, містить в собі «чорну скриньку», то і керуючий пристрій повинен бути також індетермінованим і містити в собі аналогічну «чорну скриньку», тобто має бути побудованим з застосуванням генератора випадкових впливів».

З цього слідує, що ступінь детермінізму визначається розмірністю *множини детермінованих* станів об'єктів, які можуть бути представлені у формі «білої скриньки». А не детермінована частина формується з застосуванням «генератора випадкових впливів» у формі «чорної скриньки». Метод формування проекту майбутнього результату якраз і визначає ступінь його детермінізму, а отже й ступінь детермінізму об'єкту управління

До принципів організації також відноситься закон зовнішнього доповнення С. Біра в основу якого покладено теорему Геделя про неповноту. О. Г. Івахненко підкреслює, що «хоча Стаффорд Бір вводить «чорний ящик» в ланцюг управління, але він далекий від обговорення будь-якої відповідності

(адекватності) характеристик об'єкта і системи його управління. Введенням «чорного ящика» компенсується невизначеність слідуєчої за ним ланки – апарату управління заводом» [23, с. 341].

«Чорному ящику», який вводиться перед системою управління за концепцією С. Біра відповідають блоки «Проект результату» та «Прийняття рішення» в архітектурі функціональної системи, які необхідно ввести до складу системи управління.

Закон еквівалентності О. Г. Івахненко визначає умову подібності частин організованого цілого через відповідність їх моделей у формі відповідних чорних ящиків. Йде мова про подібність рівня індетермінованості цих чорних ящиків. В запропонованому нами принципі поєднання частин організованого цілого встановлюється діалектична єдність результатів вирішення задач в кожній з частин. Тому й кінцевим результатом діяльності організованого цілого є саме *відповідність* цих результатів.

В запропонованому нами змісті принципу поєднання двох частин організованого цілого встановлено саме якісну відповідність показників отриманого результату та його проекту. Виникає питання, як саме забезпечується ця відповідність? Відповідь на це питання планується отримати в наступній статті, яка буде присвячена розкриттю змісту принципу *самоорганізації* діалектично організованого цілого.

Слід звернути увагу на наступну обставину. В дослідженні інтелектуальних систем, які засновано на теорії функціональних систем нами використовувалися посилання виключно на джерела авторів з країн СНД. Це пояснюється тим що по-перше, поміж представниками наукових шкіл фізіологічної та технічної кібернетик, які були сформовані в СРСР і існують у країнах СНД існують протиріччя, які не подолані до цього часу. По-друге, ще з часів СРСР в країнах Західної Європи, Сполучених Штатів Америки, Японії, Південної Кореї та інших державах розвивали саме фізіологічну кібернетику, а в СРСР основна увага приділялася розвитку технічної кібернетики.

В монографії [24] наведено статті, які характеризують стан розвитку теорії когнітивних систем в СРСР та Росії. Аналізу стану розвитку теорії функціональних систем присвячена стаття [25, с.505-514].

Англійською мовою теоретичні основи теорії функціональних систем опубліковано за авторством П. К. Анохіна та його учнів [26-28].

В країнах Європейського союзу теорія інтелектуальних систем розвивається в основному у таких областях досліджень, як нечіткі системи, нейронні мережі, еволюційні обчислення, кластеризація і класифікація, машинне навчання, інтелектуальний аналіз даних, пізнання і робототехніка, а також глибоке навчання. [29-32]. Основною проблемою визнається проблема штучного інтелекту. Поза увагою залишаються закони, які було сформовано у теорії функціональних систем.

Перш за все, це стосується центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, яка розкриває механізм діяльності природного нейрону.

Не береться до уваги також закон сталості архітектури функціональної системи для організаційного рівня організації.

З іншого боку, саме аналіз архітектури функціональної системи повинен дати відповідь на питання про принцип самоорганізації фізіологічної системи. Як відомо, згідно [2], проблема принципу самоорганізації є ключовою для класичної кібернетики.

Послідовники П. К. Анохіна розвивають теорію функціональних систем для цілей в першу чергу фізіології та медицини. Про надорганізові функціональні системи мова на жаль, не йде.

5.5. Дослідження інтелектуальних систем і розвиток методологічної платформи Індустрії 4.0

На цей час інтелектуальні інформаційні технології швидкими темпами розвиваються та застосовуються у промисловості. Вони є частиною напряму Індустрії 4.0.

Для формування методологічних основ платформи Індустрії 4.0 запропонована еталонна архітектурна модель RAMI 4.0 та компоненти Індустрії 4.0 [33].

Ця модель відображає архітектуру *простору* моделювання підприємства. Одним з вимірів тривимірного простору моделювання є вимір шарів представлень моделі підприємства. Один з таких шарів визначається у формі функціонального представлення, поряд іншими, у тому числі: бізнес-представлення; інформаційне представлення; комунікаційне представлення; інтеграційне представлення та представлення активів.

В основу побудови досліджених у статті інтелектуальних систем покладено закони й архітектоніку *функціональної* системи згідно П. К. Анохіна. Доведено, що архітектоніка функціональної системи є подібною для фізіологічних систем організаційного рівня та надорганізових систем за участю людини – виробничих систем. Це дає можливість формувати ідеальну архітектуру функціонального представлення організації, яка може бути рекомендована для включення в еталонну архітектуру моделі RAMI 4.0 та компонент Індустрії 4.0. Подальші дослідження інтелектуальних систем на основі теорії функціональних систем мають дати відповідь на проблеми самоорганізації діяльності підприємств, а також визначити архітектуру його інформаційного представлення.

5.6. Висновки

1. Першим уроком кризи класичної кібернетики за сучасних умов слід вважати встановлення антиномії поділу інтелектуальної системи на частини, а саме:

– інтелектуальна система є організованим цілим, яке сформовано щонайменше з двох частин;

– для інтелектуальної системи, як організованого цілого, неможливим є поділ на управляючу частину (систему управління) та частину якою управляють.

2. Зрозуміло, що антиномія поділу інтелектуальної системи на частини породжена тим, що традиційно систему управління та об'єкт управління розглядають окремо. Тому розглядається саме система, а не організоване ціле.

3. Другим уроком слід вважати визначення ролі теорії функціональних систем у розвитку інтелектуальних систем. При цьому, дана теорія застосовується свідомо у якості основи для розробки інтелектуальних систем А. В. Чечкіним, К. О. Пупковим. В той же час М. Й. Мельцером розробляється теорія діалогових систем для управління виробничими підприємствами, основою якої є математична теорія систем згідно [24], яку, в свою чергу, не визнавав П. К. Анохін. Але ж архітектури функціонального представлення для них подібні. Подібність визначається саме на основі *задачного* підходу. З одного боку взаємне невизнання результатів наукових шкіл фізіологічної та технічної кібернетик, а з іншого боку подібність отриманих результатів. Це кращий спосіб обґрунтування достовірності отриманих результатів!

4. Третій урок полягає в тому, що методологічною основою цілісного підходу є *задачний* підхід до формування вирішуючої системи в теорії діалогового управління виробництвом, до складу якої попередньо необхідно включити блок «Діяльність по отриманню результату» для перетворення її в інтелектуальну систему, з визначенням змісту двох взаємообумовлених задач.

5. Методологічною основою системного підходу є *функціональний* підхід до формування систем.

6. Основний урок кризи класичної кібернетики щодо принципу цілісної організації для двох частин організованого цілого полягає у встановленні *діалектичної* єдності у формі «загальне» \supset «конкретне» для результатів вирішення задач в управляючій системі та об'єкті управління. Таким чином формується *діалектично організоване ціле*.

7. Наступна задача, яка потребує свого вирішення, полягає у формуванні принципу функціональної самоорганізації, який є основою формування механізму забезпечення відповідності поміж результатами вирішення задач в частинах діалектично організованого цілого. Це важливо також задля розвитку сучасних платформ і компонентів в рамках напряму Індустрії 4.0.

Література

1. Доценко С. І. Принцип цілісної організації інтелектуальних систем [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2019, № 1(89). С. 4-16. DOI: 10.32620/reks.2019.1.01

2. 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.

3. 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.
4. 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.
5. Ляпунов, А. А. О строении управляющих систем живой природы [Текст] / А. А. Ляпунов // В кн. Кибернетика мышление жизнь ; [под. ред. А. И. Берга. Б. В. Бирюкова. И. Б. Новика и др.]. – М. : Мысль, 1964. – С. 179.
6. Конспект книги Лассалея «Философия Гераклита Темного из Эфеса» 1915 или 1916 г. Берн. [Текст] // В. И. Ленин Философские тетради ; под ред. В. В. Адоратского и В. Г. Сорина. – Издательство ЦК ВКП (б), 1934. – С. 309 – 322, С. 318.
7. Спиноза, В. Трактат об усовершенствовании разума и пути, которым лучше всего направляться к истинному познанию вещей [Текст] / В. Спиноза // Серия «Выдающиеся мыслители». – Ростов-на-Дону : «Феникс», 1998. – 608 с.
8. 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.
9. Гегель, Г. В. Ф. Система наук. Часть первая. Феноменология духа. [Текст] / Г. В. Ф. Гегель // Сочинения том IV. / Г. В. Ф. Гегель ; Перевод Г. Шпета. – М. : Изд. соц-экон. лит., 1959. – С. 10.
10. Каган, М. С. Системность и целостность [Электронный ресурс] / М. С. Каган. – Режим доступа: <http://psylib.kiev.ua/>. – 1.12.2018.
11. Доценко, С. І. Методологія цілісного підходу до дослідження інтелектуальних систем: антиномії цілісності [Текст] / С. І. Доценко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2017. – № 4 (додаток). – С. 39–40.
12. Чечкин, А. В. Слабо формальные системы [Электронный ресурс] / А. В. Чечкин // Интеллектуальные системы. – М. : МГУ, 2007. – Т. 11, вып. 1-4. – С. 137–158. – Режим доступа: [http://www.intsys.msu.ru/magazine/archive/v11\(1-4\)/chchkin-137-158.pdf](http://www.intsys.msu.ru/magazine/archive/v11(1-4)/chchkin-137-158.pdf). – 1.12.2018.
13. Мельцер, М. И. Диалоговое управление производством (модели и алгоритмы) [Текст] / М. И. Мельцер. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 240 с.
14. Ларичев, О. И. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития [Текст] / О. И. Ларичев, А. Б. Петровский // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – М. : ВИНТИ, 1987. – Т. 21. – С. 131-164.
15. Судаков, К. В. Системокванты физиологических процессов [Текст] / К. В. Судаков. – М. : Международный гуманитарный фонд арменоведения им. академика Ц. П. Агаяна, 1997. – 152 с.

16. Чечкин, А. В. Слабоформальные системы дискретной математики [Текст] / А. В. Чечкин // Информатизация управления / под редакцией Д. А. Ловцова. – М. : МО РФ, 2003. – С. 34–41.
17. Прокопчук, Ю. А. Когнитивная модель деятельности [Текст] / Ю. А. Прокопчук // Індуктивне моделювання складних систем. – 2012. – № 4. – С. 177–188.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. Гергей, Т. Теоремы об адекватности объекта [Текст] / Т. Гергей // Автоматика. – 1967. – № 4. – С. 23 - 30.
23. Ивахненко, А. Г. Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления [Текст] / А. Г. Ивахненко. – Киев : Техніка, 1969. – 392 с.
24. Месарович, М. Общая теория систем: математические основы [Текст] / М. Месарович, Я. Такахара ; пер. с англ. : Э. Л. Наппельбаум ; под ред. С. В. Емельянова. – М. : Мир, 1978. – 311 с.
25. Anticipation: Learning from the Past: The Russian/Soviet Contributions to the Science of Anticipation [Text] / Editor Mihai Nadin // Cognitive Systems Monographs (Book 25). – Springer, 2015. – P. 505-514.
26. Anokhin, P. K. Biology and Neurophysiology of the Conditioned Reflex and its Role in Adaptive Behavior [Text] / P. K. Anokhin. – Pergamon Press, Oxford, 1974. Doi: 10.1016/C2013-0-02871-X.
27. Sudakov, K. V. To the Centenary of P. K. Anokhin, a Great Russian Physiologist [Text] / K. V. Sudakov // Integr. Physiol, and Behav. Sci. – 1998. – No. 33(2). – P. 171-175.
28. Red'ko, V. G. Theory of Functional Systems, Adaptive Critics and Neural Networks [Text] / V. G. Red'ko, D. V. Prokhorov, M. S. Burtsev // In Proceedings of IEEE International Joint Conference on Neural Networks 2004. – P. 1787-1792.
29. Intelligent Systems: From Theory to Practice [Text] / V. Sgurev, M. Hadjiski (Eds) // Studies in Computational Intelligence. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. – Vol. 299. – P. 397-415.

30. Applications of Intelligent Systems Proceedings of the 1st International APPIS Conference 2018 [Text] / Edited by N. Petkov, N. Strisciuglio, M. Carlos, C. M. Travieso-Gonzalez. – IOS Press, Amsterdam, Berlin, Washington, DC. – Volume 310. – 368 p.

31. Artificial Intelligence Research and Development Proceedings of the 19th International Conference of the Catalan Association for Artificial Intelligence, Barcelona, Catalonia, Spain, October 19-21, 2016 [Text] / Edited by A. Nebot, X. Binefa, R. Lopez de Mantaras. – MA-CSIC. IOS Press Amsterdam, Berlin, Washington, DC. – Volume 288. – 420 p.

32. ECAI 2016: 22nd European Conference on Artificial Intelligence 29 August – 2 September 2016, The Hague, The Netherlands – Including Prestigious Applications of Artificial Intelligence (PAIS 2016). Part 1-2. [Text] / Edited by Gal A. Kaminka, Maria Fox, Paolo Bouquet, Eyke Hüllermeier, Virginia Dignum, Frank Dignum, Frank van Harmelen. – Organized by the European Association for Artificial Intelligence (EurAI) and the Benelux Association for Artificial. – IOS Press, 2016. – 1860 p.

33. The Reference Architectural Model RAMI 4.0 and the Industrie 4.0 Component [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.zvei.org/en/subjects/industry-4-0/the-reference-architectural-model-rami-40-and-the-industrie-40-component/> – 12.12.2018.

6. ПРИНЦИП ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

С. І. Доценко

Український державний університет залізничного транспорту

6.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1].

У статті [2] (див. розділ 5) нами встановлено принцип *організації* інтелектуальних систем, як діалектично організованих цілих в «існуванні», у формі діалектичної єдності «загальне» \supset «одиничне» для результатів вирішення задач відповідними частинами. Наступна задача, яка потребує свого вирішення полягає у формуванні принципу *самоорганізації діяльності* інтелектуальних систем, який є основою формування *механізму забезпечення відповідності* поміж результатами вирішення задач в частинах інтелектуальної системи, як діалектично організованого цілого.

Традиційно, в *методології системного підходу*, передбачається формування архітектури функціонального представлення системи з послідовним встановленням зв'язків поміж функціями та встановленням функціонального зв'язку поміж входом та виходом системи.

В *методології цілісного підходу* для інтелектуальних систем, як діалектично організованих цілих, передбачається дослідження методів вирішення задач у відповідних частинах (задачний підхід). При цьому, також виникає додаткова задача забезпечення *відповідності* результатів вирішення задач частинами інтелектуальної системи. Ця задача повинна вирішуватися за допомогою додаткового *механізму забезпечення відповідності* [3]. У якості еталонної моделі для аналізу механізму забезпечення відповідності в архітектурі функціонального представлення інтелектуальної системи пропонується застосовувати модель архітектоники функціональної системи згідно П. К. Анохіну.

Метою даного розділу є визначення фундаментального принципу *самоорганізації діяльності* для інтелектуальних систем.

6.2. Принципи самоорганізації діяльності систем в класичній кібернетиці

Згідно [3] к класичній кібернетиці встановлено наступні принципи самоорганізації систем:

«*Самоорганізація* систем, в яких виділено дві частини, а саме: система управління та об'єкт управління реалізуються на основі:

– принципу *самоорганізації* діяльності фізіологічних систем і кібернетичних машин шляхом передачі інформації у формі закону управління

на основі зворотного зв'язку (1-ша гіпотеза Н. Вінера для *самоорганізації діяльності*);

– принципу самоорганізації діяльності у формі *цілеспрямованої поведінки* інформаційної машини (автомату) на основі *навчання* навмання обраного для неї *нецілеспрямованого* механізму без *окремого формування* попередньої цілі діяльності за її межами (2-га гіпотеза Н. Вінера для *самоорганізації діяльності*);

– принципу *самоорганізації діяльності фізіологічних систем* за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку (1-ша *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації діяльності* фізіологічних систем);

– положення про *неможливість* самоорганізації кібернетичних машин за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку (2-га *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації діяльності* фізіологічних систем).

– принципу *самоорганізації* діяльності для фізіологічних систем і кібернетичних машин на етапу реалізації цілі діяльності на основі «передачі принаймні рівної кількості інформації» (3-тя *гіпотеза* У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації діяльності* фізіологічних систем).»

Перша задача дослідження полягає у необхідності встановлення змісту принципу самоорганізації діяльності функціональної системи і формуванні його у формі закону самоорганізації.

Друга задача дослідження полягає у з'ясуванні відповідності принципів самоорганізації діяльності *кібернетичних систем* принципу самоорганізації, який реалізовано в діяльності функціональної системи.

6.3. Основні положення і принципи діяльності для функціональних систем

6.3.1. Основні положення теорії функціональних систем

На рисунку 6.1 наведено архітектуру функціональної системи з поділом її на дві частини згідно [4]. Ключовою проблемою, яка досліджена в цій теорії є проблема визначення організуючого фактору у визначенні самого поняття «система».

В [2] нами показано, що системоформуючий фактор у формі проекту майбутнього результату насправді є *системореалізуючим* фактором, тому, що він забезпечує реалізацію діяльності *вже сформованої, існуючої* системи.

В [5, с. 33] показано, чому результат діяльності системи є центральним внутрішнім *самоорганізаційним* фактором: «результат має імперативні можливості реорганізувати розподіл збуджень у системі у відповідному напрямку». Результат може *реорганізувати* розподіл збуджень у системі у відповідному напрямку» для забезпечення досягнення спланованого результату.

Це можливо завдяки наявності в системі зворотного зв'язку чи зворотної аферентації, завдяки якій система одержує інформацію про кінцевий результат. *Самоорганізація* діяльності пов'язана з взаємним *сприянням* компонентів

системи самоорганізації їх взаємодії та взаємовідносин для одержання сформованого (сфокусованого) результату [5].

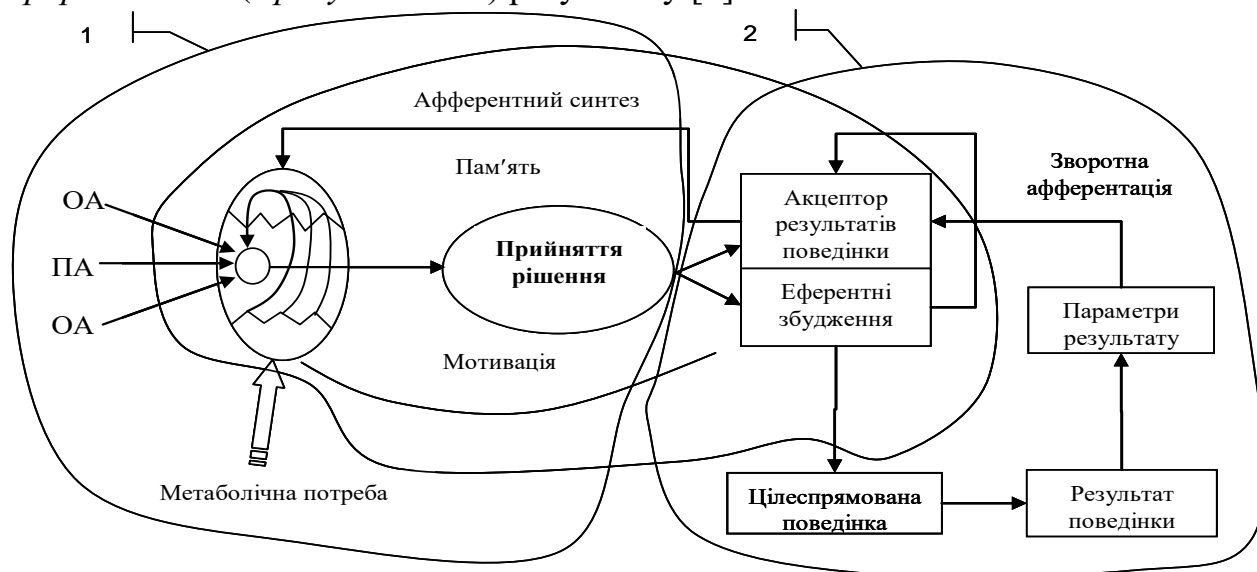


Рисунок 6.1 – Архітектура функціональної системи з поділом її на дві частини

Функціональна система весь час *самоорганізовує* свою діяльність з існуючих компонентів. Тому вона й *організована*.

Формування та діяльність функціональних систем підпорядковується відповідним законам, а саме: «...ясно, що на перший план у формуванні істинно систем виступає закон результату і закон динамічної мобілізаційності структур, які забезпечують швидке формування системи й одержання даного результату» [5, с. 33].

У теорії функціональних систем було висловлено пропозицію розглядати її діяльність у формі одиниці діяльності [6, с. 113]:

«Таку функціональну єдність в силу її системного характеру було названо нами функціональною системою. Вона являє собою закінчену одиницю діяльності будь-якого живого організму і складається з цілого ряду вузлових механізмів, що забезпечують логічне та фізіологічне формування поведінкового акту.»

Подальший розвиток теорії функціональних систем відбувався саме у напрямку розгляду окремих циклів (одиниць) її діяльності за методологією системного *квантування* [7] та представлення функціональної системи у формі радикалу [8]. В цих підходах до представлення функціональної системи у формі циклів (одиниць) їх діяльності не передбачається поділ циклу (одиниці) на дві складові частини. Під квантуванням розуміють встановлені в теорії функціональних систем вузлові механізми: аферентний синтез, ухвалення рішення, передбачення потрібного результату – акцептор результату дії, еферентний синтез і його оцінку акцептором результату дії, тобто, перелік функцій, які реалізуються в системі [7].

З наведеного слідує, що розвиток основних положень теорії функціональних систем здійснюється у напрямку дослідження цілісної одиниці

діяльності у формі системокванту, а також у формі радикалу. При цьому, процес мислення реалізується у формі аферентного синтезу потрібного проекту результату на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку [5].

Слід відзначити, що в технічній кібернетиці результати теорії функціональних систем, а отже й проблема самоорганізації діяльності у формі одиниці діяльності не розглядалися. В Енциклопедії кібернетики [9] відсутні статті під заголовками «Організація кібернетичних систем» та «Самоорганізація кібернетичних систем».

Слід також відзначити, що результати теорії функціональних систем не розглядаються й не застосовуються в теорії діяльності. При цьому, в ній були поставлені ті ж самі проблеми що й в теорії функціональних систем. Г. П. Щедровицький наступним чином характеризував ці проблеми [10]:

«Ми не тільки не знаємо, що таке діяльність, але також не знаємо, як це дізнатися. Справа тут не в тому, що ми не застосували якусь суму операцій, вже відомих нам, не вклали деяку працю і не з'ясували, що це таке. Справа в тому, що у нас, мабуть, немає необхідних засобів і процедур, немає того апарату понять і методів аналізу, за допомогою якого це можна було б з'ясувати... . Наша дослідницька робота повинна давати два різні продукти: з одного боку, повинні вироблятися знання про діяльність, а з іншого боку, і це, по суті справи, є умовою і передумовою всієї роботи, повинні вироблятися певні засоби і методи. У міру того, наскільки ми зуміємо розробити ці нові засоби і методи, ми отримаємо якісь знання про діяльність.»

Системна методологія, яку П. К. Анохін визнавав у якості «ключа» для пізнання діяльності функціональної системи Г. П. Щедровицьким взагалі не розглядається.

Інша проблема, яку розглядає Г. П. Щедровицький, це проблема одиниці діяльності [10]:

«Отже, коли говорять, що діяльність є процес, то це означає віру в можливість виділити такі «шматочки» - маленькі процеси або операції, які, з'єднуючись один з одним в лінійну послідовність або в розгалужені ланцюги, дадуть нам в результаті діяльність.

Перше, з чим стикається тут дослідник, - це те, що нікому не вдалося виділити таких «шматочків», або операцій. Тут потрібно назвати дві основні причини невдач.

Перша пов'язана з розходженням процесу і результату діяльності

Друге утруднення. Незрозуміло, хто і що є носієм діяльності

Коротше кажучи, кожного разу ми встаємо тут перед двома питаннями: 1) до якого матеріалу потрібно прив'язувати те, що ми називаємо людською діяльністю, і 2) якими одиницями ми можемо при цьому обмежуватися?»

Ці питання були поставлені Г. П. Щедровицьким в 1966 році, коли вже були відомі основні положення теорії функціональних систем. Пропозиція розглядати функціональну систему як одиницю діяльності була висловлена П. К. Анохіним у 1973 році [6, с. 113].

Основну увагу при розвитку теорії функціональної системи приділено її аналізу як цілісної одиниці [6], та формуванні на її основі теорій інтелектуальних систем [8, 11]. В той же час поза увагою залишилося дослідження принципу дії механізму забезпечення відповідності отриманого результату та встановленого для нього проекту. Тому постає задача дослідження цього принципу.

6.3.2. Принцип забезпечення відповідності результату діяльності функціональної системи його проекту

Для дослідження принципу відношень поміж частинами функціональної системи, як діалектично організованого цілого, необхідно залучити відомий у діалектичній логіці принцип діалектичних відносин «загальне» \supset «одиничне». Для цього інтелектуальну систему поділено на дві частини, які вирішують відповідні задачі (рис. 6.1), а саме: організуючу та реалізуючу частини. Вони поєднані механізмом забезпечення відповідності результатів вирішення задач.

Формування моделі цілісної діяльності у формі діалектичної єдності двох завдань дозволяє по-новому подивитися на архітектуру функціональної системи, яка запропонована академіком П.К. Анохіним (див. рис. 6.1). Варіант такого підходу до представлення архітектури функціональної системи представлено на рис. 6.2.

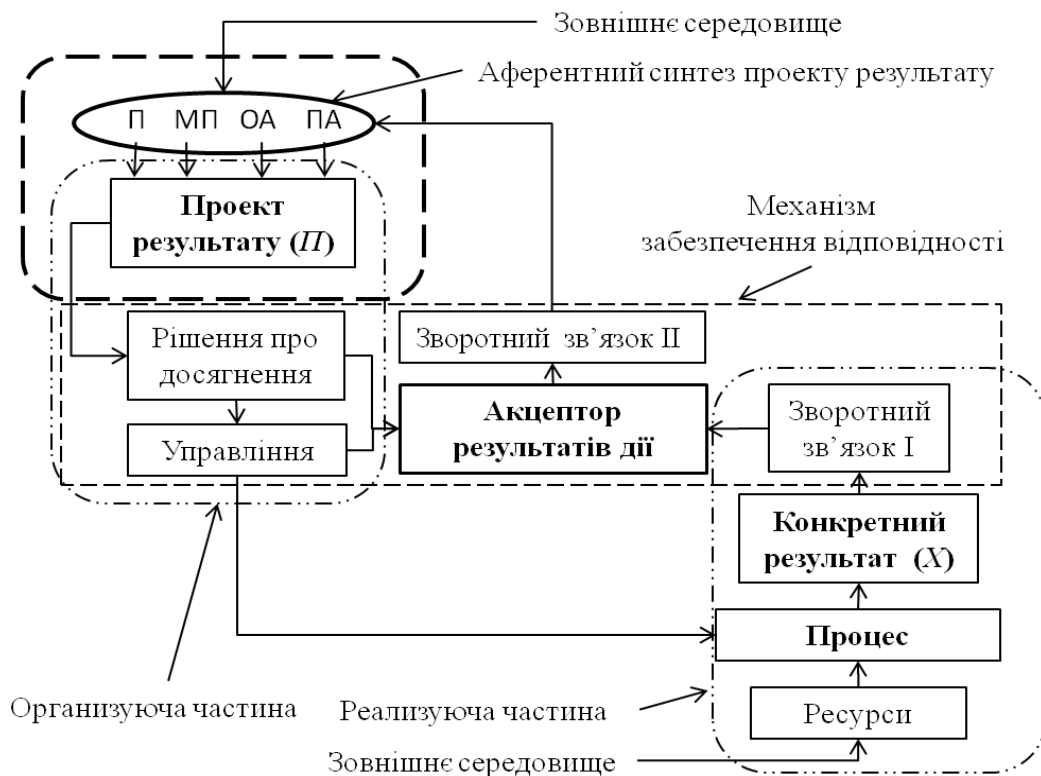


Рисунок 6.2 – Модель реалізації діяльності функціональної системи: П – пам'ять; МП – метаболічна потреба; ОА – обстановочна аферентація; ПА – пускова аферентація

В цій архітектурі виділено елементи «Рішення про дію», «Управління», «Акцептор результатів дії», «Зворотний зв'язок I» та «Зворотний зв'язок II». Ці елементи архітектури функціональної системи формують *Механізм забезпечення відповідності* отриманого результату дії та відповідного йому проекту. Центральним елементом цього механізму є «Акцептор результатів дії». Зрозуміло, що цей механізм самоорганізації діє після того як буде сформовано Проект майбутнього результату. Виникає питання, як саме здійснюється формування цього проекту результату?

В теорії функціональних систем запропоновано розглядати цю діяльність у формі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку. Але на основі якого принципу здійснюється *самоорганізація* тепер вже діяльності мозку при формуванні проекту майбутнього результату? Адже ця діяльність також *самоорганізована*?

З наведеного слідує, що насправді, проблема самоорганізації діяльності функціональної системи, а отже й самоорганізації інтелектуальних систем, які засновано на цій теорії, має більш глибокий зміст ніж це передбачалося у класичні кібернетиці.

Для розкриття змісту принципу самоорганізації функціональної системи дослідимо модель реалізації діяльності функціональної системи згідно рис. 6.2.

Для порівняння на рис. 6.3 представлено блок-схему циклу управління операцією згідно [12, с. 93, рис. 3.1], а також блок-схему управління технічними системами чи технічними об'єктами (рис. 6.4) [12, с. 112, рис. 3.4].

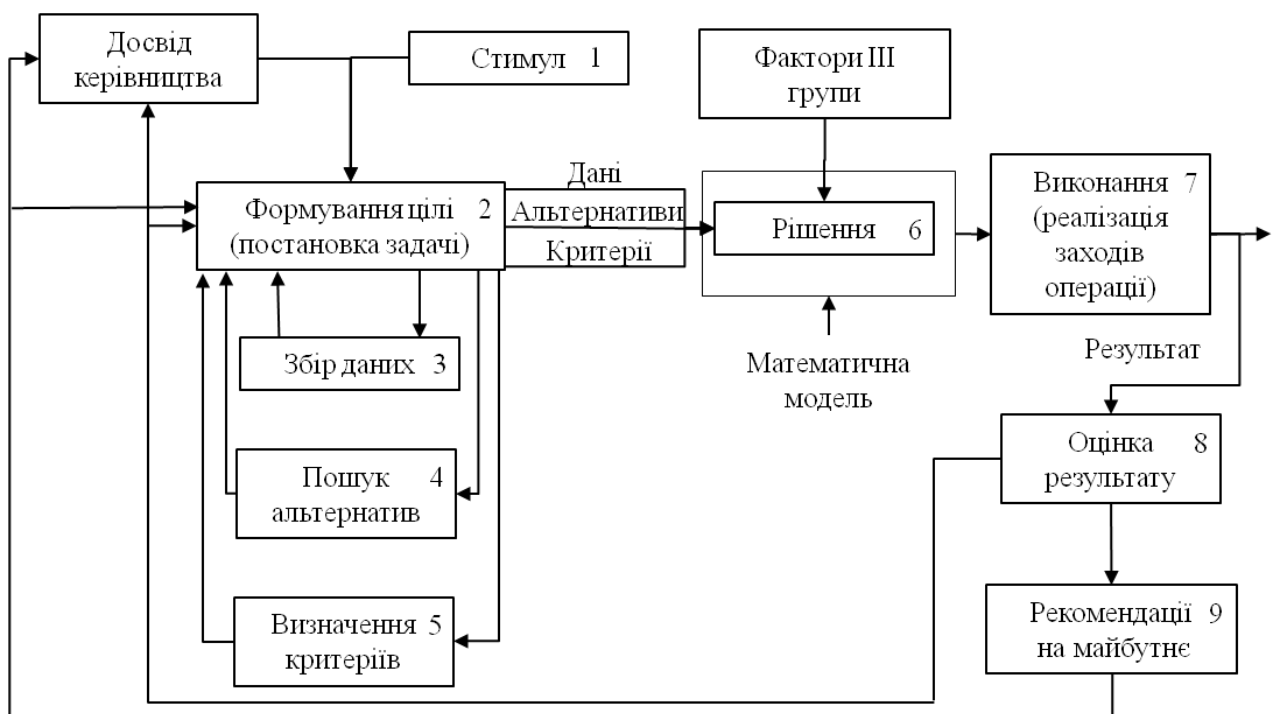


Рисунок 6.3 – Блок-схема циклу управління операцією

У блок-схемі управління операцією (рис. 6.3) самоорганізація діяльності системи забезпечується двома паралельними контурами зворотного зв'язку. Перший контур зворотного зв'язку забезпечує вплив оцінки результату (блок 8) на формування цілі (блок 2). Другий контур зворотного зв'язку забезпечує формування рекомендацій на майбутнє (блок 9) для керівництва операцією.

Фактично реалізація заходів операції забезпечується першим контуром зворотного зв'язку. Другий контур забезпечує збагачення досвіду керівництва, який може бути використаний при формуванні майбутніх цілей, а також враховується при постановці цілі діяльності.

У блок-схемі управління технічними системами чи технічними об'єктами (рис. 6.4) джерело цілі (Формувальник цілі) знаходиться в навколишньому середовищі і його діяльність по формуванню управляючої впливу не розглядається. В даній схемі самоорганізація діяльності системи забезпечується одним контуром зворотного зв'язку від блоку 5 до блоку 3. Співставлення отриманого результату «Представлення (діагноз)» (блок 5) з «Ціллю Планом» (блок 1) у блоці 2 «Рішення» забезпечує досягнення цілі (реалізації плану) на основі закону управління за від'ємним зворотним зв'язком.

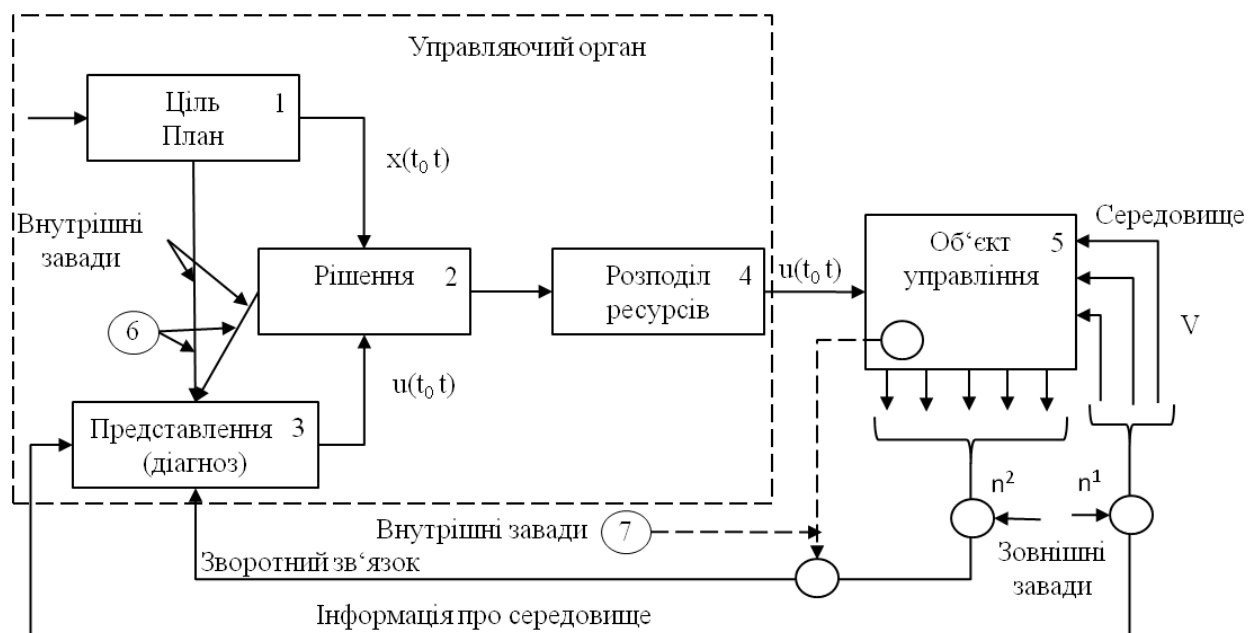


Рисунок 6.4 – Блок-схема управління технічними системами чи технічними об'єктами

У функціональній системі (див. рис. 6.2) зіставлення проекту майбутнього результату (У формі «Рішення про досягнення»), а також управляючої дії у формі «Управління» з отриманим результатом здійснюється у «Акцепторі результатів дії» через «Зворотний зв'язок І».

П. К. Анохін наступним чином характеризував «Акцептор результатів дії» [5, с. 53]:

«Акцептор результатів дії є дуже складним апаратом. По суті справи він повинен сформулювати якісь тонкі нервові механізми, що дозволяють не тільки прогнозувати ознаки необхідного в даний момент результату, але і звіряти їх з параметрами реального результату, інформація про які приходить до акцептора результатів дії завдяки зворотній аферентації. Саме цей апарат дає єдину можливість організму виправити помилку поведінки, довести недосконалі поведінкові акти до завершених.

Тут слід також підкреслити, що різного роду «пошуки» та компенсації також можуть повести до корисного результату через такого роду оцінку зворотної аферентації.

Циркуляторний розвиток цих збуджень при «розпізнаванні» і «пошуку» може бути настільки швидким, що кожен блок цієї функції, що складається з компонентів: результат; зворотна аферентація; звірення й оцінка реальних результатів в акцепторі результатів дії; корекція; новий результат і т.д., може розвинути буквально в частки секунди. Особливо швидко цей процес протікає в умовах «сканування» і «слідкування».

Згідно цього опису механізму забезпечення відповідності стає зрозумілим, що першого каналу зворотного зв'язку (Зворотний зв'язок I) не достатньо для забезпечення відповідності отриманого результату та його проекту. Виникає потреба в *корекції* саме *проекту результату* шляхом «пошуку» та компенсації невідповідності проекту результату та отриманого результату. Корекція реалізується через додатковий «Зворотний зв'язок II», який вносить *корекцію* саме у *проект майбутнього результату*. З цього слідує досить неочікуваний результат. Забезпечення відповідності отриманого результату та його проекту можливе для функціональної системи, як діалектично організованого цілого, лише при реалізації в складі механізму забезпечення відповідності *двох послідовних* зворотних зв'язків, а не одного.

При цьому, знак зворотного зв'язку не змінюється. Змінюються параметри *проекту результату*.

Таким чином, принципом *самоорганізації* діалектично організованих цілих у формі функціональної системи та інтелектуальних систем заснованих на цій теорії є принцип *подвійного послідовного зворотного зв'язку* через «Апарат акцептору результатів дії» і реалізується на основі механізму забезпечення відповідності отриманого результату та встановленого проекту.

З наведеного слідує, що принципова відмінність системи управління операцією (рис. 6.3) полягає саме у відсутності блоку «Акцептор результатів дії», який призначений для встановлення відповідності сформованого проекту майбутнього результату та отриманого результату, а отже й формування сигналу у додатковому контурі зворотного зв'язку «Зворотний зв'язок II». Невідповідність проекту майбутнього результату та отриманого результату забезпечує формування додаткової ланки зворотного зв'язку, яка забезпечує *корекцію* проекту майбутнього результату і формування з корегованої управляючої дії.

Саме наявність *двох послідовних* контурів зворотного зв'язку забезпечує функціональній системі досягнення проекту майбутнього результату. Саме в цьому полягає сутність самоорганізації функціональної системи на етапі реалізації сформованого проекту майбутнього результату.

Аналогічний висновок щодо *невідповідності* принципу самоорганізації діяльності слідує з аналізу блок-схеми управління технічними системами чи технічними об'єктами (див. рис. 6.4).

Отже, класичне управління згідно теорії автоматичного управління (див. рис. 6.3, 6.4) на основі закону негативного зворотного зв'язку є лише *частиною* більш складного *механізму забезпечення відповідності* отриманого результату та його проекту (див. рис. 6.2).

Стає зрозумілим смисл принципу самоорганізації на основі зміни знаку зворотного зв'язку, який був запропонований У. Р. Ешбі. Розуміючи необхідність корекції управляючої дії для забезпечення відповідності отриманого результату і його проекту і не маючи уяви про «Механізм акцептору результатів дії» виникла ідея про механізм зміни знаку зворотного зв'язку. Насправді, коригується проект майбутнього результату, варіанти якого формуються на стадії аферентного синтезу, а параметри якого остаточно приймаються до виконання у блоці «Рішення про досягнення» і визначають зміну параметрів управляючої дії, які і реалізується у блоці «Команда на виконання» [6, с. 256].

Акцептор результатів дії не є суматором, як це передбачено у класичній системі управління!

Стосовно етапу аферентного синтезу П. К. Анохін зауважує [5, с. 51]:

«...оцінка можливих результатів при даній домінуючій мотивації відбувається вже в стадії аферентного синтезу. ... Те ж, що відбувається в «прийнятті рішення», є вже результатом вибору на основі тривалої оцінки різних, внутрішніх (!) результатів, що формуються. Інакше кажучи, будь-яке ухвалення рішення, після того як закінчиться аферентний синтез, є вибором найбільш придатних ступенів волі в тих компонентах, що повинні скласти робочу частину системи. У свою чергу ці ступені волі, що залишилися, дають можливість ощадливо здійснити саме ту дію, що повинна привести до запрограмованого результату.»

З наведеного слідує висновок про те, що для створення машин, яким притаманне «життя» та «розум» необхідно у системі мати *подвійний* зворотний зв'язок у складі механізму забезпечення відповідності отриманого результату та його проекту. А також, як було вказано вище, діяльність з формування проекту майбутнього результату підпорядковується принципу *самоорганізації* діяльності головного мозку на основі центральної закономірності його інтегративної діяльності. Загалом для створення машин, яким притаманне «життя» та «розум» необхідно мати *два механізми* забезпечення самоорганізації.

Слід відзначити, що в схемі інтелектуальної системи, яка запропонована проф. К. О. Пупковим (в [11] див. рис. 6.3), процес формування проекту

майбутнього результату реалізується в експертній системі на основі сформованої цілі. В функціональній системі (див. рис. 6.2) формування цілі є складовою частиною формування проекту майбутнього результату (Аферентний синтез) й окремо не розглядається.

Це принципова відмінність. Поділ цього процесу порушує логіку самоорганізації діяльності мозку при формуванні проекту майбутнього результату та його можливої наступної корекції, адже цей процес реалізується на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку [6, с. 296].

Слід також зауважити, що на цей час існує клас автоматизованих систем управління у формі діалогових систем управління виробництвом для яких функціональна структура рішення системи для кожного з п'яти шарів управління виробництвом має універсальний характер та має три контури зворотного зв'язку (рис. 6.5).



Рисунок 6.5 – Функціональна структура рішення системи для кожного з шарів управління виробництвом

Функціональна структура рішення системи для кожного з п'яти шарів управління виробництвом, яка зображена на рис. 6.5, була отримана нами шляхом переформування зі збереженням усіх елементів та зв'язків поміж ними, згідно вихідної функціональної структури рішення системи за [13, с. 54, рис. 1.6]. У цій структурі нами додано елемент «Діяльність підприємства» та зв'язки з елементами, які показано пунктирними лініями.

В [14] нами доведена подібність архітектур функціональної системи та функціональної структури рішення системи. Важливою обставиною є той факт, що у функціональній структурі рішення системи сформовано три контури зворотного зв'язку. Контур «Зворотний зв'язок I» є першим традиційним контуром зворотного зв'язку. Контур «Зворотний зв'язок II» є повним аналогом контуру «Зворотного зв'язку II» для моделі реалізації діяльності інтелектуальної системи (див. рис. 6.2). Тобто, сформовано два

послідовних контури зворотного зв'язку як і у моделі реалізації діяльності інтелектуальної системи.

Дивно, але в теорії діалогових систем [13] жодним чином не згадується принцип *самоорганізації діяльності*, а фактично він реалізований саме у формі *подвійного послідовного зворотного зв'язку*. При цьому, блок «Визначення економічних показників» відповідає блоку «Акцептор результатів дії». Контур «Зворотний зв'язок III» (див. рис. 6.5) є додатковим контуром, через який інформація про отриманий результат передається у блок «Аналіз економічної ситуації». Він є дублюючим до контуру «Зворотний зв'язок II».

З наведеного у даному розділі слідує, що діяльність *Механізму забезпечення відповідності*, який сформовано у складі функціональної системи, реалізується на основі принципу самоорганізації діяльності функціональної системи на етапі реалізації проекту майбутнього результату за рахунок подвійного послідовного зворотного зв'язку через механізм «Акцептору результатів дії».

На основі цього принципу можливо сформулювати *закон самоорганізації інтелектуальної системи* у наступній формі.

Для *функціональної самоорганізації* інтелектуальної системи через механізм забезпечення відповідності отриманого результату діяльності та його проекту, у контур зворотного зв'язку необхідно включати акцептор результату дії для співставлення результату дії, проекту майбутнього результату дії та команди на управління.

Під функціональною самоорганізацією розуміється те що мова йде про самоорганізацію у формі *функціонального* представлення системи.

6.4. Аналіз відповідності принципу самоорганізації функціональної системи принципам самоорганізації кібернетичних систем

Згідно [3] для класичної кібернетики встановлено наступні принципи самоорганізації:

– принцип *самоорганізації* діяльності фізіологічних систем і кібернетичних машин шляхом передачі інформації у формі закону управління на основі зворотного зв'язку (1-ша гіпотеза Н. Вінера для *самоорганізації діяльності*);

– принцип самоорганізації діяльності у формі *цілеспрямованої поведінки* інформаційної машини (автомату) на основі *навчання* навмання обраного для неї *нецілеспрямованого* механізму без *окремого формування* попередньої цілі діяльності за її межами (2-га гіпотеза Н. Вінера для *самоорганізації діяльності*);

– принцип *самоорганізації діяльності фізіологічних систем* за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку (1-ша гіпотеза У. Р. Ешбі стосовно *самоорганізації діяльності* фізіологічних систем);

– положення про *неможливість* самоорганізації кібернетичних машин за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку (2-га гіпотеза У. Р. Ешбі стосовно самоорганізації діяльності фізіологічних систем).

– принцип самоорганізації діяльності для фізіологічних систем і кібернетичних машин на етапу реалізації цілі діяльності на основі «передачі принаймні рівної кількості інформації» (3-тя гіпотеза У. Р. Ешбі стосовно самоорганізації діяльності фізіологічних систем).

Принцип самоорганізації діяльності шляхом передачі інформації у формі закону управління на основі зворотного зв'язку описує лише одну (першу) з двох послідовних ланок зворотного зв'язку, а саме «Зворотний зв'язок І» в механізмі забезпечення відповідності (рис. 6.2).

Принцип самоорганізації діяльності у формі *цілеспрямованої поведінки* інформаційної машини (автомату) на основі *навчання* навмання обраного для неї *нецілеспрямованого* механізму без *окремого формування* попередньої цілі діяльності за її межами для інтелектуальних систем, як діалектично організованих цілих, не має теоретичного та практичного значення. Для роботи, як інтелектуальної системи, з цього принципу можливим є застосування пропозиції його *навчання* на етапі підготовки його до «самостійного життя». При цьому, необхідно обрати саме механізм забезпечення відповідності для реалізації *цілеспрямованої* діяльності роботу.

Принцип самоорганізації діяльності *фізіологічних систем* за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку насправді передбачає наявність механізму забезпечення відповідності з застосуванням «Акцептора результатів дії», який формує другий послідовний контур зворотного зв'язку і в якому реалізується корекція проекту майбутнього результату. При цьому, змінюється не знак сигналу зворотного зв'язку, а змінюються параметри проекту майбутнього результату (його корекція) на основі яких формується сигнал в блоці «Управління» (див. рис. 6.2).

Положення про *неможливість* самоорганізації кібернетичних машин за рахунок зміни знаку зворотного зв'язку, як показано при розгляді другого принципу самоорганізації є не конструктивним. Принцип самоорганізації діяльності для фізіологічних систем і кібернетичних машин на етапу реалізації цілі діяльності на основі «передачі принаймні рівної кількості інформації» відповідає встановленому нами принципу самоорганізації на основі відповідності отриманого результату проекту його майбутнього результату, яка забезпечується механізмом забезпеченні відповідності.

Таким чином, сформовані в класичній кібернетиці принципи самоорганізації виявилися за змістом елементами усвідомленого нами єдиного принципу самоорганізації діяльності функціональних систем.

В даній роботі здійснено саме *усвідомлення смислу* знань про існуючі у теорії функціональних систем та теорії діалогових систем управління два послідовних контури зворотного зв'язку та механізм їх поєднання через

акцептор результатів дії. Саме завдяки цим контурам реалізується принцип функціональної самоорганізації діяльності, який так завзято шукали засновники класичної кібернетики і від якого відмовилися у технічній кібернетиці [8].

6.5. Вплив принципу самоорганізації діяльності інтелектуальних систем на розвиток методологічних основ платформ Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0

Концепція Платформи Індустрії 4.0 передбачає «цифровізацію» промисловості на основі технології промислового інтернету. Цифровізація на рівні управління технологічними процесами передбачає запровадження SKADA-систем, або ж по іншому, систем автоматизованого управління технологічними процесами (CAU ТП). Але ж для систем управління виробництвом характерною є їх ієрархічність, як у формі ієрархії цілей [11], так і у формі ієрархії задач управління [13].

При цьому в методології Індустрії 3.0 ставилася задача управління виробництвом у формі системи автоматизованого управління виробництвом (CAU П) [11, 13]. Для цієї системи задачі управління на найвищому рівні управління (рівень керівництва) ставилися, але не були вирішені. Це стосується не лише розробок CAU П, які були виконані у колишньому СРСР, але й у країнах Європейського Союзу та США [13, с. 107-108, табл. 2.1]. Нажаль, в методології Індустрії 4.0 ця задача навіть не ставиться.

З іншого боку, саме діяльність вищого керівництва повинна забезпечити формування *цілі діяльності та формування проекту майбутнього результату*.

Задача ж формування цілі діяльності може бути вирішеною шляхом *пізнання механізму формування проекту майбутнього результату на основі евристичної самоорганізації* для фізіологічних та кібернетичних систем.

Вирішення цієї задачі забезпечить формування «розумних речей» в Індустрії 5.0. Адже «розумні речі» повинні бути «інтелектуальними», що згідно [15] передбачає: «... не рішення задачі, а постановку задачі, не досягнення, а висування цілі, не доказ, а формулювання теореми, <що> є критерієм «інтелектуальності», особливою якістю людської психіки, яка відрізняє її і від психіки тварин і від (можливостей) ЕОМ.»

З наведеного слідує необхідність аналізу методологічних основ Індустрії 3.0. Адже розуміння проблем, які не вирішено у цій методології забезпечить розвиток методологічних основ Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0.

Даний розділ додано впродовж обговорення матеріалів з урахуванням напрямів розвитку Харківського регіонального центру Індустрія 4.0, який було створено на базі Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ».

6.6 Висновки

1. У класичній кібернетиці сформовано п'ять принципів самоорганізації кібернетичних систем у формі двох гіпотез Н. Вінера та трьох гіпотез У. Р. Ешбі.

2. Основну увагу при розвитку теорії функціональної системи приділено її аналізу як цілісної одиниці, та формуванні на її основі теорій інтелектуальних систем. В той же час поза увагою залишилося дослідження принципу дії механізму забезпечення відповідності отриманого результату та встановленого для нього проекту.

3. Механізм забезпечення відповідності, який сформовано у складі функціональної системи, реалізується на основі принципу самоорганізації діяльності функціональної системи на етапі реалізації проекту майбутнього результату за рахунок подвійного послідовного зворотного зв'язку через механізм «Акцептору результатів дії». На основі цього принципу можливо сформулювати закон самоорганізації інтелектуальної системи у наступній формі. Для *функціональної самоорганізації* інтелектуальної системи на основі механізму забезпечення відповідності отриманого результату діяльності та його проекту, у контур зворотного зв'язку необхідно включати «Акцептор результату дії» для співставлення результату дії, проекту майбутнього результату дії та команди на управління.

4. Під функціональною самоорганізацією розуміється те, що мова йде про самоорганізацію у формі *функціонального* представлення системи.

5. Сформовані в класичній кібернетиці принципи самоорганізації виявилися за змістом елементами з'ясованого єдиного принципу самоорганізації діяльності функціональних систем.

В даній роботі здійснено саме *усвідомлення смислу* знань про існуючі у теорії функціональних систем та теорії діалогових систем управління два послідовних контури зворотного зв'язку та механізм їх поєднання через акцептор результатів дії. Саме завдяки цим контурам реалізується принцип функціональної самоорганізації діяльності, який так завзято шукали засновники класичної кібернетики і від якого відмовилися у технічній кібернетиці.

6. Задача ж формування цілі діяльності може бути вирішеною шляхом *пізнання механізму формування проекту майбутнього результату на основі евристичної самоорганізації* для фізіологічних та кібернетичних систем. Вирішення цієї задачі забезпечить формування «розумних речей» в Індустрії 5.0. Адже «розумні речі» повинні бути «інтелектуальними».

Література

1. Доценко С. І. Принцип функціональної самоорганізації діяльності інтелектуальних систем [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2019, № 2(90). С. 18-28. DOI: 10.32620/reks.2019.2.02

2. Доценко, С. І. Принцип цілісної організації інтелектуальних систем [Текст] / С. І. Доценко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2019. – № 1(89). – С. 4-16.

3. 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.

4. Доценко, С. І. Елементи методології формування загальної теорії підприємства [Текст] / С. І. Доценко // Менеджмент, маркетинг та інтелектуальний капітал в глобальному економічному просторі : [Моногр. під наук. ред. П. Г. Перерви, О. І. Савченко, В. Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО]. – Харків : Цифрова друкарня №1, 2012. – С. 221-240.

5. Анохин, П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем [Текст] / П. К. Анохин // Очерки по физиологии функциональных систем. – Москва : Медицина, 1975. – С. 17-62.

6. Анохин, П. К. Избранные труды Философские аспекты теории функциональных систем [Текст] / П. К. Анохин. – Москва : Наука, 1978. – 400 с.

7. Судаков, К. В. Системокванты физиологических процессов [Текст] / К. В. Судаков. – М. : Международный гуманитарный фонд арменоведения им. академика Ц. П. Агаяна, 1997. – 152 с.

8. 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.

9. Энциклопедия кибернетики в двух томах / В. М. Глушков (ответственный редактор). – Киев : Главн. ред. украинск. Советск. Энцикл. – Том 1. – 1974. – 607 с. – Том 2. – 1974. – 619 с.

10. Щедровицкий, Г. П. Теория деятельности и ее проблемы. 1966 [Электронный ресурс] / Г. П. Щедровицкий // Философия. Наука. Методология = Philosophy science methodology : Моногр. ; ред. А. А. Пископель и др. – М. : Школа Культурной Политики, 1997. – 656 с.

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. Поспелов, Г. С. Программно-целевое планирование и управление. (Введение) [Текст] / Г. С. Поспелов. – М. : «Сов. радио», 1976. – 440 с.

13. Мельцер, М. И. Диалоговое управление производством (модели и алгоритмы) [Текст] / М. И. Мельцер. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 240 с.

14. Доценко, С. І. Теоретичні основи створення інтелектуальних систем комп'ютерної підтримки рішень при управлінні енергозбереженням організацій [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 // Сергій Ілліч Доценко ; Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. – Харків, 2017. – 41 с.

15. Граве, П. С. Кибернетика и психика [Текст] : монография / П. С. Граве, Л. А. Растринин ; Ин-т электроники и вычислит. техники. Акад. наук Латв. ССР. – Рига : Зинатне, 1973. – 96 с.

7. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ: ПРИНЦИП ЕВРИСТИЧНОЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ

С. І. Доценко

Український державний університет залізничного транспорту

7.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1].

В статтях [2-4] нами встановлено причини, які обумовили кризовий стан класичної кібернетики, а також наведено вирішення основних проблем, які були сформовані в класичній кібернетиці. До цих проблем належать:

- проблема *подібності* (еквівалентності) фізіологічних і кібернетичних систем [2];
- проблема визначення змісту *організуючого фактору* для фізіологічних систем і кібернетичних машин в «існуванні» [3];
- проблема визначення змісту принципу *функціональної самоорганізації* для фізіологічних систем і кібернетичних машин в «діяльності» [4].

В [4] вирішена проблема самоорганізації інтелектуальних систем, як організованих цілих, для *функціонального* представлення їх *діяльності*. Запропоновано у складі інтелектуальної системи виділяти *дві* складові частини, які вирішують відповідні задачі.

Перша частина вирішує задачу формування проекту майбутнього результату, а друга частина вирішує задачу реалізації встановленого проекту майбутнього результату. При цьому, згідно принципів діалектичної логіки Г. Гегеля, вказані задачі співвідносяться поміж собою як «загальне» та «одиничне» поняття [3]. Це положення розкриває зміст принципу *організації* інтелектуальної системи в організоване ціле з його частин. *Самоорганізація* цих двох частин *в організоване ціле* реалізується через механізм забезпечення *відповідності* отриманого результату для встановленого проекту [4]. При такому підході принциповою є *неможливість* поділу інтелектуальної системи на частини для їх окремого дослідження.

З іншого боку, при дослідженні проблеми прийняття рішень на основі *самоорганізації* в автоматизованих системах управління (кібернетичних системах), О. Г. Івахненком запропоновано у складі виробничих систем виділяти два елементи: людину і машини. Він відмічає [5, с. 79]:

«Автоматизація спрямована на те, щоб відсторонити людину від процесу управління. Це можливо здійснити двома способами. Перший пов'язаний з побудовою моделі об'єкту управління, другий – з побудовою моделі людини-оператора. Ясно, що якщо нам вдасться побудувати одну з вказаних моделей, то тоді можливо легко вирішити задачу автоматизації... . Якій моделі надати перевагу? Очевидно, тій, яку простіше знайти. Це залежить від рівня впорядкованості (детермінізму) об'єкту.»

З наведеного опису підходів до моделювання самоорганізації слідує, що для інтелектуальної системи встановлено *принцип її організації* на основі відношень між вирішуваними задачами – *діалектична єдність протилежностей*. Для першого підходу також встановлено принцип *самоорганізації спільної діяльності* частин інтелектуальної системи через механізм забезпечення *відповідності* результатів їх діяльності.

Для другого підходу принцип самоорганізації *спільної* діяльності досліджено у роботі [2]. Показано, що при обґрунтуванні закону необхідної різноманітності, У. Р. Ешбі розглядає його з позиції виконання задач регулювання та управління. Для регулятора, який призначений для корекції зовнішньої дії, «закон необхідної різноманітності стверджує, що *потужність R як регулятора не може перебільшувати пропускну здатність R як каналу зв'язку.*»

В [2] сформульовано *третю гіпотезу* У. Р. Ешбі, згідно якої принципом *самоорганізації* діяльності для фізіологічних систем і кібернетичних машин на етапу реалізації цілі діяльності є принцип «передачі принаймні рівної кількості інформації».

Цей принцип можливим є розглядати саме як закон *поєднання* двох частин фізіологічної або кібернетичної систем, тобто він стосується також принципу організації системи в її «існуванні» [2].

Відмінність між розглянутими підходами полягає також у тому, що в теорії інтелектуальних систем окремо не досліджуються проблеми *самоорганізації* діяльності з вирішення задач в кожній з її частин, як організованого цілого. Натомість для другого підходу характерним є дослідження принципів самоорганізації для кожної з частин виробничої системи, а саме: з одного боку досліджуються принципи самоорганізації розумової діяльності людини [5, с. 49], а з іншого боку принципи самоорганізації процесів пошуку оптимальних рішень для об'єктів управління [5, с. 116].

У таблиці 7.1 наведено співставлення характерних ознак реалізації принципів самоорганізації для досліджуваних систем.

Слід зауважити, що запропонований О.Г. Івахненком метод групового врахування аргументів, який був опублікований англійською мовою у 1970 році у роботі [6] та у 1976 році у монографії [5] отримав свій подальший розвиток у ряді сучасних публікацій [7-10]. В цих роботах увага зосереджена на подальшому розвитку методу групового врахування аргументів і не піддається аналізу власне метод евристичної самоорганізації. Слід також відзначити роботи [11-13] у яких евристика розглядається як наука.

До недоліку підходу до дослідження самоорганізації *інтелектуальних систем* слід віднести ігнорування необхідності дослідження принципів самоорганізації для кожної з її частин.

До недоліку підходу до дослідження самоорганізації *автоматизованої системи* управління слід віднести відсутність *конкретних механізмів* реалізації вказаних принципів самоорганізації *спільної* діяльності. В той же час, ця задача

вирішена для інтелектуальних систем. Її результати відносяться також і до автоматизованих систем управління [4].

Таблиця 7.1 – Співставлення характерних ознак принципів самоорганізації для досліджуваних систем

Ознаки відмінності	Форма системи	
	Інтелектуальна система	Автоматизована система
Перша ознака – принцип <i>відношень</i> між частинами системи	принцип відношень між вирішуваними задачами – <i>діалектична</i> єдність протилежностей понять «загальне» – «одиничне»	принцип відношень між частинами системи – принцип передачі принаймні рівної кількості інформації (У. Р. Ешбі)
Друга ознака – принцип самоорганізації <i>спільної</i> діяльності частин системи	принцип самоорганізації діяльності – <i>самоорганізація спільної</i> частин інтелектуальної системи через <i>механізм</i> забезпечення <i>відповідності</i> результатів їх діяльності	принципи самоорганізації <i>спільної</i> діяльності: – автоматичною зміною знаку зворотного зв'язку (фізіологічні системи) (У. Р. Ешбі); – принцип передачі принаймні рівної кількості інформації (У. Р. Ешбі); – закон адекватності (О. Г. Івахненко); – закон зовнішнього доповнення (С. Бір)
Третя ознака – принципи <i>самостійної</i> самоорганізації частин системи	окремо не досліджуються проблеми <i>самоорганізації</i> діяльності з вирішення задач в кожній з її частин, як організованого цілого	дослідження принципів самоорганізації для кожної з частин виробничої системи на основі <i>евристик</i>

Метою дослідження є визначення принципів *самоорганізації* діяльності з вирішення задач в кожній з частин *інтелектуальної системи*, як організованого цілого, на основі евристик, як це пропонується для систем автоматизованого управління.

Перейдемо до аналізу принципів формування систем *евристичної* самоорганізації.

7.2. Принцип евристичної самоорганізації для завдань формування систем

Згідно О. Г. Івахненко системи евристичної самоорганізації визначаються наступним чином [5, с. 50]:

«Третій напрямок <кібернетики> полягає в моделюванні законів еволюції та селекції, які спостерігаються у природі. Системи (програми) евристичної самоорганізації визначаються як системи, в яких знаходяться генератори випадкових комбінацій (гіпотез) та декілька рядів селекції корисної інформації. Складність комбінацій від рядка до рядка зростає, а точність рішення зростає до тих пір, поки не буде одержаний оптимальний по складності алгоритм переробки інформації, який відповідає мінімуму доцільно обраного критерію селекції.»

Отже, система евристичної самоорганізації згідно О.Г. Івахненку забезпечує вирішення задачі пошуку «оптимального по складності алгоритму переробки інформації» на основі законів *селекції*. Окрім того, самоорганізація стосується діяльності з *переробки інформації*. При цьому, склад та зміст оброблюваної інформації невідомий. Натомість відомі задачі, які необхідно вирішувати з застосуванням цієї інформації, а саме: *розпізнавання образів* та вибору *правильної гіпотези* при прийнятті рішень [5, с. 66].

Основними елементами такої системи є:

- генератори випадкових комбінацій (гіпотез);
- ряди селекції корисної інформації.

Щодо змісту поняття «евристична самоорганізація» О. Г. Івахненко зауважує [5, с. 78]:

«Система евристичної самоорганізації схожа на багатошаровий пиріг: в ній евристичні самовідбори корисної інформації перемежуються з математичною обробкою даних декілька разів за схемою «евристика – обробка – евристика – обробка – евристика і т.д.»»

Евристичні самовідбори корисної інформації необхідно ототожнювати з *генераторами* випадкових комбінацій (гіпотез), евристик. Нажаль, однозначного визначення моделі генератора евристик не запропоновано.

Однак, слід звернути увагу на наступну обставину. Досліджуючи компоненти процесу мислення, а саме, творчий компонент мислення у формі генератора евристик, О. Г. Івахненко [5, с. 67] відмічає, що:

«Факторний аналіз дозволяє знайти «фактори» – величини, які визначають сутність різних образів. Отримавши за допомогою машини фактори та знаючи їх розмірність, людина легко може здогадатися про природу нових ознак, які необхідно ввести у розпізнавання, щоб зробити його більш точним та швидким. Людині залишається найприємніша (та найважливіша) частина процесу – генерування нової вдалої евристики, а факторний аналіз допомагає легко та просто знаходити нові вельми ефективні ознаки.»

Тобто, ставиться задача *мінімізувати* участь людини в генерації евристик через генерацію машиною випадкової множини ознак (факторів).

Як зауважує О.Г. Івахненко «звернемо увагу на те, що машина вибирає ознаки з заданої множини» [5, с. 67]. Заданої саме людиною. Але ж не обов'язково покладатися на машину при виявленні та аналізі факторів. Людина також може вирішувати цю задачу. При цьому, людина може не лише вказати склад та зміст ознак, «які визначають сутність різних образів» (факторів), а й встановити *нову форму* відношень поміж ними.

Отже, пропонується дослідити принцип формування системи евристичної самоорганізації з застосуванням *генерації факторів* та відповідних евристик саме людиною.

7.3. Принцип евристичної самоорганізації та його застосування для інтелектуальних систем

7.3.1. Аналіз особливостей принципу евристичної самоорганізації для інтелектуальних систем

Для цієї системи нами виділено дві частини, в яких вирішуються відповідні задачі. Пропонується ці задачі розглядати як *характерні ознаки* вказаних частин, їх ідентифікуючі *фактори*. Тоді принцип їх поєднання на основі *діалектичного* відношення понять «загальне» та «одиничне» можливо розглядати як *евристику*, яка розкриває зміст принципу *евристичної діалектичної самоорганізації* інтелектуальної системи, як організованого цілого в «існуванні».

Як показав аналіз змісту стандарту ISO 80000-2: 2009, в алгебрі відношень *відсутнє* бінарне діалектичне відношення для множин та / або їх елементів у формі діалектичних відносин «загальне» \triangleright «одиничне» і знак, що його позначає [14].

В [15] наведено визначення змісту знаку, який позначає вказане відношення:

«Знак *діалектичної єдності* « \triangleright » – це знак звичайного реляційного відношення, за допомогою якого *поняття* про одиничний об'єкт чи одиничний фактор діяльності *поєднується* з *поняттям* про клас (множину) таких об'єктів чи «загальних» факторів його діяльності. При цьому, під поняттям про клас об'єктів, чи «загальних» факторів його діяльності ми розуміємо *знання* про одиничні об'єкти, які певним чином сформовані шляхом *розумової смислової* діяльності як загальні поняття.»

Цей знак забезпечує формальний математичний запис бінарного реляційного відношення, яке відсутнє у алгебрі відношень. Визначення ролі цього відношення для теорії множин потребує додаткового дослідження і може бути завданням для наступної статті.

Щодо належності евристик до предмету математики О. Г. Івахненко зауважує [16, с. 378]:

«Самоорганізація повинна бути пов'язана з евристиками – здогадками про доцільність тієї чи іншої дії... . Евристики – це рішення, пов'язані з бажаннями

споживача результатів рішення задачі, з факторами його мотивації. Вони не належать ні до предмету ні до компетенції математики, і отже, ніяке вдосконалення математичного апарату не може їх замінити або зрівнятися з ними за дією Тому точність евристичних методів виявилася незрівнянно вище точності найдосконаліших і загальних математичних методів, що використовують специфічні (детерміністські) підходи».

Однак, для визначеної евристики (*діалектичної єдності понять «загальне» та «одиничне»*) можливим є формальний *математичний* опис відношень поміж факторами, які розкривають сутність досліджуваного об'єкту. Тобто, теза про те, що евристики «не відносяться ні до предмету, ні до компетенції математики, і отже, ніяке вдосконалення математичного апарату не може їх замінити, чи зрівнятися з ними по дії» [17, с. 23] може бути *спростована* стосовно щонайменше для принципу *евристичної діалектичної самоорганізації* інтелектуальної системи в її «існуванні».

Виникає питання, чи можливо поширити вказаний принцип евристичної діалектичної самоорганізації інтелектуальної системи, як організованого цілого, на опис діяльності її частин?

7.3.2. Розвиток принципу евристичної діалектичної самоорганізації для інтелектуальної системи

Для відповіді на поставлене питання необхідно вирішити наступні задачі, а саме:

– чи може бути самоорганізованою на основі принципу *евристичної діалектичної самоорганізації* діяльність з *формування* проекту майбутнього результату (задача 1);

– чи може бути самоорганізованою на основі принципу *евристичної діалектичної самоорганізації* діяльність *по реалізації* встановленого проекту майбутнього результату (задача 2).

Яку з цих задач вирішувати першою? Як зауважував О.Г. Івахненко «якій моделі надати перевагу? Очевидно, тій, яку простіше знайти.» Але, як визначити, яка з них простіша?

Дослідження аспекту вимоги простоти моделі виконано у роботі [18].

На перший погляд, діяльність з *реалізації* встановленого проекту майбутнього результату є більш простою й зрозумілою. Адже, для її реалізації достатньо вказати *процеси*, які необхідно реалізувати й визначити *ресурси* які необхідні для їх реалізації. Однак для кожного встановленого проекту результату цей *набір* процесів та ресурсів буде єдино можливий. З іншого боку *факторами* для «образу» [5, с. 67] цієї задачі (евристики) є поняття «процес» та «ресурс». Але яка форма відношень поміж цими факторами може бути встановлена? Тобто, яку форму евристики слід обрати з трьох запропонованих О.Г. Івахненком [5, с. 81], а також встановленої нами:

- перша евристика – вибір елементарних алгоритмів;
- друга евристика – вибір критеріїв оцінки та алгоритмів їх зміни;

- третя евристика – вибір інтегральних дій та схеми їх здійснення;
- четверта евристика – діалектична самоорганізація для понять «загальне» > «одиничне»?

Слід зауважити, що четверта евристика є конкретним варіантом реалізації для третьої евристики. Адже ця евристика також поєднує (інтегрує) в єдине діалектичне ціле відповідні фактори.

Для її реалізації необхідне вміння поділяти фактори за їх змістом на «загальні» та «конкретні». Для цього достатньо розуміння того, що формування загальних понять є результатом розумової діяльності, а формування конкретних понять пов'язане з відображенням у свідомості характеристик та властивостей конкретних об'єктів чи дій у фізичному оточуючому середовищі.

Як для третьої так і для четвертої форм евристик постає питання, як здійснювати вибір інтегральних дій та схеми їх здійснення, тобто, як *інтегрувати* в єдиній евристиці фактори у формах «процес» та «ресурс». Нажаль, нам не відомі склад та зміст (виміри) факторів «процес» та «ресурс». А отже, ми не можемо й встановити принцип відношень поміж ними.

В той же час, для задачі формування проекту майбутнього результату слід звернути увагу на наступну обставину. В теорії функціональних систем (фізіологічній кібернетиці) проект майбутнього результату визнається *системоформуючим фактором* для функціональної системи. Його формування здійснюється на основі *центральної закономірності інтегративної діяльності мозку* [19].

Постає задача більш детального дослідження змісту третьої та четвертої форм евристик, а також змісту центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.

7.3.3. Аналіз принципу евристичної самоорганізації у формі інтегральних дій (третя евристика)

Зміст поняття «евристика» О. Г. Івахненко розкриває наступним чином [17, с. 23]:

«Справа в тому, що евристики розуміються детерміністами просто як необґрунтовані рішення, що призводять до практично достатніх (але не найкращих!) результатів. На щастя, це не так. Насправді евристики – це головним чином рішення, що призводять до підвищення точності. Такими рішеннями є, наприклад, вибір вихідної безлічі ознак, вибір критеріїв відбору корисної інформації та організація перцептронної структури, що дозволяє багаторазово посилити інтегральну дію евристичних критеріїв на потік інформації... . Мабуть, тому перцептрон як система, здійснююча інтегральні впливи і само відбір корисної інформації, при підвищенні з ряду в ряд її складності, до сих пір не зрозуміла.»

Згідно О. Г. Івахненку зміст інтегрального впливу в технічній кібернетиці визначається наступним чином [17, с. 16]:

«Інтегральний вплив можна визначити як такий, який не використовує інформацію про стан кожного елемента складної системи окремо, а вибирається за сумарним результатом дії на безліч елементів. Порогові само відбори це найпростіша форма інтегрального впливу.»

Конкретна реалізація інтегральних впливів реалізується у формі порогових самовідборів у відповідних моделях штучних нейронів [19]. При цьому, нейрон моделюється у формі суматора (рис. 7.1).

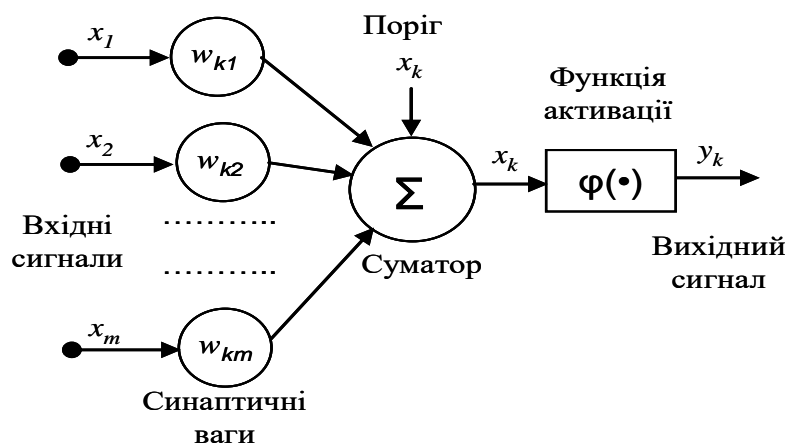


Рисунок 7.1 – Нелінійна модель нейрону

З наведеного слідує, що *інтегральний* вплив здійснюється на виходи всіх нейронів у формі порогового самовідбору. При цьому, вхідні сигнали в нейроні піддаються *сумуванню* з відповідними ваговими коефіцієнтами

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} x_j, \quad (7.1)$$

$$y_k = \varphi(u_k + b_k), \quad (7.2)$$

де x_1, x_2, \dots, x_m – вхідні сигнали;

$w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}$ – синаптичні ваги нейрону k ;

u_k – лінійна комбінація вхідних впливів (linear combiner output);

b_k – поріг;

$\varphi(\bullet)$ – функція активації (activation function);

y_k – вихідний сигнал нейроне. Використання порога b_k забезпечує ефект афінного перетворення (affine transformation) виходу лінійного суматора u_k .

7.4. Аналіз принципу інтеграції *чотирьох* форм збуджень для моделі природного нейрона

П. К. Анохін відзначає [19, 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, який 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».

Проблема ускладнюється тим, що згідно теорії функціональних систем [19]:

«...жодна з тисяч математичних моделей нейрона абсолютно не відображають справжні особливості нейрона і ні на один крок не просунулися вперед наші знання про дійсні закони його функціонування».

З наведених цитат слідує, що діяльність природного нейрона також заснована на *інтегральному впливі* на потік вхідних сигналів. Але цей вплив реалізується зовсім по іншому. Вихідним сигналом для штучного нейронну є значення функції u_k , а для природного нейрона це *елемент* проекту майбутнього результату діяльності. На виході *штучної* нейронної мережі отримуємо значення функції, а на виході *природної* нейронної мережі проект майбутнього результату діяльності. Ось у чому полягає різниця для штучних та природних нейронних мереж.

Отже, зміст інтегрального впливу на потік інформації для моделей штучного та природного нейронів різний, а тому різним є й результат цієї дії.

Особливості для природного нейрону полягають в тому, що:

- визначеною є кількість форм сигналів – їх всього *чотири*;
- визначеним є *зміст* кожної з форм сигналів (домінуюча на даний момент мотивація, обстановочна аферентація, також відповідна даному моменту пускова аферентація і, нарешті, пам'ять);
- не визначеною є форма відношень поміж цими сигналами, яка забезпечує їх одночасну інтеграцію (конвергенцію) з наступним формуванням проекту майбутнього результату.

Можливі наступні шляхи встановлення цієї форми відношень, а саме:

- пізнання фізичних, фізико-хімічних процесів діяльності природного нейрона;
- пошук наступного евристичного принципу, який би пояснював як чотири визначених форми вхідних сигналів (факторів) перетворюються у проект майбутнього результату.

Перший шлях вирішення задачі належить до предметної області теорії вищої нервової діяльності і в даному дослідженні не розглядається.

Для другого шляху нам *невідомо* форма цього проекту, який надходить з мозку. Тобто, нам відома умова задачі (чотири вхідні сигнали), але невідомий оператор задачі (евристичний принцип їх самоорганізації) й невідоме рішення цієї задачі – форма проекту результату. В той же час, нам відомий принцип евристичної діалектичної самоорганізації на основі принципу діалектичних відносин «загальне» та «одиничне» (четверта форма евристики). Відомі також форми факторів для діяльності з отримання встановленого проекту діяльності: – «процес» та «ресурс».

Необхідно вирішити дві задачі, а саме:

- дослідити можливість застосування четвертої форми евристики для інтеграції факторів «процес» та «ресурс»;
- дослідити можливість застосування четвертої форми евристики для інтеграції факторів: домінуюча мотивація, обстановочна аферентація, пускова аферентація і пам'ять.

Оскільки для інтелектуальної системи, як організованого цілого, результат цілісної діяльності полягає у забезпеченні відповідності отриманого результату встановлену, тоді залишається вирішити задачу співставлення факторів «процес» та «ресурс» з факторами: домінуюча мотивація, обстановочна аферентація, пускова аферентація і пам'ять.

Для такого підходу прийнята наступна гіпотеза: – якщо цілісна діалектично організована технологічна діяльність природної інтелектуальної системи реалізується з застосуванням визначених вище понять «фактор» та «процес», тоді й мозок людини повинен формувати *проект майбутнього результату діяльності* для відповідного моменту часу на основі застосування саме цих понять [15, с. 141].

7.5. Інтеграція факторів діяльності «процес» та «ресурс» з застосуванням четвертої форми евристики

Отже, на вхід технологічної діяльності, як процесу, надходить проект майбутнього результату. Виникає питання, у якій формі може бути представлений цей проект? Для відповіді не це питання необхідно з'ясувати умови реалізації технологічної діяльності.

Для цього розглянемо результати дослідження зв'язку поміж сутностями «процес» та «діяльність», які наведено у роботі [21]. На рисунку 7.2 наведено

структурну схему, яка розкриває взаємозв'язок поміж сутностями «процес» та «діяльність».

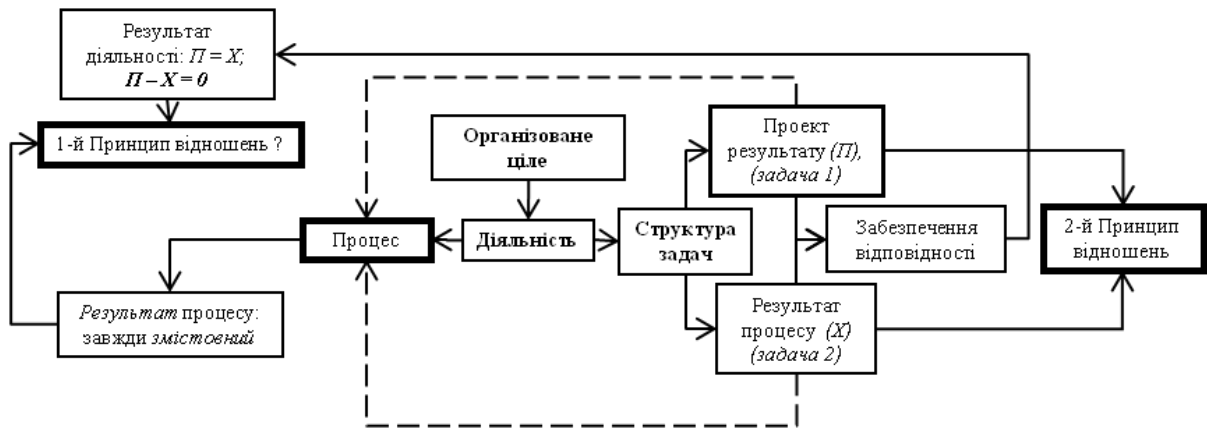


Рисунок 7.2 – Взаємозв'язок поміж сутностями «процес» та «діяльність»

На рисунку 7.3 представлено структурну схему сутності «процес». Згідно схеми (див. рис. 7.2) можливим є встановлення відношень поміж:

- представленням результату діяльності організованого цілого та результатом реалізації процесу – у формі 1-го Принципу відношень;
- результатами діяльності частин організованого цілого по вирішенню двох задач у формі 2-го Принципу відношень.

Зміст встановлених форм відношень буде визначено нижче.

Згідно структурної схеми для сутності «процес» (рис. 7.3), перш за все, виділяється традиційна форма функціонального (причинно-наслідкового) зв'язку поміж вхідними ресурсами та вихідними результатами у формі:

$$Y(t) = F(X(t)). \quad (7.3)$$



Рисунок 7.3 – Структурна схема сутності «процес»

Однак, окрім вказаної форми зв'язку для процесу можливим є встановлення додаткових форм. Так, поміж проектом майбутнього результату та вихідним результатом реалізації процесу можуть бути додатково встановлені дві форми відношень, а саме:

- причинно-наслідковий зв'язок (3-й принцип відношень);
- 2-й принцип відношень (згідно рис. 7.2);
- 4-й принцип відношень поміж проектом майбутнього результату з одного боку та процесами і вхідними ресурсами з іншого боку.

Виникає задача встановлення змісту сформованих принципів відношень для сутності «процес». Особливо нас цікавить 4-й принцип відношень тому, що проект майбутнього результату може бути сформованим на основі знань про *процеси*, які необхідно реалізувати та *ресурси*, які необхідно залучити для їх реалізації.

У методології цілісного підходу до дослідження діяльності, яка розвивається у даному дослідженні, діяльність визначається як *структура задач*, які вирішуються природною інтелектуальною системою. Вирішення цих задач реалізується у формі відповідних організаційних та технологічних *діяльностей*. Реалізація цих діяльностей можлива за умови застосування відповідних *організаційних* та *технологічних* факторів. До таких факторів відносяться процеси, які необхідно реалізувати та ресурси, які необхідні для їх реалізації.

Легко бачити, що можливо сформувані наступні пари факторів, а саме:

- процесні фактори організаційної діяльності – процесні фактори технологічної діяльності;
- ресурсні фактори організаційної діяльності – ресурсні фактори технологічної діяльності.

О. Г. Івахненко пропонував отримувати за допомогою машини фактори та визначати їх розмірність [5, с. 67]. Як бачимо, визначення вказаних пар факторів потребувало досліджень в області теорії діяльності

для інтелектуальних систем. Ставити задачу проведення такого дослідження перед машиною можливо, але для цього необхідно навчити її «мислити» *діалектично*. Сучасні обчислювальні машини цьому не навчені.

О. Г. Івахненко також передбачав, що: людині залишається найприємніша (та найважливіша) частина процесу – генерування нової вдалої евристики, а факторний аналіз допомагає легко та просто знаходити нові вельми ефективні ознаки [5, с. 67].

Як бачимо, факторний аналіз не легко і не просто забезпечив знаходження «нових вельми ефективних ознак». Тепер перед людиною постає задача «генерування нової вдалої евристики». З іншого боку, нам вже відомі чотири форми евристик. Виникає питання яку з чотирьох визначених евристик можливо застосувати до встановлених пар факторів?

Для цього спочатку дослідимо більш детально зміст понять «фактор» та «ресурс».

Якщо співставити переклади понять:

- «фактор» – діє;
- «ресурс» – витрачається,

тоді вираз: «ресурсні фактори» дослівно переводиться, як – витрачаються <під час> дії, а вирази:

- ресурсні фактори організаційної діяльності – витрачаються, коли реалізується організаційна діяльність;
- ресурсні фактори технологічної діяльності – витрачаються, коли реалізується технологічна діяльність, мають зрозумілий однозначний зміст.

Аналогічним чином пропонується застосовувати поняття «фактор» для організаційних та технологічних *процесів* [21].

Якщо співставити переклади понять:

- «фактор» – діє;
- «процес» – реалізується,

тоді вираз: «процесні фактори» дослівно переводиться, як – реалізується <в> діяльності, а вирази:

- процесні фактори організаційної діяльності – реалізуються, коли діє організаційна діяльність;
- процесні фактори технологічної діяльності - реалізуються, коли діє технологічна діяльність, мають зрозумілий однозначний зміст.

В запропонованому підході до моделювання діяльності підприємства пропонуються конкретний зміст понять ресурсні та процесні фактори в термінах діалектики визначати наступним чином [20]:

- ресурсні фактори організаційної діяльності (РФОД) – (загальне);
- ресурсні фактори технологічної діяльності (РФТД) – (одиничне);
- процесні фактори організаційної діяльності (ПФОД) – (загальне);
- процесні фактори технологічної діяльності (ПФТД) – (одиничне).

Узагальнюючи результати дослідження поняття «фактор», необхідно надати математичні співвідношення встановлених закономірностей.

Діалектичну єдність ресурсних факторів організаційної та технологічної діяльності можливим є представити у наступній формі [21]:

$$\text{РФОД} \supset \text{РФТД}, \quad 7.4)$$

а діалектичну єдність процесних факторів організаційної та технологічної діяльності можливим є представити у наступній формі [21]:

$$\text{ПФОД} \supset \text{ПФТД}. \quad 7.5)$$

Оскільки як процесні, так і ресурсні фактори реалізуються одночасно, тоді поміж ними повинен бути встановлений відповідний зв'язок. Зрозуміло,

що реалізація будь-якого процесного фактора вимагає застосування як технологічних, так і ресурсних факторів. Тоді їх зображення на площині має однозначне представлення, як це показано на рисунку 7.4.

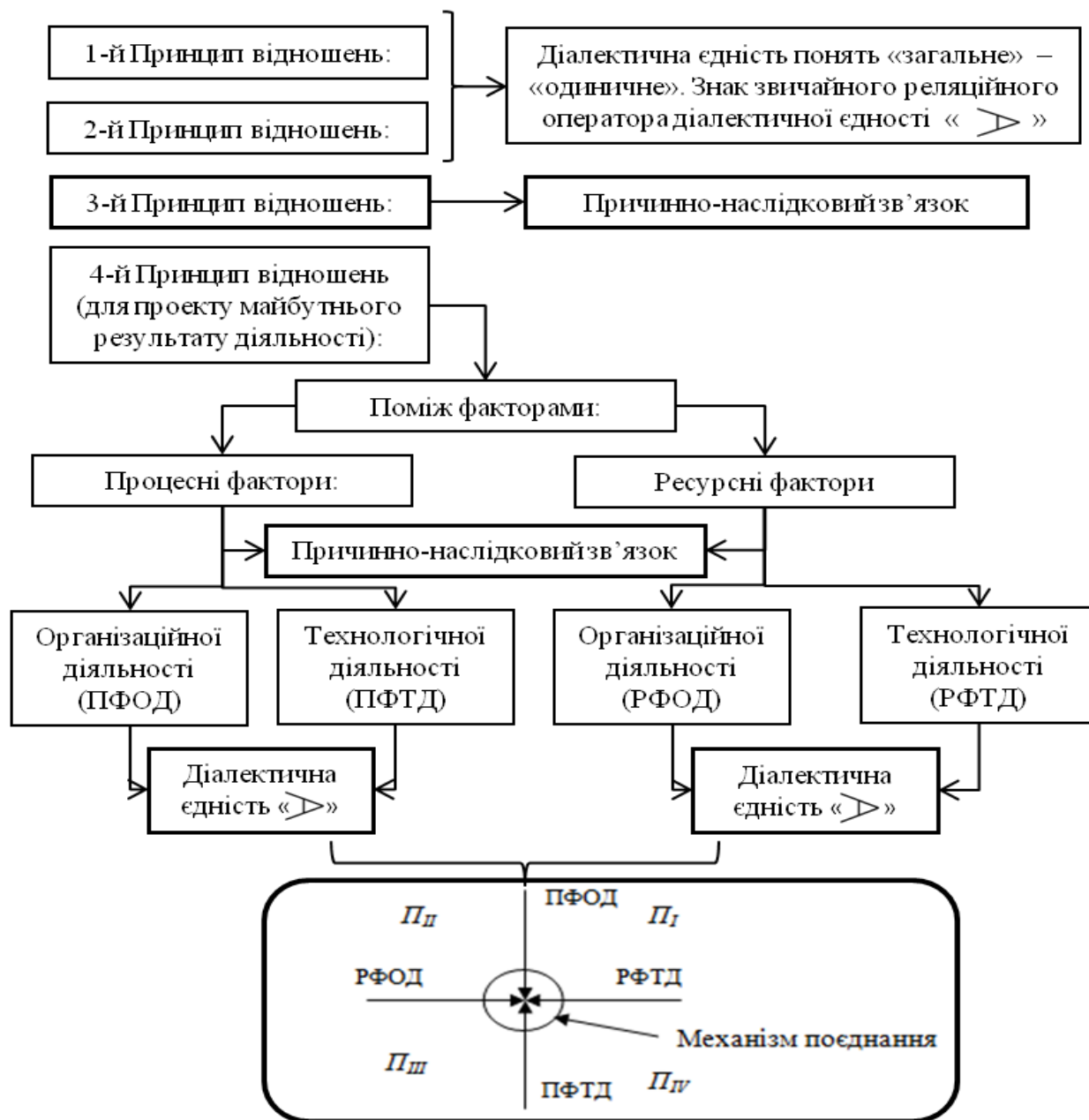


Рисунок 7.4. – Архітектура моделі для факторного представлення проекту майбутнього результату діяльності

Згідно [22, с. 131] основною властивістю факторизації простору пошуку рішення задачі в теорії діалогових систем є те, що простір називається факторизованим, якщо він розбивається на підпростори (класи), які не перетинаються частковими (неповними) рішеннями. Модель факторного представлення проекту майбутнього результату діяльності відповідає вказаній вимозі.

З цієї моделі для факторів діяльності стає зрозумілим, що поміж процесними та ресурсними факторами існують причинно-наслідкові, або ж діалектичні зв'язки, які можуть бути описані у формі декартових добутків, а саме [21]:

$$\Pi_I \subseteq \text{ПФОД} \times \text{РФТД}, \quad (7.6)$$

$$\Pi_{II} \subseteq \text{ПФОД} \times \text{РФОД}, \quad (7.7)$$

$$\Pi_{III} \subseteq \text{ПФТД} \times \text{РФОД}, \quad (7.8)$$

$$\Pi_{IV} \subseteq \text{ПФТД} \times \text{РФТД}. \quad (7.9)$$

На основі цієї архітектури моделі для факторного представлення проекту майбутнього результату діяльності можливою є розробка її математичної моделі на основі положень формальної теорії до математичного опису моделей [23].

Для цього достатньо елементи моделі (фактори) інтерпретувати як *алфавіт* B_a , а діалектичні відношення у формі «загальне» \supset «одиничне» та у формі декартового добутку (\times) розглядати як елементи кінцевої множини відношень R_a .

Математична модель такої архітектури має наступний запис [23, с. 22]

$$S_a = \langle B_a, R_a \rangle. \quad (7.7)$$

Зміст елементів множини алфавіту B_a у формі факторів визначається згідно рис. 7.4.

Отже, нам вдалося для другої задачі сформувати архітектуру моделі для факторного представлення проекту майбутнього результату.

7.6. Висновки

Метою даного дослідження є порівняння методів самоорганізації для двох форм кібернетичних систем, а саме:

- інтелектуальних систем на основі теорії функціональних систем, як організованих цілих;
- автоматизованих систем управління.

Кожна з вказаних систем допускає поділ на дві частини. При цьому, для інтелектуальних систем проблема самоорганізації ставиться як проблема визначення принципу поєднання виділених частин в організоване ціле. Встановлено, що принципом такого поєднання є діалектичний зв'язок поміж результатами вирішуваних задач у кожній з частин. Діалектичний зв'язок реалізовано у формі діалектичної єдності понять «загальне» та «одиничне».

Запропоновано розглядати цей принцип поєднання частин інтелектуальної системи як принцип *евристичної діалектичної самоорганізації*.

В той же час, і для автоматизованих систем управління характерним є поділ системи на дві частини, а саме:

- людину-оператора;
- об'єкт управління.

Однак, при такому підході кожна з вказаних частин розглядаються окремо. Тому для кожної з частин пропонується визначати власний принцип її самоорганізації. Основним об'єктом самоорганізації для кожної з частин розглядається *потік інформації*, який породжується діяльністю відповідної частини. Метою такої самоорганізації є визначення оптимальних параметрів, прийняття яких забезпечує реалізацію відповідного процесу в штучній нейронній мережі, або ж при реалізації відповідного технологічного процесу. При такому підході для потоків інформації кожної з частин автоматизованої системи управління ведеться пошук власного принципу евристичної самоорганізації. Пропонується навіть формувати генератор евристик, який би забезпечував виявлення характерних ознак (образів) для даного потоку інформації й надавав можливість людині формувати відповідну евристику.

Так, для перцептрона таким принципом евристичної самоорганізації потоку інформації є принцип інтегральної дії на основі законів селекції.

Нажаль, такий підхід не забезпечує встановлення принципу *евристичної самоорганізації* частин автоматизованої системи управління в організоване ціле. Така задача навіть не ставиться. В той же час, відомі принципи самоорганізації *спільної* діяльності таких частин (див. табл. 1):

- автоматичною зміною знаку зворотного зв'язку (фізіологічні системи) (У. Р. Ешбі);
- принцип передачі принаймні рівної кількості інформації (У. Р. Ешбі);
- закон адекватності (О. Г. Івахненко);
- закон зовнішнього доповнення (С. Бір).

Але вони не розглядаються як евристики. Найбільш досконалим є закон адекватності. Він встановлює співвідношення поміж «чорними ящиками», які вводяться до складу об'єкту управління та перед управляючою системою. Задача розкриття механізму діяльності цих «ящиків» не ставиться. Нажаль.

У ході дослідження було запропоновано перейти до встановлення принципу самоорганізації для *частин* інтелектуальної системи. При цьому, запропоновано змінити метод вирішення цієї задачі. Якщо для автоматизованих систем пропонується спочатку визначити характерні ознаки діяльності і для їх обробки запропонувати відповідну евристику, то для інтелектуальних систем пропонується визнати відомим принцип евристичної самоорганізації – діалектична єдність понять. Принцип діалектичної єдності понять «загальне» та «одиничне» пропонується застосовувати для дослідження механізмів самоорганізації діяльності з вирішення задач у відповідних частинах інтелектуальної системи.

Першою обрано частину інтелектуальної системи в якій вирішується задача реалізації встановленого проекту майбутнього результату – технологічна діяльність. Важлива обставина, цю діяльність нами також поділено на організаційну й технологічну. Зрозуміло, що будь-який процес повинен бути організованим. Внутрішньо. Оскільки принцип евристичної самоорганізації нами вже обрано, залишилось встановити характерні ознаки для такої форми діяльності. Для розкриття змісту факторів для цієї форми діяльності нами обрано поняття «процес» та «ресурс». На основі цього були встановлені чотири форми факторів, а також сформовані діалектичні пари цих факторів, для яких встановлена архітектура моделі для факторного представлення проекту майбутнього результату діяльності (див. рис. 7.4).

Досліджуючи технологічну діяльність з реалізації встановленого проекту майбутнього результату, вирішили задачу формування моделі проекту майбутнього результату який є результатом вирішення *першої* задачі і є основою для вирішення другої задачі. Парадоксальна ситуація. Поза власної волі ми спробували зазирнути в «чорні скриньки».

Отже, для другої задачі нами встановлені вхідні дані (у формі проекту майбутнього результату), а для першої задачі нами встановлені, як вхідні дані (центральна закономірність інтегративної діяльності мозку), так і вихідні дані (у формі проекту майбутнього результату).

Прийшов час перейти до розгляду першої задачі, яка вирішується інтелектуальною системою, як організованим цілим. Необхідно дати відповідь на питання, як співвідносяться визначені фактори з факторами, які піддаються одночасній обробці згідно центральній закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме: домінуючою на даний момент мотивацією, обставиною аферентацією, пусковою аферентацією та пам'яттю? Відповідь на дане запитання пропонується дати у наступній статті.

Друге, ще більш цікаве питання, яке виникає, стосується співвідношення визначених факторів діяльності «процес» та «ресурс» з поняттями смислового мислення, а саме: «дані», «інформація», «знання», «смысл», «мислення», «інтелект», «смысловое мислення», «розуміння», чи можливо застосувати принцип евристичної діалектичної самоорганізації до формування процесів мислення?

Слід також звернути увагу на те, що розробка *інтелектуалізованих* систем управління виробництвом для Індустрії 4.0 неможлива поза межами теорії інтелектуальних систем, яка в свою чергу ґрунтується на принципах евристичної самоорганізації.

Особливу роль теорія інтелектуальних систем має для концепції Індустрії 5.0, тому що закони організації та діяльності людини та організацій з участю людей (людино-машинних систем) встановлені саме для інтелектуальної системи. Теоретичним підґрунтям для інтелектуальної системи є теорія функціональних систем, яка є основою фізіологічної кібернетики. Саме

центральна закономірність інтегративної діяльності мозку дає пояснення, яким чином в одному нейроні, а також в комплексах нейронів здійснюється формування проекту майбутнього результату діяльності. Розуміння цього механізму дає змогу ставити задачу розробки механізму формування цілі діяльності й для роботів, які є невід'ємною частиною людино-машинних систем. Перспективи розвитку людино-машинних систем у концепції Індустрії 5.0 досліджено у [24-26].

Література

1. Доценко С. І. Інтелектуальні системи: принцип евристичної самоорганізації [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2020, № 1(93). С. 4-16. doi: 10.32620/reks.2020.1.01
2. 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. DOI: 10.32620/reks.2018.4.01.
3. Доценко, С. І. Принцип цілісної організації інтелектуальних систем [Текст] / С. І. Доценко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2019. – № 1(89). – С. 4-16. DOI: 10.32620/reks.2019.1.01.
4. Доценко, С. І. Принцип функціональної самоорганізації діяльності інтелектуальних систем [Текст] / С. І. Доценко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2019. – № 2(90). – С. 18-28. DOI: 10.32620/reks.2019.2.02.
5. Ивахненко, А. Г. Принятие решений на основе самоорганизации [Текст] / А. Г. Ивахненко, Ю. П. Зайченко, В. Д. Димитров. – М. : Советское радио, 1976. – 280 с.
6. Ivakhnenko, A. G. Heuristic Self-Organization in Problems of Engineering Cybernetics [Text] / A. G. Ivakhnenko // Automatica. – Pergamon Press, Printed in Great Britain, 1970. – Vol. 6. – P. 207-219.
7. Farlow, S. J. Self-Organizing Methods in Modeling: GMDH Type Algorithms [Text] / S. J. Farlow. – Published by CRC Press, 1984. ISBN 10: 0824771613, ISBN 13: 9780824771614.
8. Anastasakis, L. The Development of Self-Organization Techniques in Modelling: A Review of the Group Method of Data Handling (GMDH) [Text] / N. Mort // Engineering. – 2001. – Research Report 813. – 38 p.
9. Deep multi-layered GMDH-type neural network using revised heuristic self-organization and its application to medical image diagnosis of liver cancer [Text] / Shoichiro Takao, Sayaka Kondo, Junji Ueno, Tadashi Kondo // Artificial Life and Robotics. – 2018. – No. 23. – P. 48-59. DOI:10.1007/s10015-017-0392-z.
10. Dag, O. GMDH2: Binary Classification via GMDH-Type Neural Network Algorithms – R Package and Web-Based Tool [Text] / Osman Dag, Erdem Karabulut, Celal Reha Alpar // International Journal of Computational Intelligence Systems. – 2019. – Vol. 12, Iss. 2. – P. 649-660. DOI: 10.2991/ijcis.d.190618.001.

11. Пушкин, В. Н. Эвристика - наука о творческом мышлении [Текст] / В. Н. Пушкин. – М. : Политиздат, 1967. – 272 с.
12. Латыпов, Н. Н. Инженерная эвристика [Текст] / Н. Н. Латыпов, С. В. Ёлкин, Д. А. Гаврилов. – М. : Астрель, 2012. – 320 с.
13. Kahneman, D. Thinking, fast and slow [Text] / Daniel Kahneman. – London : Penguin Books, 2011. – 14 p.
14. ISO 80000-2:2009 Quantities and units – Part 2: Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.iso.org/iso/rss.xml?csnumber=31887&rss=detail>. – 20.12.2019.
15. Доценко, С. І. Теоретичні основи створення інтелектуальних систем комп'ютерної підтримки рішень при управлінні енергозбереженням організацій: дис. д-ра техн. наук : 05.13.06 / Харківський націон. технічн. ун-т сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2017. – 369 с.
16. Ивахненко, А. Г. Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления. – Киев : «Техніка», 1969. – 392 с., – С. 377.
17. Ивахненко, А. Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике. – Київ : «Техніка», 1971, – 372 с.
18. Доценко, С. І. Дослідження причин ізоморфності реального об'єкта та його простої моделі [Текст] / С. І. Доценко // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – Харків : ХНТУСГ, 2015. – № 1 (3). – С. 25–27.
19. Анохин, П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем [Текст] / П. К. Анохин // В кн. Очерки по физиологии функциональных систем. – Москва : Медицина, 1975. – 448 с., – С. 17-62.
20. Хайин, Саймон. Нейронные сети: полный курс [Текст] : пер. с англ. / Саймон Хайин. – М. : Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1104 с.
21. Доценко, С. И. Процесс и деятельность «единицы деятельности» – две формы проявления сущности организованного целого [Текст] / С. И. Доценко // Технологический аудит и резервы производства. – 2014. – № 5/1(19). – С. 9-12. DOI 10.15587/2312-8372.2014.28079.
22. Попов, Э. В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э. В. Попов. – Москва : Наука, 1987. – 288 с.
23. Шрейдер, Ю. А. Системы и модели [Текст] / Ю. А. Шрейдер, А. А. Шаров. – М. : – Радио и связь, 1982. – 152 с.
24. Nahavandi, S. Industry 5.0–A Human-Centric Solution. Sustainability 2019,11, 4371.
25. V. Ozdemir and N. Hekim, "Birth of Industry 5.0: Making Sense of Big Data with Artificial Intelligence, The Internet of Things and Next-Generation Technology Policy," OMICS-A Journal of Integrative Biology, vol. 22, no. 1, pp. 65-76, 2018. <https://doi.org/10.1039/omi.2017.0194>.
26. Industry 5.0: Announcing the Era of Intelligent Automation. – <https://www.intellias.com/industry-5-0-announcing-the-era-of-intelligent-automation/>

8. ПРИНЦИПИ ЕВРИСТИЧНОЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ СМИСЛОВОГО МИСЛЕННЯ ТА СМИСЛОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

С. І. Доценко

Український державний університет залізничного транспорту

8.1 Вступ

Даний розділ сформовано на основі матеріалів публікації автора [1].

Ця стаття присвячена вирішенню задач, які були поставлені в роботі [2]. Перша задача стосується визначення форми відповідності факторів, які моделюють технологічну діяльність: «процес» та «ресурс» з факторами, які піддаються одночасній обробці згідно центральній закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме: домінуючою на даний момент мотивацією, обстановочною аферентацією, пусковою аферентацією та пам'яттю.

Вирішення першої задачі пропонується здійснити на основі наступної гіпотези: якщо технологічна діяльність природної інтелектуальної системи реалізується з застосуванням факторів «процес» та «ресурс» з формуванням на їх основі моделі чотирьох факторного представлення *проекту майбутнього результату діяльності*, тоді й мозок людини на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме: одночасної інтеграції домінуючої на даний момент мотивації, обстановочної аферентації, пускової аферентації та пам'яті повинен формувати цей *проект майбутнього результату діяльності* для відповідного моменту часу [3, с. 141]. Тобто, поміж факторами центральної закономірності інтегративної діяльності мозку та процесними і ресурсними факторами технологічної діяльності *може* існувати однозначна відповідність.

Друга задача полягає у визначенні *можливих* форм відношень для факторів технологічної діяльності «процес» та «ресурс» з поняттями, які характеризують процеси мислення, а саме: «відображення», «дані», «інформація», «знання», «смысл», «мислення», «інтелект», «смысловое мислення», «розуміння».

Виникає питання, у якій послідовності вирішувати поставлені задачі? На нашу думку першою необхідно вирішити другу задачу, тому що вона є загальною по відношенню до першої задачі. Для цього необхідно визначити зміст понять які застосовуються в інтелектуальних інформаційних технологіях, а саме: «відображення», «дані», «інформація», «знання», «смысл», «мислення», «інтелект», «смысловое мислення», «розуміння» та встановити можливі форми

відношень поміж цими поняттями, а також співвіднести ці поняття з процесними та ресурсними факторами.

Для визначення змісту вказаних понять виконаємо аналіз існуючих підходів які існують у філософії та природничих науках до представлення, обробки та придбання знань.

Слід зауважити, що на цей час проблема знань досліджується з точки зору *управління* знаннями. На нашу думку такий підхід до знань дещо звужений, більш доцільним є підхід з точки зору *організації* знань, а також їх *евристичної самоорганізації* у процесах мислення живих істот, а також роботів [2].

8.2. Аналіз проблем представлення, обробки та придбання знань

Основою сучасних методологій маніпулювання даними та знаннями є математичний апарат формальної логіки. Однак, існує неоднозначне визначення ролі формальної логіки в природничих науках. Наприклад, Г. Гегель таким чином характеризував формальну логіку [4, с. 18]:

«Логіка зазнала не настільки сумну долю, як метафізика. Забобон, ніби логіка навчає мислити, в цьому раніше бачили її користь і, стало бути її мету (це схоже на те, якби сказали, що тільки завдяки вивченню анатомії і фізіології ми навчимося перетравлювати їжу і рухатися), – цей забобон давно вже зник, і дух практичності приготував їй мабуть, не найкращу долю, ніж її сестрі.

Проте, ймовірно через принесення нею деякої формальної користі, їй було залишено місце серед наук, і її навіть зберегли як предмет публічного викладання Але абсолютно марне бажання зберегти форми попередньої освіти, коли змінилася субстанціональна форма духу.»

Таким чином, вже на початку XIX століття була зрозуміла роль формальної логіки в пізнанні. І, тим не менше, і через два століття ситуація практично не змінилася. Пояснюється це тим, що математика досі не спромоглася сформулювати свій логічний початок [5].

М. Мінський з цього приводу вказував [6]:

«До традиційної формальної логіки слід підходити як до технічного інструменту для уточнення всього, що може бути виведено з деякої безлічі даних або для підтвердження того, що дане слідство можна отримати абсолютно певним чином; формальна логіка абсолютно непридатна для обговорення того, яка інформація потрібна і що повинно виводитися за звичайних обставин. Подібно абстрактній теорії синтаксису формальна логіка потребує потужної процедуральної семантики, без якої вона просто безсила в складних проблемних ситуаціях».

При цьому роль процедурної семантики полягає в наступному [7]:

«Щоб в декларативній мові можна було виконувати розумні обчислення, для неї поряд з декларативним змістом визначається інтерпретація у вигляді дій, або **процедурна семантика**. Однак, для того щоб писати програми, знати про неї необов'язково. Цю ситуацію можна, мабуть, порівняти з природною

мовою, яку ми розуміємо і використовуємо, хоча ми не знаємо про дію фізичних процесів в нашому мозку і не розуміємо логіко-лінгвістичних процесів мови».

Як бачимо, погоджуючись з необхідністю використання процедурної семантики для виконання розумних обчислень, проте, допускають її ігнорування. У програмуванні це допустимо, але в моделюванні знань на жаль це неможливо. Адже знання тим і відрізняються від даних, що їх зміст характеризуються *смыслом*.

Виникає питання, *смыслом чого?* Що є об'єктом предметної області, по відношенню до якого ми застосовуємо поняття «*смысл знань*»? Природно припустити, що це *діяльність* будь-якого живої істоти. *Самоорганізація на основі евристик*, про яку веде мову О. Г. Івахненко [2], і є головною відзнакою саме процесів діяльності будь-якої живої істоти. Найдосконалішою живою істотою є людина. Вона здатна до самопізнання сенсу знань про свою діяльність, пізнання власного пізнання як об'єкту діяльності [4].

Отже, ми повинні пізнавати не лише сутності предметної області в їх взаємозв'язку і відносинах з їх атрибутами і властивостями цих атрибутів, яких достатньо для формування бази *даних*, а й сутності у формі *смысловий діяльності* і *смыслового мислення* на основі законів *самоорганізації* суб'єкта, для опису яких необхідно формувати базу *знань*.

На жаль, для формування баз знань в сучасних моделях інформаційних систем йдуть по шляху використання теорії штучного інтелекту [8, 9] ігноруючи при цьому наявність закономірностей природного інтелекту.

Найбільших успіхів у дослідженні методів маніпулювання знаннями досягли японські вчені. У дев'яностих роках минулого століття було видано десятитомну працю в цій галузі, до яких відносяться й роботи [10-12]. Саме це забезпечило лідерство Японії в цій галузі знань.

Основним засобом обробки *даних* запропоновано використовувати процедури обчислень з використанням формальної логіки, яка реалізована в обчислювальних машинах з застосуванням методів представлення [10], обробки [11], придбання [12] даних та знань. На основі цього японські дослідники пропонують визначати концепцію Індустрії 5.0 як Інтернет *знань*.

У технічній кібернетиці ці методи розвивалися у рамках теорії штучного інтелекту. У цій теорії обробка природної мови проводиться на основі двох гіпотез про знакові системи, які призначені для обробки даних, а також знань [13]:

«Ньюелл та Саймон запропонували дві гіпотези, на яких базуються дослідження зі штучного інтелекту:

1. Гіпотеза символічних систем. Символічні системи мають необхідні та достатні засоби для здійснення інтелектуальних дій.

2. Гіпотеза пошуку. Рішення задач можуть бути представлені у вигляді символічних структур. Символічні системи вирішують задачі за допомогою пошуку, тобто вони генерують потенціальні рішення і поступово модифікують їх, поки вони не будуть задовольняти умовам пошуку».

При цьому, в теорії штучного інтелекту, як правило, ставиться завдання створення математичної моделі опису предметної області в поняттях формальної логіки, заснованої на гіпотезах про знакові системи. Такий підхід в своїй основі передбачає представлення предметної області в формі системи сутностей, для яких встановлюються певні форми логічних відносин з відомими властивостями цих відносин. Прикладами використання формальної логіки в моделях представлення даних і знань є продукційні моделі [14], семантичні мережі, логічні моделі, моделі засновані на нечітких знаннях, фреймові моделі [4].

Даний підхід виправданий тим, що для практичної його реалізації використовуються обчислювальні машини, для яких характерний принцип послідовної обробки даних. Тому, процес подання знань вимушено поділяють на процес *представлення даних*, з подальшим формуванням на основі правил *виведення*, знань для даної предметної області. Причому, правила виведення знань також формуються на основі аксіом формальної логіки [9].

Людський інтелект в теорії штучного інтелекту сприймається як допоміжний засіб. В теорії штучного інтелекту модель штучного нейрону копіює його структуру, але не відтворює процеси, які в ньому реалізуються. Дивно. Однак ми можемо поставити питання і по-іншому, а чи не можна спробувати якимось чином сформувані моделі знань про наші *сміслові мислення* та *сміслову діяльність* без використання правил формальної логіки, але на підставі закономірностей природного інтелекту?

З наведеного аналізу проблем представлення, обробки та придбання знань слідує, що основною проблемою є невідповідність закономірностей формальної логіки логіці яка реалізується у процесах мислення живих істот. Найяскравішим прикладом такої логіки є Наука логіки Г. Гегеля [4].

8.3. Визначення змісту закономірностей процесів мислення

Центральна закономірність інтегративної діяльності мозку дає відповідь на запитання, які за *складом* та *змістом* форми сигналів піддаються одночасній обробці на рівні нейрона, а також у відповідних структурах кори головного мозку, але не дає відповіді на запитання, яким чином з цих сигналів формується інтегрований сигнал у формі проєкту майбутнього результату, досягненню якого присвячена вся наступна діяльність інтелектуальної системи [15]?

Виникають питання, в чому полягає *зміст* цієї закономірності інтеграції сигналів, яку позначаємо поняттям «процес мислення», чи пізнана вона?

Для початку розглянемо, як це питання вирішувалося у філософії.

Вже філософи древньої Греції розуміли, що мислення пов'язане з *мірою* речей [16, с. 283]:

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

Як відмічав Г. Гегель [4, с. 19]:

«...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».

Для міри Г. Гегель дає наступне визначення [4, 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».

На основі наведених міркувань в [17] нами дано наступне визначення змісту 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) > одиничне (кількісне визначення)», а саме: загальне поняття стосовно речі > конкретне поняття.

Наприклад, відоме гегелівське «плід» > «вишня» є прикладом виміру конкретної речі в мисленні через діалектичну єдність кількісного (вишні) та якісного (плід).

Визначення 3. Інтелект це здібність реалізувати процес виміру речі.

Тому 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.»

У наведених визначеннях використовується знак діалектичного відношення >, який позначає діалектичну єдність понять «загальне» > «одиничне» для понять.

Слід також навести міркування Джеффа Хокінса щодо моделювання діяльності мозку [18, 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, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні» і є цією інваріантною структурою.

Д. Хокінс наступним чином характеризує організацію діяльності мозку [18, 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... . Тепер ми встановили, що насправді інваріантні репрезентації всюдисущі – 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».

На жаль у своїх дослідженнях, які розпочаті у 90-х роках ХХ століття Д. Хокінс не спирається на досягнення теорії функціональних систем, яка була вперше опублікована у 1935 році.

Досліджуючи механізм формування цілеспрямованої діяльності Д. Хокінс підкреслює [18, 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. Звичайно, 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».

З наведених міркувань слідує, що задача формування моделі діяльності для формування цілі на основі закону одночасної інтеграції чотирьох форм збуджень (вимірів, метрик знань) на одному нейроні та на комплексах нейронів за П. К. Анохіним [15], відноситься до класу ментальних моделей людської діяльності, і як слідує з наведених висловлювань, не приймається до уваги спеціалістами в області когнітивної лінгвістики та штучного інтелекту.

З виконаного аналізу стану вирішення задачі дослідження закономірностей процесів мислення слідує необхідність доведення можливості моделювання знань про предметну область інтелектуальною системою (особою, яка приймає рішення) на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, або ж принципової неможливості застосування цієї закономірності для моделювання знань про предметну область.

8.4. Моделі представлення знань на основі четвертої евристики

У роботі [2] виконано аналіз змісту принципу евристичної самоорганізації, запропоновано класифікацію чотирьох досліджених форм евристичної самоорганізації. Зміст принципу евристичної самоорганізації у формі четвертої евристики полягає у *діалектичній самоорганізації* понять «загальне» > «одиничне». Згідно [19] зміст понять, які визначають процеси та результати мислення можливо визначити в наступній формі:

«Рассел Аккоф, один із класиків дослідження операцій, запропонував наступну популярну ієрархію: дані – інформація – знання – розуміння – мудрість. Дані по Р. Аккофу – це деякі невпорядковані символи, що розглядаються безвідносно до будь-якого контексту.

Інформація – це виділена і впорядкована частина бази даних, оброблена для використання, тобто відповідає на питання: «Хто ?, Що ?, Де ?, Коли?»

Знання – це виявлення тенденції або істотні зв'язки між фактами і явищами, представлені в інформації.

Розуміння – це усвідомлення закономірностей, що містяться в розрізних знаннях, що дозволяє відповісти на питання: «Чому?».

Мудрість – зважене, оцінене розуміння закономірностей з точки зору минулого і майбутнього.

Просування по рівнях ієрархії понять від «даних» до «мудрості» не є механічне підсумовування даних, інформації, знань. Кожне з наведених понять є матеріалом для отримання елементів нової більш високої якості знань. При цьому, як вважає Р. Аккоф, перші чотири поняття мають справу з минулим або з тим, що вже відомо, а «мудрість» стосується майбутнього».

Детально процес управління знаннями також досліджено у роботі [20]. При детальному розгляді технологічної діяльності інтелектуальної системи (діяльності з отримання сформованого результату) як «процесу» в роботі [2] розглянуто дві форми «факторів», що надходять на вхід процесу, які забезпечують його реалізацію, а саме: *процесні фактори* та *ресурсні фактори*. Кожна з цих форм факторів представляється як пара відповідних множин факторів. Ці множини характеризують фактори з *організаційної* та *технологічної* точок зору. Наприклад, для *процесних* факторів формується пара множин: процесні фактори організаційної діяльності (ПФОД); процесні фактори технологічної діяльності (ПФТД). При цьому, в поняттях *діалектичної* логіки перша з множин формується з елементів, які характеризуються як «загальне», а друга множина формується з елементів, які характеризуються як «одичне». Аналогічним чином формується пара множин для *ресурсних* факторів РФОД, РФТД.

Отримано дві пари множин. Кожна пара формується з множин об'єднаних діалектичною єдністю понять «загальне» \triangleright «одичне»:

$$\text{ПФОД} \triangleright \text{ПФТД}; \quad (8.1)$$

$$\text{РФОД} \triangleright \text{РФТД}. \quad (8.2)$$

Між елементами множин, для зазначених класів факторів встановлена також наявність причинно-наслідкових зв'язків:

$$G_1 \subseteq (\text{ПФОД} \times \text{РФОД}); \quad (8.3)$$

$$G_2 \subseteq (\text{РФОД} \times \text{ПФТД}); \quad (8.4)$$

$$G_3 \subseteq (\text{ПФТД} \times \text{РФТД}); \quad (8.5)$$

$$G_4 \subseteq (\text{РФТД} \times \text{ПФОД}). \quad (8.6)$$

Це дозволило сформувати логічну модель для факторного уявлення процесу (див. табл. 8.1, рис. 8.1) [2, рис. 3].

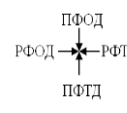
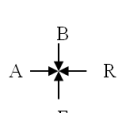
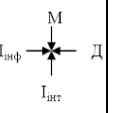
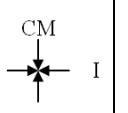
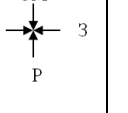
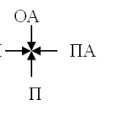
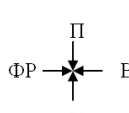
Отже, для подання діяльності (у формі задачі) для об'єкта досліджуваної предметної області (інтелектуальної системи) необхідне введення як мінімум чотирьох взаємопов'язаних і взаємно обумовлених множин. З іншого боку Г. Кантор пропонував множину мислити як ціле. З наведеного зрозуміло, що множину не можна мислити як ціле. Множина завжди є частиною опису діяльності організованого цілого, визначеного фактора. Введення в теорію множин діалектичного відношення у формі «загальне» > «одиничне» дозволяє застосувати це відношення для опису предметної області у формі «діяльності» і для процесу і для структури завдань.

В [3] показано, що на основі логічної моделі для факторного представлення процесу (див. табл. 8.1, рис. 8.1) можуть бути побудовані логічні моделі: *знань, мислення, смислового мислення* (два рівня), *смислової діяльності*.

Для їх формування запропоновані наступні визначення для понять [3]:

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

Таблиця 8.1 – Характеристики логічних моделей

Фактори	Логічні моделі						
	Смислової діяльності (процесу) [1]	Знань (формальна теорія) [19]	Мислення [19]	Смислового мислення, 1-й рівень [19]	Смислового мислення, 2-й рівень [19]	Структуризація збуджень за ТФС	Цілісна смислова діяльність [19]
Процесні	ПФОД	В – алфавіт	М – мислення	СМ – смислове мислення	СМ – смислове мислення	ОА – Обстановочна аферентація	П – Проєкт
	ПФТД	Ф – формули	І _{інт.} – інтелект	Р – розуміння	Р – розуміння	П – Пам'ять	Х – Характеристика
Ресурсні	РФОД	А – аксіоми	І _{інф.} – інформація	З – знання	С – смисл	ДМ – Домінуюча мотивація	Форма результату ФР – (0)
	РФТД	Р – відношення	Д – дані	І – інформація	З – знання	ПА – пускова аферентація	Відношення В – (-)
Архітектури моделей	 Рис. 8.1	 Рис. 8.2	 Рис. 8.3	 Рис. 8.4	 Рис. 8.5	 Рис. 8.6	 Рис. 8.7

Опис моделі	Смислова діяльність реалізується шляхом встановлення мір: ПФОД \triangleright ПФТД; РФОД \triangleright РФТД	Формальна теорія формується за допомогою мір: $B \triangleright F$; $A \triangleright R$	Модель мислення Формується за допомогою мір: $M \triangleright I_{\text{інт}}$; $I_{\text{еф}}$ $\triangleright D$	Модель смислового мислення I формується за допомогою мір: $CM \triangleright P$; $Z \triangleright I$	Модель смислового мислення II формується за допомогою мір: $CM \triangleright P$; $C \triangleright Z$	Центральна законність інтегративної діяльності мозку формується за допомогою мір: $OA \triangleright P$; $DM \triangleright PA$	Цілісна смислова діяльність формується за допомогою мір: $P \triangleright X$; $FP \triangleright B$
-------------	--	---	---	--	---	--	---

Дані нерозривно пов'язані з носієм. Даних без носія не буває.

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

Інформація формується на основі реалізації процесу «рассудочной» діяльності мозку шляхом формування відповідних *понять*, що відображають дані, які через органи чуттів надійшли до мозку.

Визначення 6. *Смислове мислення* це здатність розуміння смислу в знаннях про існування та діяльність речі.

Визначення 7. *Розуміння* це здібність реалізувати процес виміру знань, а також процес виміру смислу знань про діяльність речі.

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.

Визначення 9. *Смисл існування та діяльності речі* визначається на основі реалізації *смислового мислення* шляхом розуміння *смислу* застосування (усвідомлення) законів (правил) існування та діяльності речі в умовах навколишнього середовища.

Визначення 10. *Смислове мислення* реалізується через розуміння смислу застосування знань про існування та діяльність природної інтелектуальної системи.

Визначення 11. *Смислова діяльність* передбачає розуміння смислу застосування РФОД та РФТД для реалізації ПФОД та ПФТД.»

Зауваження до Визначення 7. Під виміром розуміється співставлення понять «інформація» та «знання», а також «знання» та «смысл».

З наведеного слідує, що Р. Акофф між поняттями встановив *ієрархічний* зв'язок, але при детальному аналізі змісту цих понять був встановлений зв'язок у формі діалектичної єдності (див. табл. 8.1) [3]. На основі цих форм

діалектичних відносин розроблені відповідні архітектури логічних моделей (див. табл. 8.1, рис.8.1-8.7) [3].

У таблиці 8.1 наведено співставлення характерних ознак реалізації принципів самоорганізації для досліджуваних систем.

Архітектури розглянутих логічних моделей (рис. 8.1 – 8.7) мають одну й ту ж саму структуру з встановленими для відповідних факторів формами відносин. З цього слідує висновок про можливість застосування положень формальної теорії до математичного опису архітектури цих логічних моделей (структуризації понять).

Для цього достатньо їх елементи (фактори) інтерпретувати як *алфавіт* B_a , а діалектичні відношення у формі «загальне» \supset «одиничне» та відношення у формі декартового добутку (\times) розглядати як елементи кінцевої множини відношень R_a .

Математична модель такої архітектури має наступний запис [21]:

$$S_a = \langle B_a, R_a \rangle. \quad (8.7)$$

Зміст елементів множини алфавіту B_a для відповідних логічних моделей визначається згідно таблиці 1. Для математичної моделі на основі формальної теорії в [21, с. 23] введено поняття «сигнатури»:

«Сигнатурою моделі називається набір назв відношень в цій моделі, причому повинна бути вказана містність відповідного відношення».

Сигнатурою R_a у формулі (8.7) є двомісні відношення \supset , та \times . Важливим для моделі формальної теорії є поняття «ізоморфізм». В [21, с. 24] відносно визначення змісту цього поняття вказано:

«Про ізоморфізм можна вести мову тільки для моделей з однаковою сигнатурою».

Для подальшого математичного аналізу розроблених логічних моделей пропонується застосувати логічну модель представлення знань за [13, с. 68]:

«В основі логічних моделей знань лежить поняття *формальної теорії*, яка задається четвіркою:

$$S = \langle B, F, A, R \rangle. \quad (8.8)$$

Тут B – рахована множина базових символів (алфавіт) теорії S . Кінцеві послідовності базових символів називаються виразами теорії S . F – підмножина виразів теорії S , які називаються формулами теорії... A – виділена множина формул, які називаються аксіомами теорії S , тобто множина апріорно істинних формул, R – кінцева множина відношень $\{r_1, \dots, r_n\}$ поміж формулами які називаються правилами виводу.... Найбільш розповсюдженою формальною системою, яка використовується для представлення знань, є числення предикатів».

Аналогічною є модель формальної онтології [19]:
«Під формальною моделлю онтології O будемо розуміти:

$$O = \langle C, P, R, A \rangle,$$

де C – кінцева множина понять (класів сутностей) предметної області;
 P – кінцева множина властивостей цих понять (класів);
 R – кінцева множина зв'язків між поняттями (класами);
 A – безліч аксіом, тверджень, побудованих з цих понять, їх властивостей і зв'язків між ними.

Особливо важливою характеристичною властивістю онтології є наявність уявлення родовидових відносин між класами об'єктів – таксономії класів.»

На основі формальної теорії можливим є математичне представлення наведених у таблиці 8.1 логічних моделей, а саме:

- логічної моделі смислової діяльності (процесу) (рис. 8.1);
- логічної моделі формальної теорії, формула (8.8) (рис. 8.2);
- формальної моделі онтології;
- логічної моделі мислення (рис. 8.3);
- логічної моделі смислового мислення, 1-й рівень (рис. 8.4);
- логічної моделі смислового мислення, 2-й рівень (рис. 8.5);
- логічної моделі структуризації збуджень за теорією функціональних систем (рис. 8.6);
- логічної моделі цілісної смислової діяльності (рис. 8.7).

Логічна модель формальної онтології співпадає з логічною моделлю формальної теорії.

Для математичного представлення наведених у таблиці 8.1 логічних моделей спочатку виконаємо інтерпретацію змісту факторів вказаних логічних моделей по відношенню до змісту елементів формальної теорії (формальної онтології).

Виникає питання як співвідносяться поміж собою елементи формальної теорії S у формулі (8.1) та факторів логічної моделі смислової діяльності (процесу) (рис. 8.1)?

Алфавіт теорії B можливим є *інтерпретувати* як процесний фактор організаційної діяльності, оскільки процес його формування є процесом смислової діяльності (процесом мислення). Він може бути визначений як «загальне» поняття. Одиничним по відношенню до нього є множина формул F теорії S . Вона є процесним фактором технологічної діяльності, тому що саме формули забезпечують діалектичний зв'язок поміж аксіомами теорії A та відношеннями поміж формулами R . При цьому, аксіоми A можуть бути *інтерпретовані* як ресурсні фактори організаційної діяльності, а відношення R як ресурсні фактори технологічної діяльності по складанню формул.

В таблиці 8.1 наведено результати інтерпретації змісту факторів вказаних логічних моделей по відношенню до змісту елементів формальної теорії.

Виходячи з результатів інтерпретації змісту елементів алфавіту формальної теорії (див. табл. 8.1), відповідні математичні моделі мають наступну форму:

– для логічної моделі смислової діяльності (процесу) (рис. 8.1):

$$S_{cd} = \langle \text{ПФОД, ПФТД, РФОД, РФТД, } R_a \rangle; \quad (8.9)$$

– для логічної моделі формальної теорії (8. 2):

$$S = \langle B, F, A, R, R_a \rangle; \quad (8.10)$$

– для формальної моделі онтології:

$$S_o = \langle C, P, A, R, R_a \rangle; \quad (8.11)$$

– для логічної моделі мислення (рис. 8.3):

$$S_M = \langle M, I_{\text{інт.}}, I_{\text{інф.}}, D, R_a \rangle; \quad (8.12)$$

– для логічної моделі смислового мислення (1-й рівень) (рис. 8.4):

$$S_{cm1} = \langle CM, P, 3, I, R_a \rangle; \quad (8.13)$$

– для логічної моделі смислового мислення (2-й рівень) (рис. 8.5):

$$S_{cm2} = \langle CM, P, C, 3, R_a \rangle; \quad (8.14)$$

– для логічної моделі структуризації збуджень (рис. 8.6):

$$S_{cm} = \langle OA, П, ДМ, ПА, R_a \rangle; \quad (8.15)$$

– для логічної моделі цілісної смислової діяльності (рис. 8.7):

$$S_{cm} = \langle П, X, ФР, В, R_a \rangle; \quad (8.16)$$

– для логічної моделі розсудку

$$S_{розс.} = \langle M, I_{\text{інт.}}, D, В, R_a \rangle; \quad (8.17)$$

– для логічної моделі розуму

$$S_{\text{розс.}} = \langle M, I_{\text{інт.}}, I_{\text{інф.}}, D, R_a \rangle. \quad (8.18)$$

Логічна модель знань на основі формальної теорії (див. рис. 8.2) заснована на закономірностях смислового мислення!

Сигнатурою R_a у формулах (8.9) – (8.18) є двомісні відношення \succ , та \times .

Оскільки для розглянутих архітектур логічних моделей сигнатура R_a є однаковою, можливим є висновок про *ізоморфізм цих архітектур*.

Слід зауважити, що поміж поняттями існують також зв'язки у формі декартового добутку. Так для логічної моделі мислення (рис. 8.3, формула 8.6) маємо:

$$G_1 \subseteq (M \times I_{\text{інф.}}) \quad (8.19)$$

$$G_2 \subseteq (M \times D); \quad (8.20)$$

$$G_3 \subseteq (I_{\text{інт.}} \times D); \quad (8.21)$$

$$G_4 \subseteq (I_{\text{інт.}} \times I_{\text{інф.}}) \quad (8.22)$$

На рисунку 8.8 наведена ієрархія розроблених моделей знань.

8.5. Дослідження зв'язків поміж логічними моделями смислового мислення та смислової діяльності

Слід звернути увагу на наступну обставину. Формування досліджених моделей розпочалося з логічної моделі смислової діяльності як процесу (Рівень VI, рис. 8.8). Вихідними знаннями для формування цієї логічної моделі є знання про інтелектуальну систему та її діяльність як організованого цілого, які отримані на основі методології цілісного підходу до дослідження функціональної системи [3]. При цьому, діяльність інтелектуальної системи розглядається як структура задач які вирішуються частинами організованого цілого. Вирішення задачі по отриманню запрограмованого результату в частині, яка реалізує технологічну діяльність здійснюється на основі моделі проєкту майбутнього результату.

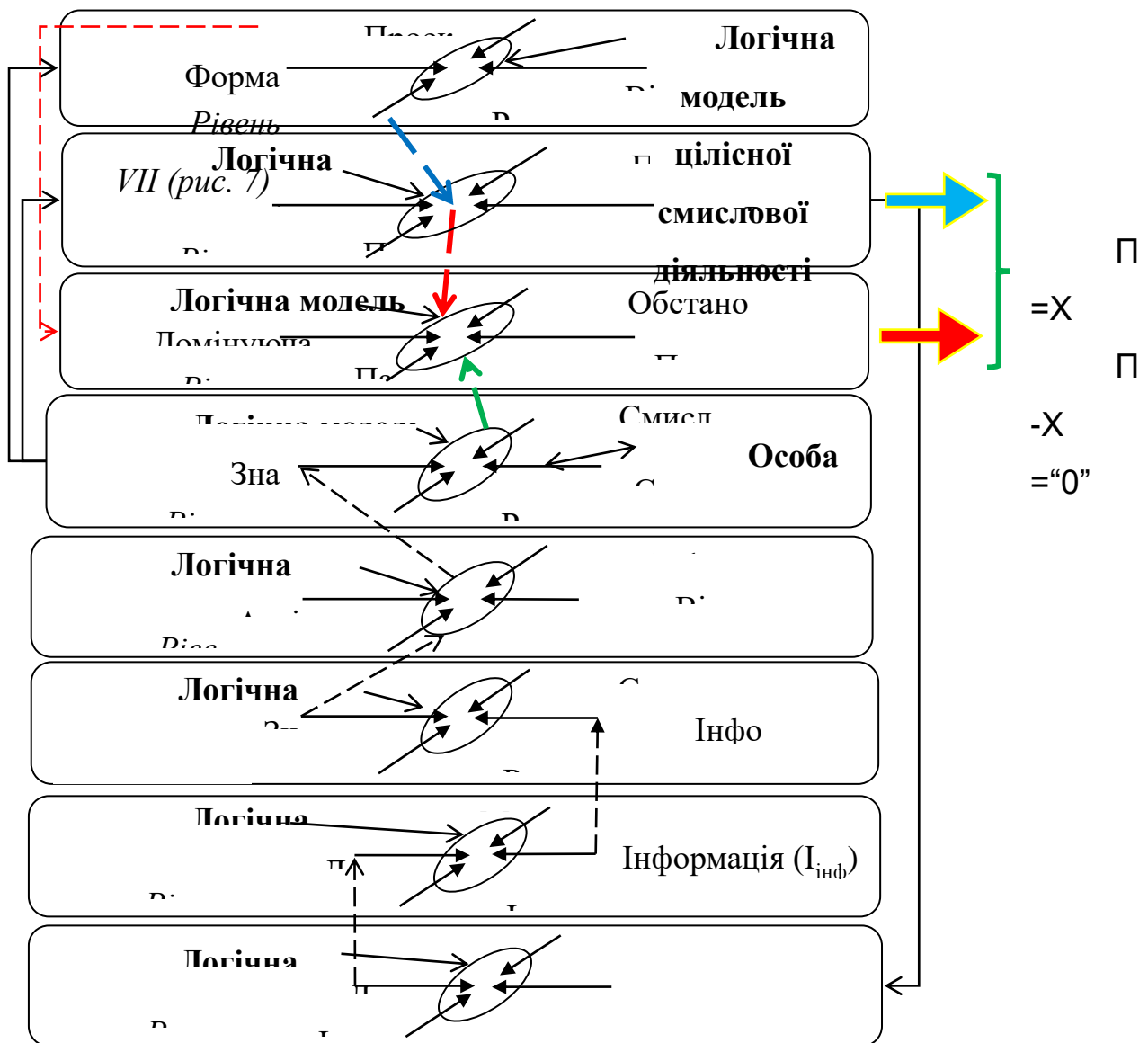


Рисунок 8.8. – Ієрархія логічних моделей смислового мислення та діяльності

В цій моделі було застосовано поняття «фактор» по відношенню до процесів та ресурсів, які необхідно залучити для реалізації технологічної діяльності. Саме поняття «фактор» забезпечило класифікацію вхідних метрик знань для представлення проєкту майбутнього результату, який надходить на вхід технологічної діяльності з його реалізації. Встановлення між вказаними метриками відношень у формі діалектичної єдності відповідних пар забезпечило визначення архітектури вказаної логічної моделі. На основі цього виникла можливість розробки логічних моделей рівнів 0 – II, з залученням понять «відображення (відбиття)» (рівень 0, рис 8.8), «дані», «інформація», «знання», «смысл», «смысловое мислення», «розуміння».

Логічна модель формальної теорії (рівень III, рис. 8.8) сформована на основі встановлення для алфавіту B_a формальної теорії згідно (8.1), (8.2) для її елементів B, F, A, R та елементів C, P, R, A формальної моделі онтології O ,

відповідності факторам логічної моделі смислової діяльності (рис. 8.8, рівень VI).

Стає зрозумілим, що логічні моделі знань на основі *формальної теорії* (рівень III, рис. 8.8) з залученням категорій «дані», «інформація» та «знання» встановлюють *смысл відношень* для елементів *бази знань* (рівень IV, рис. 8.8). В цій теорії предметна область складається з об'єктів [10, с. 60]:

«Ясно, що для визначення конкретної проблемної області необхідно задати склад об'єктів, характеристик об'єктів, значень характеристик та відношень, які існують поміж об'єктами та характеристиками».

Для її моделювання достатньо мовних конструкцій і понять «дані», «інформація», «знання». *Смысл діяльності* виникає тоді, коли ці об'єкти починають *діяти*. В традиційній інформаційній технології *смысл* діяльності визначається тоді коли особа, що приймає рішення (ОПР) починає формувати управляючі дії через *смысл* запитів до бази знань (рівень IV рис. 8.8).

Залучаючи до розгляду логічну модель смислового мислення II-го рівня (рівень IV, рис. 8.8), а також логічну модель смислової діяльності (процесу) (рівень VI, рис. 8.8) виникає можливість формувати логічну модель структуризації збуджень за ТФС (рівень V, рис. 8.8).

Таким чином підтверджується гіпотеза, яка була прийнята в даному дослідженні: якщо технологічна діяльність природної інтелектуальної системи реалізується застосуванням факторів «процес» та «ресурс» з формуванням на їх основі архітектури моделі чотирьох факторного представлення проєкту майбутнього результату діяльності, тоді й мозок людини повинен формувати *проєкт майбутнього результату діяльності* для відповідного моменту часу на основі застосування саме цих чотирьох форм факторів.

При цьому, логічна модель смислового мислення II-го рівня (рівень IV, рис. 8.8) забезпечує встановлення *смыслу* знань, які характеризують діяльність згідно логічної моделі смислової діяльності (процесу) (рівень VI, рис. 8.8) а також логічної моделі цілісної смислової діяльності (рівень VII, рис. 8.8) без попереднього формування бази даних та алгоритмів обробки даних для формування бази знань.

Цим розширюється коло задач, які в традиційних експертних системах підтримки прийняття рішень та знання орієнтованих системах підтримки рішень не ставляться й не вирішуються. Саме ці моделі в подальшому ми будемо розглядати як *логічні моделі знань про діяльність організацій*.

Слід зауважити, що згідно Е. В. Попову [13, с. 58]:

«Що стосується представлень третього типу, які допускають як зміну об'єктів у часі, так і зміну просторових відносин поміж об'єктами, то нам не відомі експертні системи, які допускають таке представлення предметної області».

Як бачимо таке представлення можливо за умови розгляду *смислової діяльності* об'єктів предметної області.

В підході до пізнання смислової діяльності за ТФС визначення *смыслу діяльності* закладено у *внутрішню логіку логічної моделі* через склад та зміст

саме ресурсних факторів організаційної діяльності (рівень VI, рис. 8.8). Тому їй пропонується перейти від моделювання знань про об'єкти природних інтелектуальних систем до моделювання їх смислової діяльності. А для цього необхідно залучити всі поняття стосовно смислового мислення, а саме: «відображення», «дані», «інформація», «поняття», «знання», «інтелект», «розуміння», «смысл», «мислення», «смысловое мислення», «смысловая діяльність».

Слід відзначити, що в розглянутих архітектурах моделей структуризації знань про смислову діяльність *первинними* є відносини у формі діалектичної єдності протилежностей, а причинно-наслідкові відносини є *вторинними* і реалізують встановлені діалектичні відносини.

Цим також пояснюється, чому в логічній моделі знань про смислову діяльність на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку всього чотири виміри знань. Адже *виміри* (метрики) знань завжди утворюють діалектично протилежні пари.

Виникає питання, чи ця кількість факторів є достатньою і остаточною, чи є інші архітектури з більшою кількістю пар факторів? Розглянемо існуючі приклади практичного застосування багатфакторних моделей у різних галузях знань.

8.6. Приклади практичного застосування факторних моделей знань

В роботі [3] виконано аналіз існуючих багатфакторних моделей знань [22, 23] які застосовуються в різних галузях знань.

Т. та Б. Бьюзени запропонували модель «радіанного мислення» на основі якого сформовано концепцію «інтелект-карт» [22]. На рисунку 8.9 наведено приклад інтелект карти згідно [22]. Архітектура даної моделі відтворює архітектуру природного нейрона. Але її формування здійснюється від центрального поняття, наприклад «щастя» до підлеглих понять, які розкривають його зміст. В дійсному нейроні збудження надходять з периферії до нейрона.



Рисунок 8.9 – Модель інтелект-карти

Ця методологія набула широкого застосування в проектному менеджменті і використовується провідними консалтинговими компаніями. Для розробки «інтелект-карт» запропоновано спеціальне програмне забезпечення.

В цій моделі у якості аналогу застосовується модель нейрону. Однак кількість висхідних ланок є несталою і визначається з умов конкретної задачі. Натомість природний нейрон має чотири входи (синапси) та один вихід (аксон) [15].

Згідно [23] активно розвивається дидактична багатовимірна технологія. Її основою є візуальні дидактичні багатовимірні інструменти [23, с. 71]:

«Концепція візуальних дидактичних багатомірних інструментів (ДБІ) полягає в перетворенні вербальної, текстової або іншої форми представлення інформації у візуальну, образно-понятійну форму, яка характеризується трьома параметрами: смисловим (змістовним), логічним і спеціальним графічним.

Багатовимірність теми, яка відображається інструментом забезпечується трьома основами (рис. 8.10):

- логіко-смисловим моделюванням;
- когнітивним поданням знань;
- радіально-круговою організацією.

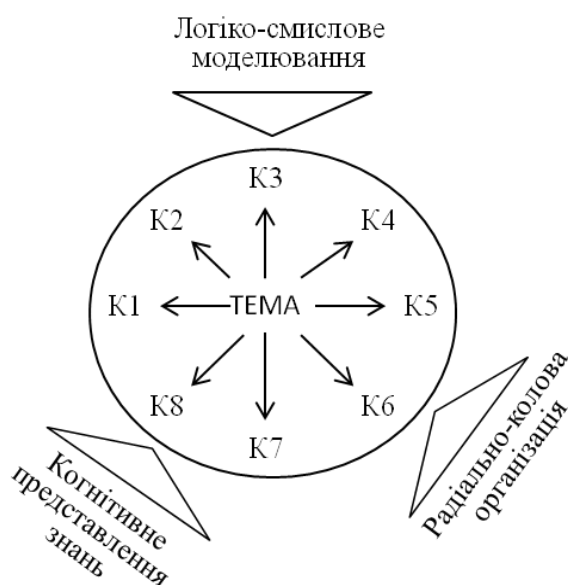


Рисунок 8.10.– Триада основ дидактичних багатомірних інструментів: К1-К8 – Координати – напрямлення вимірів теми, яка вивчається

При побудові <дидактичних багатомірних інструментів> (ДБІ) інформація відповідно до даних основ піддається перетворенню на основі ряду спеціальних принципів:

- принцип системності-багатовимірності при відборі і укрупненні змісту...;

- принцип розщеплення-об'єднання і споріднений йому принцип додатковості при побудові і використанні ДБІ...;
- принцип троїчності при формуванні смислових груп, що підвищують психологічну стійкість...».

Спеціальний графічний параметр «вилучений» з соціокультурної історії і, володіючи «солярною» (радіальною) образністю, дозволяє реалізувати логічний параметр в координатно-матричній опорно-вузловій структурі (рис. 8.11) [23].

В запропонованій радіанній *восьми* векторній структурі графічного позначення понять визначаються лише причинно-наслідкові зв'язки поміж суміжними векторами. Пропонується також формувати поміж суміжними векторами відповідні матриці (див. рис. 8.11).

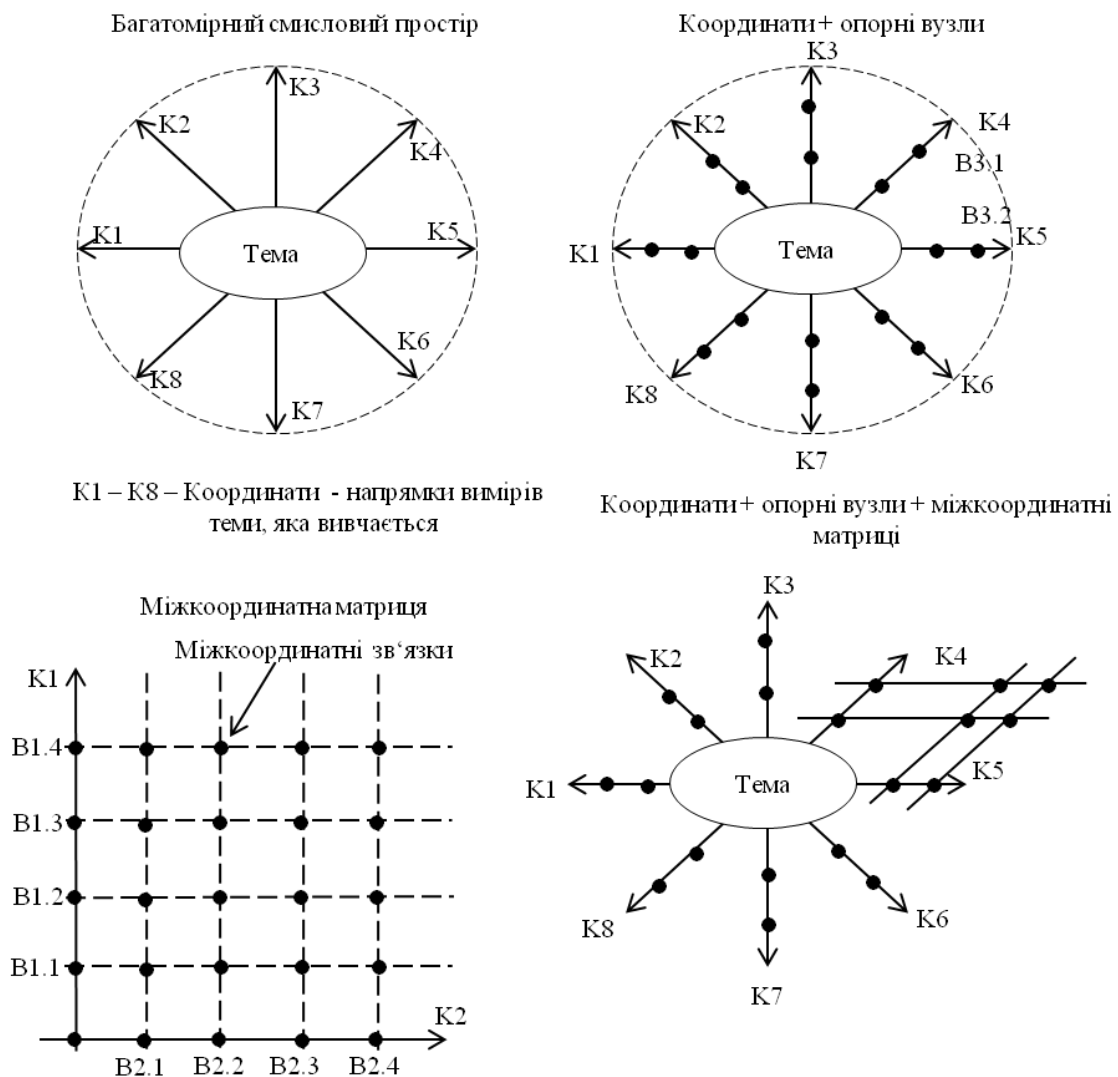


Рисунок 8.11 – Координатно-матрична опорно-вузлова система

У даному підході не встановлюються зв'язки поміж протилежними координатами (факторами). До того ж, кількість факторів може бути меншою восьми.

Слід також відзначити роботу [24] у якій розглянуто *n'ятдесять* моделей *стратегічного мислення*. Основою одинадцяти з цих моделей є [24, с. 168]:

«Матриці з чотирма полями ... <які> допомагають своїм користувачам вдивлятися у світ, вказують шлях до осмислення та організації».

На жаль, автори відносять ці моделі до «методів кам'яного віку». Чи слід від них відмовлятися? Вони дають наступну відповідь [24, с. 171]:

«Чи означає це, що ви можете забути всі моделі, з якими ознайомилися в цій книзі? Ні. Застосовуваність «моделей кам'яного віку» неможна недооцінювати. Вони допомагають нам у світі, який став важко оглядним, скорочувати ризики, систематизувати, розставляти акценти. Тим, хто усвідомлює, що моделі – це всього лише спрощений зріз дійсності, вони можуть бути вельми корисні».

Десять розглянутих моделей у [24] має *чотирьох* матричну структуру. Такою ж є і узагальнююча модель [24, с. 2 обкладинки]. На жаль в усіх цих моделях не з'ясовується наявність діалектичних зв'язків між діаметрально протилежними факторами, які формують ці моделі. Слід зауважити, що в цих чотирьохфакторних моделях формуються пари протилежних факторів з реалізацією відношень поміж ними у формі «загальне» > «одиничне». Однак, в цій роботі не ставиться задача визначення форми цих відношень.

Відомі також чотирьох факторні моделі, які застосовуються в економіці [24 – 32]. В таблиці 8.2 наведено фактори, які застосовуються для формування вказаних моделей. Для вказаних моделей існують відповідні архітектури, які представлені у відповідних джерелах.

Таблиця 8.2 – Чотирьох факторні архітектури моделі знань

Фактори		Моделі							
		Р. Каплан BSC [23, 24]	О. Медведєва [26]	ISO 19440: 2007 [27]	Г. Каллянов [28]	PEST аналіз [29]	Г. Клейнер [30]	ISO 9000: 2007 [31]	С. Доценко [32]
Процесні	ПФ ОД	Фі- нанси	Бізнес- сере- довище	Сис- тема	Менед- жер	Еконо- міка	Об'єкт	Якість	ISO/IEC 15408-1
	ПФ ТД	Про- цеси	Техно- логії	Про- цеси	Аналі- тик	Техно- логії	Процес	Процес	ISO/IEC 15408-3
Ресурсні	РФ ОД	Клі- єнти	Орга- нізація	Орга- нізація	Архі- тектор	Політи- ка	Сере- довище	Політ ика	ISO/IEC 15408-2
	РФТ Д	Пер- сонал	Про- дукція	Про- дукт	Персо- нал	Соціаль- на сфера	Проект	Пер- сонал	ISO/IEC 18045

У роботі [3] виконано аналіз змісту факторів для кожної вказаних моделей і визначено їх відповідність факторам логічної моделі смислової діяльності (процесу) (рівень VI, рис. 8.8). Доведена їх ізоморфність.

На жаль в усіх цих моделях не з'ясовується наявність діалектичних зв'язків поміж діаметрально протилежними факторами, які формують ці моделі.

Також не розкривається зміст існуючих причинно-наслідкових зв'язків поміж відповідними суміжними факторами.

Для елементів відповідних матриць встановлюються причинно-наслідкові відносини. Однак, в цих моделях в явній формі не вводяться формуючі фактори для матриць з відношеннями у формі діалектичного відношення «загальне» > «одиничне», як це передбачено у архітектурі логічної моделі смислової діяльності (процесу) (рівень VI, рис. 8.8).

З наведеного слідує, що у різних галузях знань застосовуються багатофакторні (переважно восьми - та чотирьох факторні) моделі моделювання знань для відповідних предметних областей. Нажаль, в цих моделях встановлюються лише причинно-наслідкові зв'язки для суміжних факторів (векторів), а задача про визначення наявності можливих зв'язків поміж протилежними факторами на жаль, не ставиться. З іншого боку, саме наявність діалектичних зв'язків поміж цими факторами й забезпечує формування цих моделей. Отже, принцип евристичної самоорганізації у формі четвертої евристики: діалектична самоорганізація для понять «загальне» > «одиничне», який був сформований у роботі [2] є фундаментальним принципом евристичної самоорганізації для пар факторів логічних моделей мислення у формах, які наведені на рис. 8.8, а також у роботах [24 – 33].

8.7 Висновки

Метою даного дослідження є вирішення двох задач, які були поставлені в роботі [1]. Перша задача стосується визначення форми відповідності факторів, які моделюють технологічну діяльність: «процес» та «ресурс» з факторами, які піддаються одночасній обробці згідно центральній закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме: домінуючою на даний момент мотивацією, обстановочною аферентацією, пусковою аферентацією та пам'яттю.

Друга задача стосується визначення *можливих* форм відношень для факторів технологічної діяльності «процес» та «ресурс» з поняттями, які характеризують процеси мислення, а саме: «відображення», «дані», «інформація», «знання», «смысл», «мислення», «інтелект», «смысловое мислення», «розуміння»

З наведеного аналізу проблем представлення, обробки та придбання знань слідує, що основною проблемою є невідповідність закономірностей формальної логіки логіці, яка реалізується у процесах мислення живих істот. Найяскравішим прикладом такої логіки є Наука логіки Г. Гегеля. Людський інтелект в теорії штучного інтелекту сприймається як допоміжний засіб. В теорії штучного інтелекту модель штучного нейрону копіює його структуру, але не відтворює процеси, які в ньому реалізуються. З цього виникає питання, чи не можна спробувати якимось чином сформувати моделі знань про наші *смысловое мислення* та *смыслову діяльність* без використання правил формальної

логіки, але на підставі закономірностей природного інтелекту, діалектичної логіки?

З філософської точки зору основними поняттями, які розкривають зміст процесів *мислення* є поняття «розсудок» та «розум». При цьому, основною властивістю розуму є його *діалектичність*, яка проявляється через поняття «міра». Визначено зміст поняття «міра» у формі діалектичної єдності понять загальне» (якісне визначення) \triangleright «одиничне» (кількісне визначення)), а саме: загальне поняття стосовно речі \triangleright конкретне поняття.

Для позначення діалектичної єдності використовується знак діалектичного відношення « \triangleright », який позначає діалектичну єдність понять «загальне» \triangleright «одиничне». Зроблено висновок про те, що інтелектуальні системи, як природні так і штучні, *повинні вміти «вимірювати»* речі, а також їх властивості у їх існуванні та діяльності.

Встановлено зміст понять які характеризують процеси мислення, а саме: «відображення», «дані», «інформація», «знання», «смысл», «мислення», «інтелект», «смысловое мислення», «розуміння». На основі понять «міра» та «фактор» встановлено форму відношень поміж *парами понять*, а саме:

– мислення \triangleright інтелект; смысловое мислення \triangleright розуміння, які співвідносні відповідно з парами понять ПФОД \triangleright ПФТД для логічної моделі смислової діяльності (процесу).

– відображення \triangleright дані; дані \triangleright інформація; інформація \triangleright знання; знання \triangleright смысл, які співвідносні відповідно з парами понять РФОД \triangleright РФТД для логічної моделі смислової діяльності (процесу).

Відповідні моделі архітектур розроблено для логічних моделей *розсудку* (два рівні), *розуму*, *смыслового мислення* (два рівні), цілісної смислової діяльності, формальної теорії, онтології, структуризації збуджень згідно теорії функціональних систем.

Для всіх названих моделей визначені відповідні математичні моделі (формули (8.9) – (8.18)).

Для усіх розроблених логічних моделей встановлено єдиний принцип поєднання відповідних пар факторів у моделях архітектур, які відповідають архітектурі логічної моделі декартової системи координат.

Методологічною основою побудови усіх логічних моделей є методологія цілісного підходу на основі якої сформовано логічну модель цілісної смислової діяльності (рівень VII, рис. 8.8). В цій моделі розкрито зміст «подвійності» змісту поняття «діяльність». З одного боку діяльність розглядається як процес, а з іншого – як структура задач. Такий підхід забезпечив виділення задач, які реалізуються інтелектуальною системою, а також визначення результату її діяльності у формі відповідності результатів їх вирішення. Це забезпечило визначення принципу *організації* інтелектуальної системи у організоване ціле у формі діалектичної єдності вказаних задач, а також принципу *самоорганізації* її діяльності у формі механізму забезпечення відповідності результатів вирішення вказаних задач.

На основі гіпотези про еквівалентність реалізації технологічної діяльності природної інтелектуальної системи з застосуванням факторів «процес» та «ресурс» та формуванням на їх основі моделі чотирьох факторного

представлення *проєкту майбутнього результату діяльності* та процесу смислового мислення на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме: одночасної інтеграції домінуючої на даний момент мотивації, обстановочної аферентації, пускової аферентації та пам'яті з формуванням *проєкту майбутнього результату діяльності* для відповідного моменту часу розроблено логічну модель структуризації збуджень за ТФС (рівень V, рис. 8.8). Ця модель поряд з логічною моделлю смислової діяльності (процесу) (рівень VI, рис. 8.8) слугують основою для формування логічних моделей 0 - IV рівнів.

Отже, принцип евристичної самоорганізації у формі четвертої евристики, а саме:

діалектична самоорганізація для понять «загальне» \supset «одиничне», який був сформований у роботі [2] є фундаментальним принципом евристичної самоорганізації кожної з пар факторів для логічних моделей мислення у формах, які наведені на рис. 8.8, а також логічних чотирьохматричних моделях, які розроблено в [24 – 33]. В той же час, архітектури вказаних логічних моделей формуються з застосуванням *визначених для кожної моделі двох пар факторів*. З цього слідує можливість формування наступного принципу евристичної самоорганізації у формі *п'ятої* евристики: архітектури логічних моделей смислового мислення та смислової діяльності формуються з застосуванням *визначених для кожної моделі двох пар факторів*, елементи кожної з яких пов'язані причинно-наслідковими відносинами, які за *сміслом* відповідають парам *процесних* та *ресурсних* факторів, та відповідають *архітектурі* декартової системи координат.

З наведеного слідує необхідність вирішення задачі дослідження *смислового змісту* логічної моделі *декартової системи координат* на предмет встановлення відповідності цій моделі логічних моделей мислення. Вирішення цієї задачі планується у наступній статті. При вирішенні цієї задачі особливу увагу слід звернути на роль поняття «міра» у формуванні досліджуваних моделей.

Особливу роль четверта та п'ята евристики мають для концепції Індустрії 5.0, тому що закони організації та самоорганізації смислового мислення та смислової діяльності людини та організацій з участю людей (людино-машинних систем) будуть відігравати вирішальну роль при реалізації цієї концепції, як *Інтернету знань*.

Література

1. Доценко С. І. Інтелектуальні системи: принципи евристичної самоорганізації процесів смислового мислення та смислової діяльності [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2020, № 2(94). С. 4-22. DOI: 10.32620/reks.2020.2.01.
2. Доценко, С. І. Інтелектуальні системи: принцип евристичної самоорганізації [Текст] / С. І. Доценко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2020. – № 1(93). – С. 4-16.

3. 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.
4. 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.
5. Клайн, М. Математика. Утрата определенности [Текст] : пер. с англ. / М. Клайн. – Москва : Мир, 1984. – 434 с. – С. 275.
6. Минский, М. Фреймы для представления знаний [Текст] : пер. с англ. / М. Минский. – М. : Энергия, 1979. – 152 с.
7. Хювёнен, Э. Мир Лиспа. Том. 2. Методы и системы программирования [Текст] / Э. Хювёнен, И. Сеппянен. – М. : Мир, 1990. – 332 с.
8. Nilsson, Nils J. Principles of artificial intelligence [Text] / Nils J. Nilsson. – Tioga Publishing Co., Palo Alto, CA, 1980. – 476 p.
9. Lorier J.-L. Artificial intelligence Systems [Text] / J.-L. Lorier. – Moscow : Mir, 1991. – 568с.
10. Представление и использование знаний [Текст] : пер. с япон. / под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М. : Мир, 1990. – 12 с.
11. Осуга, С. Обработка знаний [Текст] : пер с япон. / С. Осуга. – М. : Мир, 1989. – 293 с.
12. Приобретение знаний [Текст] : пер. с япон. / под ред. С. Осуга, Ю. Саэки. – М. : Мир, 1990. – 17 с.
13. Попов, Э. В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э. В. Попов. – Москва: Наука, 1987. – 288 с.
14. Minsky, M. Form and Content in Computer Science [Text] / M. Minsky // J.A.C.M. – 1970. – Vol. 17, No. 2. – P. 197-215.
15. 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.
16. Ленин, В. И. Философские тетради [Текст] / В. И. Ленин. – Ленинград : Издательство ЦК ВКП (б), 1934. – 475 с.
17. Доценко, С. І. Визначення шляхів розвитку інтелектуальних інформаційних технологій [Текст] / С. І. Доценко // Інформаційні технології та інновації в економіці, управлінні проектами та програмами : монографія / за заг. ред. В. О. Тимофеева, І. В. Чумаченко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – С. 263-288.
18. Hawkins, J. On Intelligence: How a New Understanding of the Brain Will Lead to the Creation of Truly Intelligent Machines [Text] / J. Hawkins, S. Blakeslee. – New York : Times Books, 2004. – 272 p.
19. Кудрявцев, Д. В. Системы управления знаниями и применение онтологий [Текст] : учеб. пособие / Д. В. Кудрявцев. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 344 с.
20. Букович, У. Управление знаниями: руководство к действию [Текст] : пер. с англ. / У. Букович, Р. Уилльямс. – М. : ИНФРА-М, 2002. – XVI, 504 с.

21. Шрейдер, Ю. А. Системы и модели [Текст] / Ю. А. Шрейдер, А. А. Шаров. – М. : Радио и связь, 1982. – 152 с.
22. Бьюзен, Т. Супермышление [Текст] : пер. с англ. / Т. Бьюзен, Б. Бьюзен. – 2-е изд. – Мн. : ООО «Попурри», 2003. – 304 с.
23. Штейнберг, В. Э. Теория и практика дидактической многомерной технологии [Текст] / В. Э. Штейнберг. – М : Народное образование, 2015. – 350 с.
24. Крогерус, М. Книга решений. 50 моделей стратегического мышления [Текст] : пер. с нем. / М. Крогерус, Р. Чеппелер. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2012. – 208 с.
25. Каплан, Р. С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию [Текст] / Р. С. Каплан, Д. П. Нортон. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. – 214 с.
26. Доценко, С. І. До питання про теоретичне обґрунтування методології збалансованої системи показників [Текст] / С. І. Доценко // «Стратегії інноваційного розвитку економіки: бізнес, наука, освіта» : Праці VII Міжнародній науково-практичній конференції: (SIDEC 2015) 29 вересня-2 жовтня 2015 р. / за ред.. Савченко О. І. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – С. 265–268.
27. Медведєва, О. М. Обґрунтування інтерактивного підходу до розвитку організацій на основі методології управління проектами [Текст] / О.М. Медведєва // Управління проектами та розвиток виробництва : Зб. наук. пр. – Луганськ : вид-во СЛУ ім. В.Даля, 2010. – № 3(35). – С. 52–60.
28. ГОСТ Р ИСО 19440:2010 Интеграция предприятия. Конструкции для моделирования предприятий (ISO 19440:2007 Enterprise integration – Constructs for enterprise modeling (IDT)) [Текст]. – Введен в действие 2011-09-01. – М. : Стандартиформ, 2012. – V, 104 с. (Национальный стандарт Российской Федерации).
29. Калянов, Г. Н. Построение архитектуры предприятия [Электронный ресурс] / Г. Н. Калянов // Корпоративные системы. – 2005. – № 3. – Режим доступа: <http://www.management.com.ua/ims/ims110.html>. – 12.02.2020.
30. Макаренко, С. И. Интеллектуальные информационные системы [Текст] : учебное пособие. / С. И. Макаренко. – Ставрополь : СФ МГГУ им. М. А. Шолохова, 2009. – 206 с.
31. Клейнер, Г. Системная организация экономики и системный менеджмент [Текст] / Г. Клейнер // 12 Международная конференция по проблемам развития экономики и общества. Секция «Менеджмент». 6 апреля 2011 года. Национальный исследовательский университет – Высшая школа экономики. – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2012. – Кн. 2. – 644 с.
32. ДСТУ ІСО 9000:2007 Системи управління якістю Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2005, IDT) [чинний від 2008-01-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006. – VI, 37 с. (Нац. стандарт України).
33. Integrated Model of Knowledge Management for Security of Information Technologies: Standards ISO/IEC 15408 and ISO/IEC 18045 [Text] / Sergiy Dotsenko, Oleg Illiashenko, Sergii Kamenskyi, Vyacheslav Kharchenko // Information & Security. – 2019. – Vol. 43, no. 3. – P. 305-317.

ЧАСТИНА ІІІ. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЗНАНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

9. ПРИРОДНИЙ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ КІБЕРНЕТИЧНИХ СИСТЕМ

С. І. Доценко¹, В. І. Мойсеєнко¹, Г. В. Фесенко², В. І. Дужий²,

¹ *Український державний університет залізничного транспорту*
² *Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського*
«Харківський авіаційний інститут»

9.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1].

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 [2]. 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» [3].

В [3] 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 кібернетиці 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».

9.2. Зміст понять стосовно природного та штучного інтелекту

9.2.1. Поняття «кібернетична система» за визначенням Н. Вінера та У. Р. Ешбі

У. Р. Ешбі таким чином визначав предмет дослідження кібернетики [4, 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 [4, с. 17]:

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

Він також вказує, що [4, 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 замкнутих* 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 [2] 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 людино-машинних* систем у формі *автоматизованих* систем управління, або ж інформаційно-керуючих систем. У подальшому були розроблені системи управління операціями [5] та діалогового управління виробництвом [6].

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*.

9.2.2. 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 [7]. Однак, поняття «сукупність» та «взаємодія» лише вводять дві форми *невизначеності*, а саме: *кількості* елементів та *форми* відносин між ними. Здійснюються чисельні спроби визначення системоформуючого фактору [8]. 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 ціль формується окремо за її межами, а інші фактори у якості *формуючих* не є універсальними [9].

З іншого боку, систему розглядають як «дещо ціле» [7] та «організоване ціле» [10, 11]. 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 [10].

В роботі [10] 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» [12, 13]. Основою цих систем є архітектоніка функціональної системи, яка запропонована у роботі [10]. В роботі [14] доведено, що архітектоніка функціональної системи згідно [10] та архітектура рішальної системи для діалогових систем управління згідно [6] 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 [15]:

«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.

9.2.3. Поняття «штучний інтелект»

В роботі [16] наведено наступний перелік визначень стосовно поняття «штучний інтелект»:

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

Автоматизація діяльності, яку ми асоціюємо з людським мисленням, такий як прийняття рішень, вирішення завдань, засвоєння знань [17].

Дослідження розумових здібностей за допомогою використання обчислювальних моделей [18].

Теорія евристичного пошуку і питання створення вирішувачів завдань, що відносяться до розряду творчих або інтелектуальних [19].

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 [20].

Мистецтво створення машин, здатних виконувати дії, які зажадали б інтелекту від людей, якби вони ці дії виконували [21].

Область дослідження, яка намагається зрозуміти і моделювати розумну поведінку в термінах обчислювальних процесів [22].

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

Вивчення обчислень, які дозволяють розуміти, міркувати і діяти [23].

Галузь науки про комп'ютери, яка цікавиться автоматизацією розумної поведінки [24].

У роботі [25] проаналізовано наведені у роботі [16] визначення штучного інтелекту і вказано на те, що на цей час однозначного визначення для цього поняття не існує.

Згідно ГОСТ 15971-90 [26] 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 9.1 наведено основні міркування, які розкривають його зміст згідно наведених визначень. Основним у цих визначеннях є посилання на людське мислення та інтелект (виділено курсивом).

Таблиця 9.1 – Зміст основних міркувань, які розкривають зміст поняття «штучний інтелект» згідно наведених визначень

Основні міркування	Посилання
<i>змусити комп'ютери думати</i>	J. Haugeland, 1955 p.
<i>асоціюємо з людським мисленням</i>	R. E. Bellman, 1978 p. [17]
використання обчислювальних моделей	E. Chamiak and D. McDermot, 1985 p. [18]
<i>теорія евристичного пошуку</i>	Г. С. Поспелов, 1986 p. [19]
<i>знаходити оригінальні та ефективні відповіді</i>	А. Г. Івахненко, 1986 p. [20]
<i>створення машин, здатних виконувати дії, які зажадали б інтелекту від людей</i>	R. Kurzweil, 1990 p. [21]
<i>зрозуміти і моделювати розумну поведінку в термінах обчислювальних процесів</i>	R. J. Schalkoff, 1990 p. [22]
<i>змусити комп'ютери робити речі не гірше людей</i>	E. Rich and K. Knigpt, 1991 p.
обчислень, які дозволяють розуміти, міркувати і діяти	P. H. Winston, 1992 p. [23]
автоматизацією розумної поведінки	J. I. Luger and W. A. Stubblefield, 1993 p. [24]
<i>моделювати процес мислення за рахунок виконання функції, яку зазвичай зв'язують</i>	ГОСТ 15971-90 [26]

Тільки визначивши зміст поняття природний інтелект можливим буде визначення змісту поняття «штучний інтелект». Виникає наступне питання, як ми розуміємо природний інтелект?

9.2.4. Поняття «природний інтелект»

Розглянемо існуючі визначення цього поняття. В [27] 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 [28] відмічається:

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

Згідно [29] 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 впливає з фізичних законів, що відбуваються природним шляхом, без втручання в їх перебіг.»

У роботі [30] 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» [31]:

«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, сформованого 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 9.2 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 [32]:

«... 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».

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.

Таблиця 9.2 – Зміст основних ознак для визначення змісту поняття «інтелект»

Здатність	Джерело
Універсальний набір процедур гармонізації	[27]
Осягнення істотних особливостей структури всього поля поведінки	[28]
Здатність ... знаходити більш короткі шляхи між причиною і наслідком	[29]
Здатність набувати, відтворювати, створювати і використовувати знання	[30]
Здатність до пізнання і вирішення проблем	[31]
Здатність мозку вирішувати завдання	
Здатність побудови моделі поведінки	

Д. Хокінс наступним чином характеризує організацію діяльності мозку [33, 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 потрапляв 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 всюдисущі – 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 [33, 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. Звичайно, 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 [33, 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, обставинової 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 [34, 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» [35, 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 [35, 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 [36] 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) \triangleright одиничне (кількісне визначення)», а саме: загальне поняття стосовно речі \triangleright конкретне поняття.

Наприклад, відоме гегелівське «плід» \triangleright «вишня» є прикладом виміру конкретної речі в *мисленні* через діалектичну єдність кількісного (вишні) та якісного (плід).

Знак « \triangleright » – знак діалектичної єдності понять «загальне» \triangleright «одиничне» [36].

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 [37, с. 68], семантичних [37, с. 71], фреймових [37, с. 74], продукційних моделях знань [37, с. 75].

Дане визначення природного інтелекту стосується інтелектуальних функціональних систем згідно [6, 10, 12, 13].

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».

9.3. 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 змоделювати 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 особливості 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 проект), перш за все, треба розглянути питання, як він формується. Як підкреслює П. К. Анохін [10, 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 *проекту 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 навчальній вибірці всі ваги нейронів будуть переписані, і минулий досвід буде «забутий» [39]. 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) проект 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.

9.4. Зміст понять стосовно інтелектуальних інформаційних технологій

9.4.1. Поняття «дані», «інформація» та «знання»

В [27] 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 [27] не включено поняття «дані». В той же час це поняття є ключовим для визначення змісту поняття «інформація».

В [40] 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 [37, 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 конкретні 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 [41]:

«...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 [42, 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 40].

В [27] 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» [43].

Перш за все він наводить визначення інформації, яке запропонував Н. Вінер [43, 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 [43, 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 [43, 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» [43, 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 [36].

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

В роботі [36] 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 *смыслового мислення* шляхом *розуміння* (усвідомлення) *смыслу*, який містять в собі закономірності (закони) існування та діяльності речі.»

Основою *смыслового 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 «одиничне» < «загальне».

Виникає питання, як пов'язані поміж собою вказані діалектичні *пари* категорій? У [36] запропоновано спосіб поєднання вказаних пар у формі декартових систем координат відповідно з категоріями «мислення» та «інтелект», а також «смысловое мислення» та «розуміння», які також пов'язані вказаним діалектичним відношенням «загальне» > «одиничне».

9.4.2. Поняття «інформаційна технологія», та «інтелектуальна інформаційна технологія»

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

В [44] 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 [15]:

«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 пункті 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 [455] та ISO 19439 [46] підприємство може бути представлене 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 *одиниці* цих понять. Маючи найменшу одиницю відповідного поняття можливо формулювати відповідні правила маніпулювання цими одиницями.

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 одиницю вирішена лише для *цифрових* даних та інформації у формі бітів та байтів [25]. При цьому, для *знакових* даних та інформації застосовуються відповідні методи кодування у цифрову форму.

Для знань та їх смислу задача про «одиницю» поки що залишається не вирішеною [47].

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 одиниця знань, необхідно спочатку визначити зміст поняття «одиниця 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 [48]. Приклад інтелектуальної інформаційної технології наведено у роботі [36]. 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 [48]. 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 [49].

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

9.5 Висновки

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» [16-24, 26] 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) > одиничне (кількісне визначення)», а саме: загальне поняття стосовно речі > 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 смислового 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 «одиничне» < «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 «одиниця знань». Вирішення цієї задачі планується у наступному дослідженні

Література

1. Доценко С. І. Про природний та штучний інтелект кібернетичних систем [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2019, № 3(91). С. 4-18. doi: 10.32620/reks.2019.3.01
2. 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.
3. Теслер, Г. С. Новая кибернетика как фундаментальная наука [Текст] / Г. С. Теслер // Математичні машини і системи. – 2005. – № 4. – С. 3–14.
4. 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.
5. Поспелов, Г. С. Программно-целевое планирование и управление. (Введение) [Текст] / Г. С. Поспелов. – М. : «Сов. радио», 1976. – 440 с.
6. Мельцер, М. И. Диалоговое управление производством (модели и алгоритмы) [Текст] / М. И. Мельцер. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 240 с.

7. 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.
8. Шрейдер, Ю. А. Системы и модели [Текст] / Ю. А. Шрейдер, А. А. Шаров. – М. : Радио и связь, 1982. – 152 с.
9. Уемов, А. И. Системный подход и общая теория систем [Текст] / А. И. Уемов. – М. : Мысль, 1978. – 272 с.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Доценко, С. І. Архітектоніка функціональної системи як елемент організації діяльності в загальній теорії підприємства [Текст] / С. І. Доценко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : Збірник наукових праць. Серія: Технічний прогрес та ефективність виробництва. – Харків : НТУ «ХПІ», 2013. – № 44 (1017). – С. 41–48.
15. 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.
16. 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.
17. Bellman, R. An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think? [Text] / R. Bellman. – San Francisco : Boyd & Fraser Pub., 1978 – 146 p.
18. Charniak, E. Intkoduention to artificial intelligence [Text] / E. Charniak, D. McDermott. – Addison-Wesley Publ., 1985. ISBN 0-201-11946-3.
19. Поспелов, Г. С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии [Текст] / Г. С. Поспелов. – М. : Наука, 1988. – 280 с.
20. 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.

21. Kurzweil, R. The age of intelligent machines [Text] / R. Kurzweil. – Massachusetts Institute of Technology, 1990. – 580 p.
22. Schalkoff, R. J. Artificial Intelligence: an engineering approach [Text] / R. J. Schalkoff. – New York : McGraw-Hill, 1990. – 646 p.
23. Winston, P. H. Artificial Intelligence [Text] / P. H. Winston. – Massachusetts Addison-Weslky Pub., 1999. – 737 p.
24. Cognitive Science: The Science of Intelligent Systems [Text] / Luger, George F., et al. – San Diego, New York, Boston : Academic Press, 1994. – 665 p.
25. Якушев, Д. И. Об определении искусственного интеллекта [Текст] / Д. И. Якушев // Региональная информатика и информационная безопасность : Сборник трудов. – Вып. 2. – СПб. : СПОИСУ, 2016. – С. 67–69.
26. 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.
27. Сосницкий, А. В. Искусственный интеллект и радикальная реформа современной науки [Текст] / А. В. Сосницкий // Искусственный интеллект. – 2011. – № 1. – С. 91-106.
28. 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.
29. Сторож, В. В. Иерархическая организация мира, интеллект и сознание [Текст] / В. В. Сторож // Искусственный интеллект. – 2010. – № 2. – С. 78 – 93.
30. Лещенко, В. А. Проблемы построения интеллектуальных систем управления предприятиями [Текст] / В. А. Лещенко // Індуктивне моделювання складних систем. – 2009. – С. 102 – 113.
31. Терещенко, С. В. Моделирование искусственного интеллекта. Интеллектуальный анализ информации [Текст] / С. В. Терещенко // Искусственный интеллект. – 2013. – № 4. – С. 44 – 50.
32. 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.
33. Хокинс, Дж. Об интеллекте [Текст] / Дж. Хокинс, С. Блейкли. – М. : Изд. дом "Вильямс", 2007. – 240 с.
34. Ленин, В. И. Философские тетради [Текст] / [под ред. В. В. Адоратского и В. Г. Сорина]. – Ленинград : Издательство ЦК ВКП (б), 1934. – С. 283.
35. 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.
36. 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.

37. Попов, Э. В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э. В. Попов. – Москва : Наука, 1987. – 288 с.

38. Artificial neural network [Electronic resource]. – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network – 10.03.2019.

39. 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.

40. Макаренко, С. И. Интеллектуальные информационные системы [Текст] : учебное пособие / С. И. Макаренко. – Ставрополь : СФ МГГУ им. М. А. Шолохова, 2009. – 206 с.

41. Аристотель. Метафизика. Антология мысли [Текст] / Аристотель. – М. : Эксмо, 2006. – 608 с.

42. 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. Тимофеева, І. В. Чумаченко. – Харьков : ХНУРЕ, 2015. – С. 7–21.

43. Мазур, М. Качественная теория информации [Текст] / М. Мазур : пер. с польского О. И. Лочмея ; пред. д-ра техн. наук А. В. Солодова. – Москва : Мир, 1975. – 240 с.

44. Information technology [Electronic resource]. – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Information_technology. – 01.08.2019.

45. 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.

46. 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.

47. 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.

48. Паспорт спеціальності 05.13.06 “Інформаційні технології” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lp.edu.ua/pasport-specialnosti-051306> – 01.07.2019.

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

10. ПРОБЛЕМИ ТЕОРІЇ ЗНАНЬ, МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЇХ ВИРІШЕННЯ В КОНТЕКСТІ ІНДУСТРІЇ 5.0 ТА ВИКЛИКІВ БЕЗПЕКИ

С. І. Доценко¹, В. С. Харченко², О. О. Ілляшенко², Д. І. Нор¹,
Є. М. Будніченко¹

¹ *Український державний університет залізничного транспорту*

² *Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*

10.1. Вступ

Фундаментальними поняттями класичної кібернетики є поняття «дані», «інформація», «знання». Серед цих понять першим загально визнаним та широко застосовуваним було поняття «інформація». Воно є ключовим в теорії інформації. При цьому, навіть перейшли від поняття «класична кібернетика» до поняття «інформатика». Подальший розвиток інформатики у формі інформаційних технологій привів до широкого застосування поняття «дані». Були розроблені теорії баз даних, методології інтелектуального аналізу даних, теорії баз знань, які засновано на даних. Нарешті, на початку дев'яностих років минулого століття поняття «знання» визнається фундаментальним поняттям в теоріях інтелектуальних систем.

Сформувався і реалізується наступний етап промислової революції Індустрія 4.0, який базується на технологіях індустриального інтернету речей, предиктивної аналітики, цифрових двійників. Попереду – Індустрія 5.0, основою якої є людино-машина кооперація, правдивий (trustworthy) штучний інтелект, інтернет знань. У зв'язку з цим важливим є проаналізувати сучасний стану теорії знань як визначальної на цьому терені, уточнення шляхів її подальшого методологічного та технологічного розвитку.

10.2. Аналіз проблем теорії знань

10.2.1. Теоретичні засади

Для сучасного етапу розвитку кібернетики характерним є формування інтелектуальних систем з застосуванням двох форм інтелекту: природного та штучного. Відповідно, розглядаються [1]:

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

Теоретичною основою систем штучного інтелекту є теорія штучних нейронних мереж [2, 3]. Теоретичною основою систем природного інтелекту є

центральна закономірність інтегративної діяльності мозку, яка сформульована в теорії функціональних систем П. К. Анохіна [4].

Для кожної з цих систем ставиться одна й та ж фундаментальна задача, а саме: *маніпулювання знаннями*. Але зміст *під задач*, які ставляться та вирішуються в цих системах різний.

Для інтелектуальних *інформаційних* систем на основі штучного інтелекту задача маніпулювання знаннями полягає у реалізації процесів *видобування, обробки, представлення та використання* знань і вирішується з застосуванням інтелектуальних інформаційних технологій та теорії штучних нейронних мереж [5-7].

Для інтелектуальних *функціональних* систем на основі природного інтелекту маніпулювання знаннями полягає у вирішенні основної задачі: *формування цілі діяльності* у формі проекту майбутнього результату діяльності. Отже, ці системи призначені для вирішення *різних* задач [1].

В останні десять років в теорії знань сформувався новий прикладний науковий напрямок, у якому ставиться задача *управління знаннями* організацій [8-10]. При цьому, знання розглядаються як *незалежний важливий ресурс* організації. Науковою основою цього напрямку є теорія знань [11-13].

З наведеного слідує, що на цей час сформувалися два напрямки в застосуванні знань:

- теорія знань, як основа методів застосування та управління знаннями;
- методології маніпулювання знаннями.

Виникає питання, як ці два напрямки співвідносяться поміж собою?

З іншого боку, виникає додаткове питання, які наслідки це має для інформаційних індустріальних технологій? Адже в інформаційних технологіях широкого застосування набули поняття «дані» та «інформація». Існують відповідні теорії кодування та шифрування, а також окрема теорія інформації. Вони є основою інформатики. Виникає питання, як поняття «дані» та «інформація» пов'язані з поняттям «знання»?

10.2.2. Технологічні аспекти

Індустрія 4.0 забезпечує оцифрування і автоматизацію виробництва з певними недоліками, такими як складне і завищене програмне забезпечення, заміна роботи людей машиною, наявність експертів з робототехніки та інше. Все це вирішено в Індустрії 5.0, щоб подолати технічний розрив між простими людьми. Індустрія 5.0 - це революція, в якій людина і машина примиряються і знаходять способи спільної роботи для підвищення ефективності виробництва. Це зменшує труднощі, з якими люди стикаються в повсякденному житті. Вона забезпечує повну фонову підтримку, щоб спростити завдання для людей. Industry 5.0 також допомагає багаторазово виконувати повторювані завдання [14].

Одним з важливих технологічних напрямків розвитку інтелектуальних інформаційних технологій в Industry 5.0 є обробка природної мови, яка

розглядається як технологія на основі ШІ, та яка дозволяє машинам / комп'ютерам розуміти, інтерпретувати і маніпулювати природною мовою людини. Це дозволяє комп'ютерним системам читати символи тексту, розпізнавати мову і інтерпретувати її [15].

Проблемі застосування математичних методів при обробці текстів у яких присутні математичні формули присвячена робота [16].

Оскільки в інформаційних технологіях основними поняттями є поняття «дані», «інформація» та «знання», можливим є припущення про те, що саме встановлення форми відношень між цими поняттями забезпечить, в кінцевому рахунку, встановлення форми відношень й для різних форм інформаційних технологій.

Аналіз змісту основних понять, якими оперують в інформаційних технологіях, виконано у роботах [17, 18].

Поміж поняттями «дані», «інформація» та «знання» існують причинно-наслідкові відношення. Інформація – це дані, наділені значимістю і цілями, знання – це здатність перетворювати інформацію і дані в ефективні дії [19]. З іншого боку, аналіз виконаний у [20] показав, що поміж вказаними поняттями існує діалектичний зв'язок у формі «загальне» \supset «одиничне» [21]. На основі цього нами висловлюється гіпотеза про те, що інформаційні технології мають діалектично взаємопов'язані складові частини, кожна з яких визначається змістом наступних понять:

«дані» \triangleleft «інформація» \triangleleft «знання» \triangleleft «інтелект».

Слід зауважити, що поняття «дані», «інформація» та «знання» визначають лише частину властивостей розумової діяльності людини. Важливою проблемою є визначення змісту понять «мислення», «інтелект», «розсудок», «розум», «смысл», «розуміння» та низки інших понять. Отже виникає задача розгляду змісту та форми відношень для всіх наведених вище понять в контексті інформаційних технологій та управління.

У роботі [22] розроблено архітектуру когнітивних моделей процесів мислення. На основі цієї архітектури сформовано інтегровану модель інформаційного представлення організації. Наявність інтегрованої моделі інформаційного представлення організації забезпечило вирішення наступної задачі: – задачі інтегрованого управління усіма визначеними складовими інформаційного представлення організації. На основі цього розроблено інтегровану модель інформаційного представлення організації з контурами управління безпекою даних, інформації, знань, діяльності/інтелекту.

Розглянутий в попередніх роботах [23, 24] підхід до побудови інтегрованих систем управління безпекою підприємства надав можливість сформулювати концепцію та розробити структуру такої системи з взаємопов'язаними контурами управління фізична ІТ-безпека, інформаційна та кібербезпека, функціональна та екологічна безпека на рівні технологій ІТ (інформація), ОТ (експлуатація) та ЕТ (фізичне середовище). Таким чином, наступний крок дослідження є логічним, зрозумілим і важливим для опису більш загальної картини контурів управління безпекою та безпекою з

урахуванням ланцюгів перетворення від даних до знань, розвідки та діяльності. З точки зору розвитку технологій важливими є аспекти:

- переходу від людино-комп'ютерної взаємодії до людино-комп'ютерної кооперації, включаючи спільне генерування та аналіз знань, що потребує розроблення та імплементації спеціальних інтерфейсів та спільних баз знань;

- впровадження інтернету знань (Internet of Knowledges), інтернету мислення (Internet of Thinking), інтернету штучного інтелекту (Internet of Artificial Intelligence) та інтернету (природнього) інтелекту (Internet of Intelligence);

- віртуалізації просторів фізичної та штучної (доповненої і міксованої) реальності, віртуальних просторів знань;

- створення централізованих і розподілених цифрових двійників для накопичення знань про різні об'єкти, їх контролю та керування тощо.

Отже метою розділу є дослідження проблем теорії знань та огляд методів їх вирішення в контексті індустріальних інтелектуальних інформаційних технологій.

Розділ структуровано наступним чином: у першому пункті виконано аналіз публікацій і сформульовано мету; другий пункт присвячено аналізу основних положень теорії знань, визначенню поняття об'єкт предметної області та порівнянню гіпотез про їх взаємозв'язок з логічними методами; у третьому пункті виконано аналіз проблем розвитку методологій маніпулювання знаннями, результатом застосування яких є розробка моделей представлення знань; у четвертому пункті виконано аналіз моделей представлення знань для інтелектуальних інформаційних систем, зокрема, на основі евристик, та інтелектуальних функціональних систем; п'ятий пункт присвячено аналізу технологічних аспектів теорії знань з урахуванням тенденцій розвитку Індустрії 4.0, 5.0; заключний пункт узагальнює результати дослідження.

10.3. Аналіз основних знань понять, принципів і гіпотез

10.3.1. Базові поняття та принципи

В [12] визначено чотири принципи теорії знань, які застосовуються в освітній діяльності і засновані на диференціації освітніх програм і змісту дисциплін (модулів) на основі понять історичної (ІЛ), категоріальної (КТЛ), системної (СЛ), концептуальної (КНЛ) та інших логік. Ці принципи визначають відповідні методи теорії знань: історико-логічний, категоріально-логічний, системно-логічний і концептуально-логічний методи.

Для кожного з методів можуть бути застосовані наступні форми представлення змісту знань [12]: фактологічна, класична і базисна. На цій основі формується відповідна матриця співвідношення методів теорії знань та форм представлення змісту знань. Для базисної форми подання змісту знань, яка визнається найсучаснішою, встановлено наступні системні базисні

компоненти [10]: базисні категорії; базисні операції (дії) над базисними категоріями і їх результати; базисні методи.

З наведеного слідує, що в теорії знань основна увага зосереджена на визначенні:

- принципів теорії знань у формі відповідних логік;
- методів, які засновано на основі встановлених форм логік;
- відповідних форм представлення змісту знань.

Такий підхід породжує *множинність* форм представлення знань (теоретично можливо розглядати *дванадцять* форм). З цієї обставини виникає додаткова проблема встановлення відношень між відповідними формами та обрання *оптимальної* форми.

З іншого боку, представлення знань в теорії управління знаннями структурують наступним чином [9]:

- зміст знань;
- місце застосування;
- форма представлення;
- термін застосування.

При цьому, розглядаються наступні візуальні методи структурування знань [9]: для чого-знання; що-знання; як-знання; хто-знання; чому-знання; коли-знання; де-знання; скільки-знання.

Отже, як в теорії знань, так і в теорії управління знаннями основна увага зосереджена на *формах представлення* знань і поза увагою залишаються *методи* визначення *змісту* знань. З іншого боку зрозуміло, що для визначення змісту поняття «знання» достатньо відповісти на питання «*про що знання*»? Для цього необхідно визначити *об'єкт*, знання про який необхідно формувати (синтезувати).

Виникає питання, яким чином можливо визначити цей об'єкт? Нажаль, ні в теорії знань згідно [12], ні в теорії управління знаннями згідно [8-10] ця задача не ставиться. Не відомий також метод на основі якого можливо вирішити цю задачу.

Оскільки в теорії знань зміст її принципів визначають відповідні логіки, пропонується звернутися до логічного методу. Найбільш загальним є *логічний метод*, який досліджували Б. Спіноза та Г. Гегель.

Предметом дослідження в теорії знань є зміст самого поняття: «знання». Тобто ставиться задача *пізнання* знань про знання. Ця задача є аналогом задачі, яку вирішував Г. Гегель в Науці логіки [21], а саме: *пізнання* змісту поняття «пізнання». Досліджуючи зміст цього поняття він розглядав три форми представлення предметної області, а саме:

- *буття* об'єктів предметної області;
- *сутність* їх буття;
- *сутність понять*, які характеризують ,буття у формі відповідних вчень.

З цього слідує, що на початку формування знань про об'єкти предметної області, для цих *об'єктів* необхідно спочатку визначити знання про їх *існування*, тобто, незмінні у часі та просторі. У подальшому, визнаючи, що

зміст сутності буття розкривається через форми руху об'єктів предметної області, виникає наступна задача, а саме, задача пізнання знань про ці *форми руху*. З іншого боку зрозуміло, що форми руху складають зміст поняття «діяльність» об'єктів предметної області. Отже, формування знань про об'єкти предметної області реалізується у два етапи, а саме, в їх *існуванні* та в їх *діяльності*.

Перш ніж розпочинати їх реалізацію, необхідно визначитися зі змістом поняття «об'єкт» предметної області. Для цього необхідно відповісти на наступні запитання:

- який метод необхідно застосувати для цього?
- чи можливо серед об'єктів предметної області виділити хоча б один «*одичний*» об'єкт, який би можливо було використовувати у якості *еталону* для кожного з етапів формування знань?

10.3.2. Зміст поняття «об'єкт предметної області»

З приводу застосовуваного методу слушним є наступне зауваження Б. Спінози стосовно логічного методу дослідження: найдосконалішим цей метод буде тоді, коли ми будемо володіти ідеєю найдосконалішої істоти. Тому спочатку треба буде найбільш піклуватися про те, щоб якомога швидше прийти до пізнання такої істоти [26].

З цього слідує, що поміж логічним методом дослідження та об'єктом дослідження *існує зв'язок*. Чим досконаліший об'єкт дослідження, тим досконалішим буде й логічний метод, яким цей об'єкт буде досліджуватися. *Первинним* визнається саме об'єкт!

У світі неживої природи найпростішим та найдосконалішим об'єктом є атом водню. У світі живої природи найдосконалішим об'єктом ми визнаємо людину. Отже, чи допустимо вважати ці два об'єкти ізоморфними? Для цього необхідно припустити ізоморфність їх будови в *існуванні*, а також ізоморфність принципу організації їх *діяльності*. Якщо це так, тоді ці два об'єкти можливо досліджувати за допомогою одного й того ж логічного методу. Це було б геніально просто. Виникає питання, чи існують якісь аргументи на користь цієї гіпотези?

Оскільки саме об'єкт визначає зміст логічного методу, необхідно визначити якою фундаментальною характеристикою повинні володіти знання про цей *найдосконаліший* об'єкт, щоб у ньому одночасно проявлялися фундаментальні властивості як атома водню так і людини. Пропонується у якості такої характеристики застосовувати критерій *істинності знань*. Досліджуючи поняття «істина», Г. Гегель наступним чином визначає його зміст: істинне є ціле. Але ціле є тільки сутність, яка завершується через свій розвиток [26, с. 10].

У цьому визначенні відсутнє визначення *змісту* самого поняття «істина», але наведено *об'єкт* пізнання, *ціле*, знання про який володіють

властивістю «істинності». Саме виходячи з цієї позиції стає зрозуміло, чому Г. Гегель обрав у якості об'єкту дослідження в Науці логіки саме *ціле*.

Слідуючи цій логіці для пізнання змісту поняття «істинні знання» пропонується визначати їх зміст для *цілого*, і визнати саме це ціле *найдосконалішим* об'єктом (істотою). Зрозуміло, що ціле перш за все *існує*, а його існування реалізується через його *діяльність*. Отже й знання можуть бути поділені на знання по *існуванню цілого*, а також на знання *про його діяльність*. Відкритим залишається питання про визначення змісту поняття «ціле».

Перша задача, яку необхідно вирішити для визначення змісту знань про «ціле», полягає у необхідності однозначного визначення *кількості* складових частин цілого. Зрозуміло, що найменшою кількістю частин є саме *дві* частини. Цій умові відповідає склад усіх елементів періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва, перш за все водню. Всі вони у своєму складі мають ядро та електронну оболонку.

Як не дивно, але й в загальній теорії систем Л. фон Берталанфі введено поняття «організоване ціле». З цього приводу він зауважував, що загальна теорія систем у вузькому сенсі, яка намагається вивести з загального визначення поняття «система», як комплексу взаємодіючих компонентів, ряд понять, характерних для організованих цілих, таких як взаємодія, сума, механізація, централізація, конкуренція, фінальність і . т.д., і застосовує їх до конкретних умов [27].

В цьому визначенні під організованим цілим розуміють організації людей. З іншого боку в теорії функціональних систем людину також розглядають як організоване ціле [4].

Отже, поняття «ціле» та «організоване ціле» є визнаними ідеальними об'єктами в загальній теорії систем, теорії функціональних систем та теорії інтелектуальних систем [28]. Для практичного застосування ідеї цілого в «організованому цілому» необхідно:

- визначити зміст двох його складових частин, чи можливо це?
- визначити принцип відношень поміж визначеними частинами цілого.

При цьому, принцип відношення повинен забезпечити *поєднання* частин в ціле. Вперше ця задача була вирішена Гераклітом. Він зазначав, що єдине є те, що складається з двох протилежностей, так що при розрізанні навпіл ці протилежності виявляються. [29]. Отже, Геракліт запропонував принцип *формування* цілого через діалектичну *єдність протилежних станів двох частин* цілого (єдиного).

З філософської точки зору об'єктом пізнання повинні бути відношення, які реалізуються в цілому. Слушним з цього приводу є наступне зауваження Ф. Енгельса [30] про те, що «взаємодія – це перше, що виступає перед нами, коли ми розглядаємо рухома матерію в цілому з позицій теперішнього природознавства... . Раз ми пізнали форму руху матерії, то ми пізнали саму матерію, і цим вичерпується пізнання».

В даній цитаті мова йде про *форми* руху. Зрозуміло, що всі форми руху в кінцевому рахунку приводять до об'єднання чи роз'єднання елементів, що

взаємодіють. Частини цілого також можуть лише об'єднуватися та роз'єднуватися. При цьому необхідно також враховувати що існування та діяльність цілого реалізуються в умовах взаємодії з навколишнім середовищем. З наведеного слідує, що у загальному випадку знання можуть бути синтезовані для об'єктів предметної області в їх існуванні та діяльності.

При цьому, *ідеальним* об'єктом для якого можливо синтезувати *істинні знання* є «ціле». Ці знання повинні розкривати зміст *відношень* які реалізуються поміж частинами цілого в умовах зовнішнього середовища.

У свою чергу, існують також знання, які повинні визначити склад та зміст *механізму поєднання* частин в ціле. Необхідно також визначити зміст знань для *станів* частин цілого, які обумовлюють реалізацію цього механізму.

10.3.3. Порівняння гіпотез про взаємозв'язок об'єктів предметної області та логічних методів

На основі отриманих знань про *існування* та *діяльність* організованого цілого (природної інтелектуальної системи) можливо вирішити задачу про співвідношення отриманих знань зі знаннями про предметну область, які отримано з застосуванням методів *формальної логіки*.

З наведеного слідує, що на цей час в теорії знань існує два підходи до формування знань про об'єкти предметної області, а саме:

– перший підхід засновано на гіпотезі про те, що методи маніпулювання знаннями *не залежать* від об'єктів предметної області, і джерелами цих знань є, або експерт (для експертних систем), або дані про поведінку суб'єктів предметної області (в теорії інтелектуального аналізу даних);

– другий підхід засновано на гіпотезах Б. Спінози, та Г. Гегеля про те, що *істинними* знаннями можуть бути тільки знання про ціле (організоване ціле), яке визнається найдосконалішим об'єктом (істотою) та формується на основі діалектичного відношення «загальне» – «конкретне».

При цьому, для другого підходу постає задача формування змісту поняття «міра істинності знань», як це введено для понять «міри інформації», та «міри даних». На основі другого підходу можливим є проведення аналізу проблем, які існують у методологіях формування експертних систем, а також у методах інтелектуального аналізу даних.

Виконаємо філософське узагальнення логічного методу на основі діалектичного відношення «загальне» – «конкретне». Для цього визначимо вихідні поняття. Очевидно, що такими поняттями повинні бути філософські поняття. До таких понять відноситься перш за все саме поняття «ціле», яке розглядається як сутність і є істинним. У логічному методі Б. Спінози такими поняттями для об'єкта (істоти) є: «субстанція»; «атрибут»; «модус» [25].

Згідно діалектичній логіці Г. Гегеля такими поняттями є: «загальне»; «особливе»; «конкретне» [21]. Вихідними для пізнання виберемо поняття логічного методу Б. Спінози згідно [25], оскільки спочатку будемо розглядати об'єкти пізнання в їх наявному *бутті*, а потім для них будемо застосовувати

додатково поняття логічного методу Г. Гегеля. Зміст поняття «організоване ціле» в його існуванні, виражене у зазначених поняттях, наведено в таблиці 10.1. Згідно цієї таблиці принцип діалектичних відношень у формі «загальне» – «особливе» – «конкретне» застосовується при розкритті змісту поняття «ціле» (2-й стовбець), а також змісту елементів поняття «ціле» (3-й стовбець).

Таблиця 10.1 – Зміст поняття «ціле» в його існуванні

Поняття за Б. Спинозою	Зміст поняття «ціле»	Елементи змісту поняття «ціле»
«Субстанція»	«існування цілого» – загальне	дві частини цілого – <i>загальне</i> в існуванні)
«Атрибут»	«рух частин цілого» – особливе	механізм поєднання частин в ціле – <i>особливе</i> в існуванні
«Модус»	«стани частин цілого» – конкретне	діалектично протилежні стани частин цілого – <i>конкретне</i> в існуванні

З іншого боку, принцип діалектичних відношень у формі «загальне» – «конкретне» розкриває зміст відношень для *станів* частин цілого. Отже, саме цей принцип є фундаментальним організаційним принципом формування *організованого* цілого з його частин. На основі розглянутого методу структуризації складу та змісту понять було визначено зміст важливих для методології цілісного підходу понять «процес» та «одиниця діяльності» [31].

З іншого боку застосування методів *формальної* логіки не потребує попереднього визначення форми об'єктів предметної області. Тому проблеми аналізу та синтезу розглядаються окремо. Характеризуючи новий стиль вирішення проблем С. Осуга відмічає, що: метод, який застосовується в дійсності, представляє собою процес послідовного наближення до тієї моделі, в якій спочатку складається наближена (груба) модель, потім, виходячи з грубої моделі, виконується найпростіший аналіз і на основі результатів цього аналізу проводиться коректування вихідної моделі... . Очевидно правильним є підхід, при якому система обробки знань поєднує задачі аналізу та синтезу та приймає форму системи підтримки всього процесу рішення проблеми [6, с. 225].

Дивно, але ця характеристика «методу, який застосовується в дійсності» повністю відповідає логічному методу на основі діалектичного відношення «загальне» – «конкретне», який розглянуто вище (див. табл.10.1).

На підставі аналізу основних положень теорії знань можна зробити наступні попередні висновки.

1. На початку формування знань про об'єкти предметної області, для цих *об'єктів* необхідно спочатку визначити знання про їх *існування*, тобто, незмінні у часі та просторі. У подальшому, визнаючи, що *зміст сутності* буття розкривається через форми руху об'єктів предметної області, виникає наступна задача, а саме, задача пізнання знань про ці *форми руху*. З іншого боку

зрозуміло, що форми руху складають зміст поняття «діяльність» об'єктів предметної області. Отже, формування знань про об'єкти предметної області реалізується у два етапи, а саме, в їх *існуванні* та в їх *діяльності*.

2. З дослідження змісту поняття «об'єкт предметної області» слідує, що *ідеальним* об'єктом для якого можливо синтезувати *істинні знання* є «ціле». Ці знання повинні розкривати зміст *відношень* які реалізуються поміж частинами цілого в умовах зовнішнього середовища. У свою чергу, існують також знання, які повинні визначити склад та зміст *механізму поєднання* частин в ціле. Необхідно також визначити зміст знань для *станів* частин цілого, які обумовлюють реалізацію цього механізму.

3. З порівняння гіпотез про взаємозв'язок об'єктів предметної області та логічних методів слідує, що на цей час в теорії знань існує два підходи до формування знань про об'єкти предметної області, а саме:

– перший підхід засновано на гіпотезі про те, що методи маніпулювання знаннями *не залежать* від об'єктів предметної області, і джерелами цих знань є, або експерт (для експертних систем), або дані про поведінку суб'єктів предметної області (в теорії інтелектуального аналізу даних);

– другий підхід засновано на гіпотезах Б. Спінози, та Г. Гегеля про те, що *істинними* знаннями можуть бути тільки знання про ціле (організоване ціле), яке визнається найдосконалішим об'єктом (істотою) та формується на основі діалектичного відношення «загальне» – «конкретне».

10.4. Аналіз проблем розвитку методологій маніпулювання знаннями

Методи теорії знань, а саме, представлення, обробки та придбання знань розглянуті у роботах [5-7]. У технічній кібернетиці цей напрямок розвивався в рамках теорії штучного інтелекту [2, 3]. С. Осуга, досліджуючи питання опису та формалізації проблем, які притаманні обробці інформації, зазначав, що основні механізми, які необхідні для опису проблем та отримання рішення, відрізняються в залежності від явищ та об'єктів реального світу, в якому виникають ці проблеми, а також від точки зору та рівня розуміння тих людей, які беруться за рішення цих проблем [6, с. 154].

З цієї цитати слідує, що з точки зору першого підходу об'єктом дослідження є проблеми, які виникають у реальному світі, а предметом дослідження є методи їх вирішення. З точки зору другого підходу проблемою опису предметної області є визначення цілого (організованого цілого), якому відповідає об'єкт (або сукупність об'єктів) предметної області. Для цього достатньо визначити як мінімум дві його частини і вказати склад та зміст механізму діалектичного поєднання цих частин в ціле.

Далі він вказує, що семантика опису проблем, які виникають у реальному світі, відрізняється від семантики, яка може бути сприйнята комп'ютером, і основною причиною цього є виконання семантичних перетворень людиною. Особливістю методів опису цих задач, а зокрема особливостями методів опису людиною, є їх складність. Найбільш, однак,

ефективний засіб спрощення – це використання людиною мов, які включають не процедурне представлення (семантика декларативного типу), в той же час як традиційний комп'ютер оперує з мовами опису процедурного типу (операційна семантика) [6, с. 163].

З цього виникає протиріччя у формі антиномії, а саме:

– людина здійснює семантичні перетворення (семантика декларативного типу);

– в комп'ютері реалізується операційна семантика.

Виникає проблема, як в комп'ютері реалізувати семантику декларативного типу?

З точки зору другого підходу (другої гіпотези) можливою є гіпотеза про формування моделей знань про існування та діяльність цілого (організованого цілого) без залучення операційної семантики, на основі семантики декларативного типу. Для цього слід *виключити етап застосування операційної семантики*, тобто, власне етап програмування.

С. Осуга *класифікує* проблеми формування знань про об'єкти предметної області [6, с. 168] наступним чином: «всі проблеми можливо описати формою, яка визначає відношення поміж сутностями, які є об'єктом дослідження, атрибутами, властивостями, поведінкою (характеристиками) в умовах навколишнього середовища. Іншими словами, в проблемі що-небудь одне є невідомим – сутність, середовище або характеристики, і це невідоме повинно бути отримано з двох компонентів, які залишилися.»

На основі цього він визначає три класи проблем, а саме:

– перший клас – це проблеми аналізу коли відомі сутності і навколишнє середовище і необхідно визначити характеристики;

– другий клас – це проблеми синтезу, коли відомі характеристики і навколишнє середовище і необхідно визначити сутності;

– третій клас – це проблеми оцінки зовнішнього середовища коли відомі сутності та характеристики [6, с. 168].

Дивно, але всі ці проблеми при другому підході зводяться до формування цілого (організованого цілого).

У таблиці 10.2 наведено порівняння сформованих підходів до формування знань на основі відповідних логічних методів (гіпотез).

З порівняння досліджених підходів до формування знань про об'єкти предметної області стає зрозуміло, що основною відмінністю є зміст *гіпотез*, які покладено в основу підходів. При цьому, в логічному методі на основі принципу діалектичного відношення «загальне» – «конкретне» спочатку визначається об'єкт дослідження, а потім формується відповідний метод дослідження.

Слід також зауважити, що аналіз та синтез у логічному методі не виділяються в окремі форми. Як зауважував Г. Гегель: цей настільки ж синтетичний, як і аналітичний момент судження в силу якого початкове загальне визначає себе з самого себе як інше по відношенню до себе, повинен бути названий діалектичним [21].

При застосуванні цього логічного методу зрозумілим є зміст усіх задач, які необхідно вирішити для формування знань про існування та діяльність організованого цілого. Формуючи особливості сучасних комп'ютерних систем, С. Осуга відмічав, що сучасним вимогам відповідає:

- найбільш підходящий тип проблем аналіз та синтез;
- можливі форми представлення: мовний опис другого етапу, часткове представлення третього та четвертого етапів;
- масштаб вирішуваних проблем: великий [6, с. 175].

При цьому, С. Осуга наступним чином визначає чотири етапи представлення проблеми, а саме: етап відбору (інформації немає); етап перевірки (декларативне представлення в довільній формі); етап експерименту (дані у кількісній формі); етап математичних моделей (можливе процедурне представлення).

Таблиця 10.2 – Результати порівняння методів формування знань

	Логічний метод (друга гіпотеза) [21]	Формальні теорії (перша гіпотеза) [5-8]
Суб'єкти реалізації методу	Людина	Обчислювальна машина
Наукова проблема	Пізнання знань про існування та діяльність організованого цілого.	Розробка методів аналізу та синтезу в задачах існування об'єктів предметної області та навколишнього середовища
Вихідні гіпотези	<i>Первинним</i> у формуванні логічного методу є найдосконаліший об'єкт дослідження (Б. Спіноза)	<i>Первинними</i> є проблеми аналізу та синтезу при рішенні задач предметної області
Методи дослідження	Логічний метод на основі діалектичного відношення «загальне» – «конкретне»	Методи формальної логіки
Об'єкт дослідження	Організоване ціле	Об'єкти предметної області та навколишнє середовище
Предмет дослідження	Принцип діалектичних відношень у організованому цілому	Визначення форми відношень між об'єктами предметної області і навколишнім середовищем
Задачі дослідження	Визначення принципу, формуючого організоване ціле (аналіз)	<i>Проблеми аналізу.</i> Відомі сутності і навколишнє середовище, треба визначити характеристики
	Визначення кількості елементів у складі організованого цілого (синтез)	<i>Проблеми синтезу.</i> Відомі характеристики і навколишнє середовище і необхідно визначити сутності

	Визначення принципу діяльності організованого цілого (синтез)	Проблеми оцінки зовнішнього середовища коли відомі сутності та характеристики
	Визначення фактору, який реалізує діяльність організованого цілого (сінтез)	
	Визначення факторів, які розкривають зміст процесів смислового мислення та смислової діяльності (синтез)	
	Формування та доведення аксіом, які визначають правила організації та діяльності організованого цілого	
	Формування правил організації та діяльності організованого цілого	

Згідно цієї тези основна увага зосереджується на формулюванні проблеми та методу її рішення. Поза увагою залишається проблема визначення складу та змісту саме знань, як таких для цілого. Саме відсутність визначення на початку дослідження об'єктів предметної області у формі цілого (організованого цілого) й породжує необхідність пристосовувати комп'ютер до вирішення вказаних проблем.

Результатом застосування розглянутих методів є відповідні *моделі представлення знань* про об'єкти предметної області та їх характеристики. Виникає задача дослідження моделей представлення знань, в основі яких лежать досліджені логічні методи.

10.5. Аналіз моделей представлення знань інтелектуальних систем

Всі відомі моделі *представлення знань* можуть бути поділені на логічні та евристичні. В основі логічних моделей лежить поняття формальної теорії. При цьому, формальні теорії реалізуються на основі *дедуктивного* та *індуктивного* методів логічних виводів (заклучень). До дедуктивного типу належать методи числення предикатів та конкретні системи продукцій. До

індуктивного типу належать методи логіки відношень (псевдофізичні логіки) [32 Попов, с. 67]. Згідно Е.В. Попову [32, с. 67] в логічних моделях представлення знань відношення, які існують поміж окремими одиницями знань, виражаються тільки з допомогою тих небагатих засобів, які представляються синтаксичними правилами використовуваної формальної системи. На відміну від формальних моделей евристичні моделі мають різноманітний набір засобів, які передають специфічні особливості тієї чи іншої проблемної області. Саме тому евристичні моделі перевершують логічні, як по можливостям представляти проблемну область, так і по ефективності використовуваних правил виводу. До евристичних моделей, які використовуються в експертних системах, можливо віднести мережеві, фреймові та продукційні моделі.

Виникає додаткова задача більш детального визначення змісту поняття «евристика».

Отже, застосовується дві форми моделей знань, а саме:

- логічні (формальні) моделі представлення знань;
- евристичні моделі представлення знань.

Постає задача розгляду вказаних форм *моделей* та їх порівняння. Слід зауважити, що на цей час загально визнаними об'єктами предметної області в яких застосовуються знання є інтелектуальні системи (ІС) двох типів, а саме [1]: *функціональні* ІС на основі природного інтелекту та *інформаційні* ІС на основі штучного інтелекту.

Зрозуміло, що вказані моделі представлення знань можуть застосовуватися в кожній з вказаних інтелектуальних систем. Перейдемо до розгляду застосування визначених моделей знань у вказаних інтелектуальних системах.

10.5.1. Логічні моделі знань інформаційних систем на основі формальної теорії

Системи, засновані на знаннях – підклас інтелектуальних систем, що роблять знання предметної області явними і відокремлюють їх від іншої частини системи. Основою таких систем є бази знань, а також підсистема логічних висновків [33].

Експертні системи – підклас систем, заснованих на знаннях, що застосовують експертні знання до складних задач реального життя. Задачі, що вирішуються інтелектуальними системами у проблемній області, класифікують:

- за ступенем зв'язності правил: зв'язні та малозв'язні;
- з точки зору розробника, статичні і динамічні;
- за класом вирішуваних задач: розширення, до визначення, перетворення [33].

Обробка природної мови у цій теорії проводиться на основі двох гіпотез про знакові системи, які призначені для обробки даних, а також знань і на яких базуються дослідження зі штучного інтелекту [32]:

– *гіпотеза символічних систем*. Символічні системи мають необхідні та достатні засоби для здійснення інтелектуальних дій;

– *гіпотеза пошуку*. Рішення задач можуть бути представлені у вигляді символічних структур. Символічні системи вирішують задачі за допомогою пошуку, тобто вони генерують потенціальні рішення і поступово модифікують їх, поки вони не будуть задовольняти умовам пошуку».

З аналізу проблем методологій маніпулювання знаннями для інтелектуальних інформаційних систем на основі штучного інтелекту слідує, що *умови кожної вирішуваної задачі є унікальними*, виникає проблема засвоювання знань для кожної з цих задач. Н. Нільсон зауважує, що формалізація знань та реалізація баз знань є основними задачами при створенні великих систем штучного інтелекту. Сотні правил та тисячі фактів, які потрібні для багатьох з цих систем, зазвичай отримуються шляхом інтерв'ювання експертів в даній області застосування. Методи автоматизації процесу засвоювання знань забезпечили б основний прогрес в техніці штучного інтелекту [2, с. 331].

Дивно, ведучи мову про знання, не ставиться питання про *зміст* знань. В той же час основним є питання, *про що знання?* З наведеного вище слідує, що принципово знання можуть бути про *існування* об'єктів предметної області, а також про їх *діяльність*. Інших знань не існує.

Знання про *існування* об'єктів предметної області структуруються у формі баз даних.

Вважається що саме ці дані є джерелом знань. При цьому, вводиться поняття «поведінка» об'єктів предметної області. Виникає поняття великих даних, на основі інтелектуального аналізу яких формуються знання про *поведінку* відповідних об'єктів предметної області. Але ж знання про *поведінку* є лише частиною знань про *діяльність* організованого цілого.

Не вирішуючи проблему про зміст знань (про що знання) основною визнають проблему «формалізації» знань, яка передбачає, перш за все процеси «засвоювання» знань. Це приводить до засвоювання «сотень правил та тисяч фактів», які потім формуються у базу знань, замість засвоювання знань про діяльність одиниці діяльності. Зрозуміло, що «сотні правил та тисячі фактів» вимагають відповідних способів автоматизації засвоювання знань, а саме:

- побудови спеціальних редагуючих систем;
- інструктування та навчання обчислювальних систем за допомогою звичайної співбесіди з людиною;
- навчання систем III важливим знанням безпосередньо на своєму досвіді [2, с. 331].

Характеризуючи спеціальні редагуючі системи Н. Нільсон зауважує, що за суттю, всі великі системи III повинні мати систему редагування бази знань будь-якого типу, яка полегшує процес додавання, викреслювання та зміни фактів та правил в міру розвитку системи [2, с. 331].

З приводу цього виникає питання, чи можливим є формування архітектури логічної моделі бази знань, у якій вже *заздалегідь встановлено*

метод засвоювання правил та фактів для відповідної предметної області? Адже у цьому випадку кардинально спростився б процес формування цієї бази знань?

Нарешті, розглядаючи третю з категорій проблем, яка пов'язана з адекватністю процесів штучного інтелекту та формальних представлень при вирішенні таких питань, як знання, цілі, думки, плани та самоаналіз Н. Нільсон зауважує [2, с. 333], що є такі види знань, які зазвичай застосовуються людьми при вирішенні проблем та спілкуванні по між собою, але які представляють певні труднощі для логіки першого порядку та систем ШІ взагалі. Прикладами можуть бути знання не надійні, чи невизначені в різних відношеннях, звичайні правдиві міркування про причину та наслідок, знання про плани та процеси, пропозиції, цілі свої та інших осіб, знання про знання....

Деякі дослідники прийшли до висновку, що формальні логічні побудови зовсім не підходять для роботи з поняттями такого виду і повинні бути розроблені зовсім інші схеми представлення. Інші дослідники вважають, що достатньо «деякого доповнення до логіки першого порядку... щоб охопити знання та процеси, які використовуються людиною.»

Ця категорія проблем стосується смислової діяльності людей яка оперує «звичайними правдивими міркуваннями про причину та наслідок, знаннями про плани та процеси, пропозиції, цілі свої та інших осіб, знаннями про знання». Як показано у роботах [33, 34] для засвоювання таких знань потрібна інша логіка, а саме: діалектична, у формі четвертої та п'ятої евристик.

В кінцевому рахунку Н. Нільсон відмічає [2, с. 336]: «Ми б хотіли будувати системи, які знають або ж можуть логічно вивести, чи знають вони деякі факти та правила про об'єкти, не вдаючись до перегляду своїх великих баз знань в пошуку цих елементів. Ми б хотіли також, щоб системи мали знання про те, коли і як використовувати інше знання... . Метарівень знань також є легким шляхом для рішення багатьох проблем.»

Виникає питання, чому формальні логічні побудови зовсім не підходять для роботи з поняттями такого виду, як «знання, цілі, думки, плани та самоаналіз»?

З цього приводу слушними є наступні зауваження М. Мінського про те, що логічні міркування недостатньо гнучкі і не можуть служити основою для мислення; вони видаються мені у вигляді набору евристичних методів, ефективних тільки тоді, коли застосовуються до спрощених схематичних планів. Сумісність, яка вимагається логікою, в інших аспектах зазвичай не забезпечується і, ймовірно, навіть небажана, оскільки сумісні системи за своїми можливостями будуть, мабуть, недостатньо потужними [35].

Якщо Е.В. Попов [32, с. 67] розглядає формальну теорію та евристики як *різні* методи маніпулювання знаннями, то М. Мінський їх *ототожнює*, вказуючи, що «логічні міркування <на основі формальної теорії>... видаються мені у вигляді набору евристичних методів».

Виникає протиріччя у формі антиномії:

– логічні міркування на основі формальної теорії формуються у вигляді набору евристичних методів;

– евристичні методи не формуються на основі формальної теорії.

Наступне (друге) зауваження М. Мінського стосується його сумніву в можливості ефективного представлення звичайних знань у вигляді сукупності простих, незалежних, «істинних» тверджень [35].

Для цього необхідно спочатку визначити критерій істинності знань. У першому розділі нами у якості такого критерію визначено, що істинними є знання про *існування та діяльність організованого цілого*. У роботі [31] визначено зміст знань у формі гіпотез, визначень понять та правил організації та діяльності організованого цілого (див. табл. 1).

10.5.2. Логічні моделі знань інформаційних систем на основі евристик

Інтелектуальні системи – найбільш загальний клас систем, які демонструють інтелектуальне поведіння вмілим застосуванням евристик. Евристика є правилом впливу, що у машинному вигляді подає деяке знання, набуте людиною в міру накопичення практичного досвіду вирішення аналогічних проблем. Такі методи є приблизними в тому змісті, що, по-перше, вони не вимагають вичерпної вихідної інформації, і, по-друге, існує визначений ступінь упевненості (чи непевності) у тому, що запропоноване рішення є вірним [36]

У роботі [37] виконано дослідження евристик, які запропоновані О. Г. Івахненком для застосовуються в теорії штучного інтелекту. При цьому, розглядаються системи евристичної самоорганізації. О.Г. Івахненком запропоновано три форми евристик, а саме:

- перша евристика – вибір елементарних алгоритмів;
- друга евристика – вибір критеріїв оцінки та алгоритмів їх зміни;
- третя евристика – вибір інтегральних дій та схеми їх здійснення [37].

Система евристичної самоорганізації згідно О.Г. Івахненку забезпечує вирішення задачі пошуку «оптимального по складності алгоритму переробки інформації» на основі законів *селекції*. Окрім того, самоорганізація стосується діяльності з *переробки інформації*. При цьому, склад та зміст оброблюваної інформації невідомий. Натомість відомі задачі, які необхідно вирішувати з застосуванням цієї інформації, а саме: *розпізнавання образів* та вибору *правильної гіпотези* при прийнятті рішень [37, с 66].

Згідно Е.В. Попову до евристичних моделей, які використовуються в експертних системах, можливо віднести мережеві, фреймові та продукційні моделі [32]. Нажаль, відносячи ці моделі до евристичних, Е.В. Попов не визначає форму цих евристик (евристичних правил). Ця задача потребує вирішення у ході подальших досліджень.

У наведених тезах зміст поняття «евристика» визначається по різному.

Н. Нільсон, розглядаючи проблемні області, які вочевидь є дуже важливими для подальшого прогресу у штучному інтелекті поділяв їх на три категорії [2, с. 329]:

- перша з них стосується нових принципів архітектури систем III та перспектив, очікуваних від паралельної та розподіленої обробки;
- друга категорія обіймає проблеми вилучення знань та навчання;
- проблеми третьої категорії пов'язані з адекватністю процесів штучного інтелекту та формальних представлень при вирішенні таких питань, як *знання, цілі, думки, плани та самоаналіз*.

Розглядаючи першу з категорій проблем, яка пов'язана в тому числі й з *організацією пам'яті* Н. Нільсон зауважував, що одним з найбільш важливих питань, які стоять перед конструктором, який намагається реалізувати систему штучного інтелекту, є питання про те, як організувати *структуру бази знань з бази фактів та правил*, щоб доступ до відповідних елементів був легким [2, с. 329–330].

Він також підкреслював, що ймовірно, найбільш важливим аспектом представлень, близьких до фреймів (системи блоків, та семантичні мережі) є вбудовані механізми індексації. Справді, автори мови KRL – Бороу та Виноград – приділяють особливу увагу тому, що конструктору необхідно дати можливість організувати пам'ять у вигляді сукупності таких частин, які є найбільш підходящими для задачі, яка вирішується. Ми чекаємо, що робота в цих напрямках буде продовжена по мірі створення систем, які повинні використовувати сотні тисяч фактів та правил [2, с. 329–330].

З цього слідує, що *організація пам'яті* повинна здійснюватися «у вигляді сукупності таких частин, які є найбільш підходящими для задачі, яка вирішується», тобто відповідати умовам задачі. З цього слідує, що *евристичним правилом* для представлень знань близьких до фреймів є: *організацію пам'яті необхідно формувати у вигляді сукупності таких частин, які є найбільш підходящими для задачі, яка вирішується*. У подальшому це евристичне правило будемо визначати як перша евристика Н. Нільсона.

Стосовно цієї евристики виникає питання, вирішувані задачі є унікальними, чи вони можуть бути єдиними для відповідного класу задач? З цього слідує антиномія у формі протиріччя:

- умови кожної вирішуваної задачі є унікальними;
- умови вирішуваної задачі є ізоморфними для відповідного класу задач.

Тут знову виникає проблема, яка вже досліджувалась у першому розділі для логічних методів, а саме: що є первинним при дослідженні предметної області: визначення об'єкту, чи визначення методу його дослідження? Для логічного методу (Б. Спіноза та Г. Гегель) показано, що представлення об'єкту предметної області у формі організованого цілого є первинним. Для задачі також необхідно визначити, що є первинним: форма задачі, чи метод її вирішення?

У теорії інтелектуальних інформаційних систем на основі штучного інтелекту питання про форму задач предметної області ставиться *без співвідношення задач з об'єктами предметної області*.

А отже й задача формування *структури бази знань з бази фактів та правил* вирішується для кожної конкретної області окремо!

М. Мінський висловлює думку про те, що *стратегія повного відділення конкретних знань від загальних правил виведення занадто радикальна*. Він підкреслює, що є потреба в розробці більш безпосередніх способів з'єднання фрагментів знань, що дозволяють дати пораду, яким чином їх слід використовувати [35].

В теорії інтелектуальних функціональних систем показано, що на основі четвертої та п'ятої евристик [33, 34] можливим є формування логічних моделей знань про діяльність організованого цілого. При цьому, ці логічні моделі знань мають *відкрити* чотирьох матричну архітектуру, сформовану на основі пари процесних та пари ресурсних факторів, які характеризують діяльність організованого цілого. Склад та зміст знань для відповідних чарунок матриць визначається змістом елементів відповідних факторів. При такому підході здійснюється відділення конкретних знань від загальних правил виведення (евристик).

М. Мінський характеризує дедуктивний метод виведення підкреслював, що декларативна форма подання інформації, яку довгий час вважали найбільш підходящою для проведення дедуктивних висновків, виявилася не настільки вже необхідною, бо ми знайшли способи маніпуляції структурними і процедуральними описами. Він підкреслював, що я не збираюся стверджувати, що мислення багато в чому може самостійно розвиватися без чогось подібного міркуванням. Ми, без сумніву, потребуємо і використовуємо елементи силогістичної дедукції, проте їх застосування повинно підкорятися процесам «узгодження» і «конкретизації», викликаним до життя іншими функціональними потребами [35].

Виникає питання, чи пов'язані поміж собою дедуктивні (а можливо й індуктивні) висновки з логічним виведенням у формі діалектичної єдності понять «загальне» – «конкретне». Відповідь на це питання планується отримати у подальших дослідженнях.

Далі М. Мінський зауважує, що до традиційної формальної логіки слід підходити як до технічного інструменту для уточнення всього, що може бути виведено з деякої безлічі даних або для підтвердження того, що дане слідство можна отримати абсолютно певним чином; *формальна логіка абсолютно непридатна для обговорення того, яка інформація потрібна і що повинно виводитися за звичайних обставин*. Подібно абстрактній теорії синтаксису формальна логіка потребує могутньої процедуральної семантики, без якої вона просто безсила в складних проблемних ситуаціях [35].

Отже, якщо «формальна логіка абсолютно непридатна для обговорення того, яка інформація потрібна і що повинно виводитися за звичайних обставин», то діалектична логіка у формі відношень «загальне» \supset «особливе» \supset «конкретне» та «загальне» \supset «конкретне», якраз і забезпечує синтез істинних знань про існування та діяльність цілого (організованого цілого).

Можливим є формування наступної гіпотези: процедуральна семантика повинна ґрунтуватися на основі п'ятої евристики, а саме: архітектури логічних моделей смислового мислення та смислової діяльності формуються з

застосуванням визначених для кожної моделі двох пар факторів, елементи кожної з яких пов'язані причинно-наслідковими відносинами, які за *сміслом* відповідають парам *процесних* та *ресурсних* факторів, та відповідають *архітектурі* декартової системи координат [33, 34].

З цього приводу слушною є наступна думка Г. Гегеля щодо ролі формальної логіки [21, с 18]: «Логіка зазнала не настільки сумну долю, як метафізика. Забобон, ніби логіка навчає мислити, в цьому раніше бачили її користь і, отже її мету (це схоже на те, як якщо б сказали, що тільки завдяки вивченню анатомії і фізіології ми навчимося перетравлювати їжу і рухатися), – цей забобон давно вже зник, і дух практичності приготував їй мабуть, не кращу долю, ніж її сестрі. Проте, ймовірно через принесення нею деякої формальної користі, їй було залишене місце серед наук, і її навіть зберегли в якості предмета публічного викладання Але абсолютно марне бажання зберегти форми колишнього освіти, коли змінилася субстанціональна форма духу.»

10.5.3. Моделі знань для інтелектуальних функціональних систем

В той же час, в теорії інтелектуальних *функціональних* систем на основі природного інтелекту у формі «організованих цілих», при розгляді організації її діяльності основна увага зосереджена на визначенні змісту поняття «одиниця діяльності», а також змісту поняття «задача» для цієї одиниці [31]. У таблиці 10.3 визначено зміст поняття «одиниця діяльності» та зміст задач які формують цю одиницю.

Таблиця 10.3 – Зміст поняття «одиниця діяльності» для організованого цілого

Поняття за Б. Спінозою	Зміст поняття «організована діяльність»	Склад поняття «одиниця діяльності»	Елементи поняття «одиниця діяльності»
«субстанція»	«одиниця діяльності»	цілісна діяльність, що складається з двох частин у формі задач	проект майбутнього результату і кінцевий результат – частини одиниці діяльності – загальне в пізнанні
«атрибут»	«рух частин одиниці діяльності»	об'єднання двох задач через механізм забезпечення відповідності	механізм забезпечення відповідності результатів вирішення задач – особливе в пізнанні
«модус»	«стан частин одиниці діяльності»	діалектична протилежність форм задач	задача формування проекту майбутнього результату – загальне в пізнанні; задача

			досягнення кінцевого результату – <i>конкретне в пізнанні</i>
--	--	--	---

Зміст поняття «одиниця діяльності» полягає у наступному:

- проект майбутнього результату відноситься до поняття «загальне в пізнанні», оскільки він є продуктом діяльності свідомості, його формування визначає зміст першої задачі;
- кінцевий результат є «конкретним в пізнанні», його формування визначає зміст другої задачі;
- зміст *результату діяльності організованого цілого* полягає у відповідності результатів вирішення вказаних задач.

З наведеного слідує, що в базі знань для організованого цілого повинні структуруватися (придбаватися, оброблятися, формуватися, представлятися,) знання про *одиницю діяльності* організованого цілого.

Виходячи з того, що задачі, які вирішуються частинами організованого цілого є ізоморфними по складу та змісту знань, формування архітектури бази знань можливе на основі формування знань та їх відповідної структуризації для однієї з задач [31].

Додатковою проблемою, яка в теорії інтелектуальних систем на основі штучного інтелекту навіть не ставиться, є проблема формування бази знань для задачі забезпечення відповідності результатів вирішення двох задач, які формують одиницю діяльності для організованого цілого. Рішення цієї задачі забезпечується механізмом забезпечення відповідності, який входить до складу функціональної системи [31].

Практичне застосування розроблених моделей представлення знань для формування архітектури бази знань наведено у роботі [38].

10.6. Технологічні аспекти теорії знань з урахуванням тенденцій розвитку Індустрії 4.0, 5.0 та проблем безпеки

З точки зору розвитку технологій Індустрії 4.0, 5.0 важливими є аспекти:

- переходу від людино-комп'ютерної взаємодії до людино-комп'ютерної кооперації, включаючи спільне генерування та аналіз знань, що потребує розроблення та імплементації спеціальних інтерфейсів та спільних баз знань;
- впровадження інтернету знань (Internet of Knowledges), інтернету мислення (Internet of Thinking), інтернету штучного інтелекту (Internet of Artificial Intelligence) та інтернету (природнього) інтелекту (Internet of Intelligence);
- віртуалізації просторів фізичної та штучної (доповненої і міксованої) реальності, віртуальних просторів знань;

У роботі [22] розроблено інтегровану модель інформаційного представлення організації у якій застосовуються моделі мислення та

сміслового мислення яку можливо розглядати як інтегровану модель інформаційного представлення організації (рис. 10.1).

Схема трансформації «дані – інформація – знання – інтелект – діяльність»

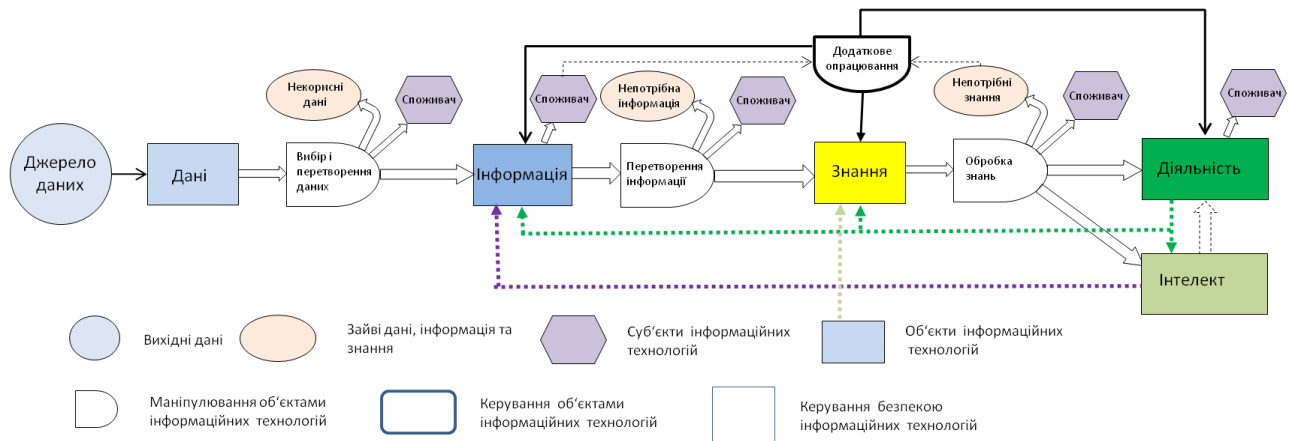


Рисунок 10.1 – Інтегрована модель перетворення даних при інформаційному представленні організації

В цій моделі на початковому етапі здійснюється вибір та перетворення вихідних даних, які формуються в процесі діяльності організації. Під час перетворення дані відображаються у поняття і таким чином визначаються як інформація, яка у свою чергу забезпечує формування знань про закономірності процесів, які реалізуються організацією і складають зміст її діяльності.

Слід відзначити, що згідно міжнародного стандарту ISO 19439 «Інтеграція підприємства» підприємство пропонується представляти у наступних формах:

- функціональне представлення;
- організаційне представлення;
- ресурсне представлення;
- інформаційне представлення.

У той же час в даному стандарті відсутні рекомендації та вимоги щодо розробки відповідних моделей для наведених представлень, в тому числі й для інформаційного представлення. Увага зосереджена на формуванні моделі простору моделювання інтегрованого представлення підприємства.

На кожному з етапів перетворення реалізуються наступні процеси. Перший процес пов'язаний з вилученням даних, інформації та знань, які є недостовірними, надлишковими, або некорисними. Другий процес пов'язаний з використанням отриманих даних, інформації та знань зацікавленими особами. Третій процес передбачає додаткове опрацювання інформації та знань з метою підвищення їх цінності.

Сформовані вказаним способом знання про діяльність застосовуються для прийняття рішень при управлінні цією діяльністю.

Важливим елементом моделі є блок «Інтелект», який формує систему управління за зворотним зв'язком блоками «Інформація» та «Знання» на основі

знань про діяльність. Цей контур управління забезпечує відповідність інформації та знань вимогам до цих факторів з боку процесів, які реалізуються в організації.

Наявність інтегрованої моделі інформаційного представлення організації (рис. 10.1) забезпечує перехід до вирішення наступної задачі: – задачі інтегрованого управління усіма визначеними складовими інформаційного представлення організації. Для формування такої системи пропонується спочатку виділити в її структурі відповідно «джерела» інформації, знань та інтелекту (рис. 10.2).

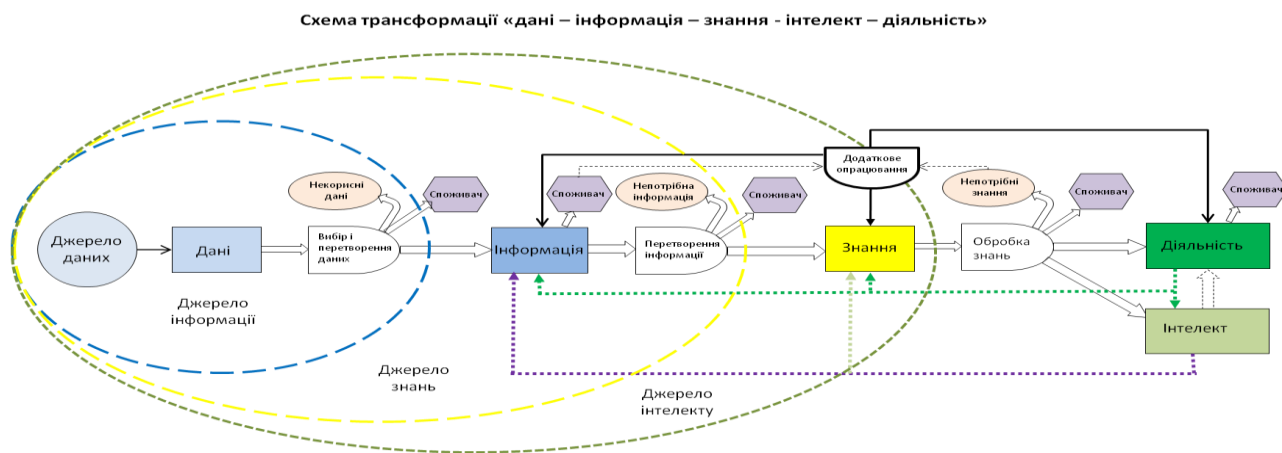


Рисунок 10.2 – Джерела інформації, знань та інтелекту у моделі перетворення даних

Дане представлення моделі інформаційного представлення організації є основою для формування у складі системи відповідних контурів керування для даних, інформації, знань та діяльності/інтелекту (рис. 10.3).



Рисунок 10.3 – Інтегрована модель перетворення даних з контурами управління даними, інформацією, знаннями та діяльністю/інтелектом

Дані контури забезпечують управління за законом зворотного зв'язку. При цьому, поміж вказаними контурами додатково організовано зв'язок від блоку «Керування діяльністю/інтелектом» до блоку «Керування даними», що забезпечує узгодження законів керування у вказаних контурах управління.

Особливістю даної моделі є те що до її складу у явній формі включено діяльність, яка реалізується на основі закономірностей природного інтелекту і сформовано відповідний контур керування «Керування діяльністю/інтелектом».

Таким чином, встановлення саме діалектичної форми відношень поміж поняттями «дані» \triangleleft «інформація» \triangleleft «знання» забезпечує в кінцевому рахунку формування інтегрованої моделі інформаційного представлення організації з взаємопов'язаними та взаємно обумовленими контурами управління даними, інформацією, знаннями та діяльністю/інтелектом.

Зазначимо, що в кожному з контурів можуть бути виокремлені загрози щодо порушення цілісності та конфіденційності даних, інформації тощо, а також визначені відповідні контрзаходи для мінімізації ризиків кібервтручань та їх наслідків [39]. На цій підставі можемо побудувати інтегровану модель перетворення і управління безпекою інформації в кібернетичній системі.

10.7. Висновки

1. На підставі аналізу *основних положень теорії знань* визначено, що існує два підходи до формування знань про об'єкти предметної області, а саме:

– перший підхід засновано на гіпотезі про те, що методи маніпулювання знаннями *не залежать* від об'єктів предметної області, і джерелами цих знань є, або експерт (для експертних систем), або дані про поведінку суб'єктів предметної області (в теорії інтелектуального аналізу даних);

– другий підхід засновано на гіпотезах Б. Спінози, та Г. Гегеля про те, що *істинними* знаннями можуть бути тільки знання про ціле (організоване ціле), яке визнається найдосконалішим об'єктом (істотою) та формується на основі діалектичного відношення «загальне» – «конкретне».

2. Основною проблемою є визначення форми об'єктів предметної області для яких формуються відповідні дані та/або знання. Встановлено, що поряд з предметними областями в яких об'єкти є унікальними для визначеної предметної області, наприклад для баз даних та баз знань, існує унікальний об'єкт у формі цілого (організованого цілого). Згідно Ф. Енгельсу пізнаними можуть бути тільки відношення. Виникає питання, які відношення у теорії знань є визначальними?

3. Пропонується у якості основного відношення теорії знань визнати встановлене відношення визначених форм об'єктів предметних областей. У формальній теорії дане відношення не розглядається. Навпаки, в логічному методі Г. Гегеля дане відношення може бути сформовано у формі діалектичної єдності понять: «загальне» \triangleright «конкретне». Приймаючи у якості загального поняття «ціле», а у якості конкретного поняття «предметна область» можливим

є визначення цього відношення у формі – «ціле» \triangleright «предметна область». Це відношення є конкретним проявом четвертої евристики згідно [33].

Похідною від визначеної проблеми, є проблема класифікації знань, які формуються для відповідних предметних областей. Для цілого пропонується формувати знання у двох формах, а саме знання про об'єкти предметної області в їх існуванні та в їх діяльності.

4. Наступним фундаментальним відношенням яке реалізується при формуванні знань як для цілого, так і для конкретної предметної області є логічні відношення, які встановлюються поміж поняттями при формуванні знань. З одного боку існує набір правил виведення (індуктивний вивід, дедуктивний вивід, абдуктивний вивід тощо, а з іншого боку існує правило діалектичного виведення у формі «загальне» \triangleright «конкретне». Виникає питання, чи існує зв'язок поміж вказаними двома формами правил виведення, чи ні? Відповідь на це питання планується визначити у подальших дослідженнях.

5. З аналізу проблем *методологій маніпулювання знаннями* про об'єкти предметної області слідує, що основною відмінністю є зміст *гіпотез*, які покладено в основу підходів. При цьому, в логічному методі на основі принципу діалектичного відношення «загальне» – «конкретне» спочатку визначається об'єкт дослідження, а потім формується відповідний метод дослідження. Слід також зауважити, що аналіз та синтез у логічному методі на основі принципу діалектичного відношення «загальне» – «конкретне» не виділяються в окремі форми.

6. Аналіз моделей знань для інтелектуальних інформаційних систем показав, що виникає протиріччя у формі антиномії:

– логічні міркування на основі формальної теорії формуються у вигляді набору евристичних методів;

– евристичні методи не формуються на основі формальної теорії.

Виходячи з зауваження М. Мінського, яке стосується його сумніву в можливості ефективного представлення звичайних знань у вигляді сукупності простих, незалежних, «істинних» тверджень слідує, що необхідно *спочатку* визначити критерій істинності знань. У першому розділі у якості такого критерію визначено, що *істинними* є знання про існування та діяльність *організованого цілого*.

7. У теорії інтелектуальних інформаційних систем на основі штучного інтелекту питання про форму задач предметної області ставиться *без співвідношення задач* з об'єктами предметної області. А отже й задача формування *структури бази знань* з бази фактів та правил вирішується для кожної конкретної області окремо. Отже, якщо «формальна логіка абсолютно непридатна для обговорення того, яка інформація потрібна і що повинно виводитися за звичайних обставин», то діалектична логіка у формі відношень «загальне» \triangleright «особливе» \triangleright «конкретне» та «загальне» \triangleright «конкретне», якраз і забезпечує синтез істинних знань про існування та діяльність цілого (організованого цілого).

8. Виходячи з аналізу перспектив розвитку теорії знань, важливим є висновок, що існує три наступні напрямки, а саме:

- організація структури бази знань з бази фактів та правил, щоб доступ до відповідних елементів був легким;

- удосконалення процесів засвоювання знань на основі автоматизованих редагуючих систем, реалізація діалогу людина – комп'ютер на природній мові;

- розроблення адекватних методів теорії знань при вирішенні таких питань, як знання, цілі, думки, плани та самоаналіз.

При цьому існує суперечність у теорії знань у формі антиномії:

- деякого доповнення до логіки першого порядку достатньо щоб охопити знання та процеси, які використовуються людиною;

- формальні логічні побудови зовсім не підходять для роботи з поняттями такого виду і повинні бути розроблені зовсім інші схеми представлення.

Для другої тези важливим є метарівень знань, який «є легким шляхом для рішення багатьох проблем». Виникає питання, які знання є основою цього мета рівня? Природно припустити, що знання цього рівня формуються в теоріях, які досліджують конкретні предметні області. Наприклад, якщо мова йде про організації, то для них активно розвиваються теорії, які описують її діяльність у формі загальної теорії фірми [40]. Отже, існує щонайменше два джерела знань про організацію, а саме: експерти, кожний з яких має суб'єктивне уявлення про предметну область, та відповідні теорії організації.

9. Згідно [41] існує поділ теоретичного дослідження організації на дві частини, а саме: з точки зору управління організацією – системи управління; з точки зору організації виробничих процесів – як об'єкту управління. Ці частини теорії організації розвиваються окремо, незалежно одна від одної. Тому, основним джерелом знань залишається експерт. Навіть в теорії інтелектуальних систем, яка розвивалася К. О. Пупковим, запропоновано застосування експертної системи для формування рішення про дію [28].

Отже, *метазнання* про організацію та її діяльність мають включати знання про закономірності реалізації технологічних процесів та закономірності управління ними, тобто знання, які пов'язані з третьою з категорій проблем, а саме «з адекватністю процесів штучного інтелекту та формальних представлень при вирішенні таких питань, як знання, цілі, думки, плани та самоаналіз».

З цієї точки зору, теорію функціональних систем П. К. Анохіна слід розглядати як джерело *метазнань* для опису формування та діяльності організації [4]. Адже в ній у *явній* формі ставиться завдання формування цілі діяльності у формі проекту майбутнього результату на основі чотирьох визначених форм збуджень (метрик даних), а також завдання реалізації діяльності по досягненню встановленого проекту.

Тому вирішення третьої категорії проблем можливе шляхом переходу від вирішення проблем пов'язаних з «адекватністю процесів штучного інтелекту та формальних представлень при вирішенні таких питань, як знання, цілі, думки, плани та самоаналіз» до адекватності процесів *природного*

інтелекту та логічних «представлень при вирішенні таких питань, як знання, цілі, думки, плани та самоаналіз».

10. Розвиток інтелектуальних індустріальних технологій передбачає:

- перехід від людино-комп'ютерної взаємодії до людино-комп'ютерної кооперації, яка полягає у спільному генеруванні та аналізі знань, що потребує розроблення та імплементації спеціальних інтерфейсів і спільних баз знань;
- впровадження інтернету знань (Internet of Knowledges), інтернету мислення (Internet of Thinking), інтернету штучного (Internet of Artificial Intelligence) та природнього (Internet of Intelligence) інтелекту;
- віртуалізацію просторів фізичної та штучної (доповненої і міксованої) реальності, віртуальних просторів знань.

Література

1. Доценко С. І. Про природний та штучний інтелект кібернетичних систем [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2019, № 3(91). С. 4-18.
2. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта : Пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1985. – 376 с., ил.
3. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта : Пер. с франц. – М. : Мир, 1990. – 38 л., ил.
4. Anokhin, P.K. Biology and Neurophysiology of the Conditioned Reflex and its Role in Adaptive Behavior. Pergamon PressPubl., Oxford, 1974. Doi: 10.1016/C2013-0-02871-X.
5. Представление и использование знаний : Пер. с япон. / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М. : Мир, 1990. – 12л. ил.
6. Осуга С. Обработка знаний : Пер с япон. – М. : Мир, 1989. – 293 с., ил.
7. Приобретение знаний : Пер. с япон. / Под ред. С. Осуга, Ю. Саэки. – М. : Мир, 1990. – 17л. ил.
8. Нонака Икуджиро, Такеучи Хиротака Компания создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / Пер. с англ. А. Трактинского|. ЗАО «Олимп-Бизнес», 2011. - 384 с.
9. N. Plyasunov, D. Kudryavtsev, L. Kokoulina. The tools and methods of capturing knowledge from customers: empirical investigation// Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS 2017), September, 3-6, Prague, Czech Republic, ACSIS, 2017, No 11. P. 1099-1107.
10. Knowledge management. Theory and practice/ Ushakov A.I. (edit). – Moscow, YuoRight, 2017, 255p.
11. Denting W. E. (1986). The new economics for industry, education, government / W. E. Dcming. - Cambridge, MA : MIT Center for Advanced Engineering Study.
12. Козлов В. Н. Интеллектуальные технологии и теория знаний. СПб.: Изд. Политехнического университета, 2012. 157 с.

13. Richard J. Torraco A Theory of Knowledge Management First Published February 1, 2000 Other Volume: 2 issue: 1, page(s): 38-62 <https://doi.org/10.1177/152342230000200105>
14. Sheela K., Priya C. Information Retrieval In Business Industry Using Blockchain Technology and Artificial Intelligence / Deep Natural Language Processing and AI Applications for Industry 5.0 2021. pages 204-219. DOI: 10.4018/978-1-7998-7728-8.ch0011.
15. Jayashree Rajesh, Priya Chittj Babu Significance of Natural Language Processing in Data Analysis Using Business Intelligence / Deep Natural Language Processing and AI Applications for Industry 5.0 2021. pages 169-138. DOI: 10.4018/978-1-7998-7728-8.ch009.
16. Pankaj Dadure, Partha Pakray and Sivaji Bandyopadhyay Mathematical Information Retrieval Trends and Techniques / Deep Natural Language Processing and AI Applications for Industry 5.0 2021. Pages: 74-92. DOI: 10.4018/978-1-7998-7728-8.ch005
17. Lancaster John. Basic concepts of information technology: ECDL - the European PC standard. Springer, 2000, 109 p.
18. Dotsenko S. Intellectual systems: a principle of heuristic self-organization, Radioelectronics and Computer Systems, 2020, № 1(93), pp. 4-16.
19. Peter F. Drucker, Managing for the future-the 1990's and beyond, Butterworth Heinemann, Oxford, 1992, 281 p.
20. Dotsenko, Sergiy, Oleg Illiashenko, Sergii Kamenskyi, and Vyacheslav Kharchenko. Integrated Security Management System for Enterprises in Industry 4.0." Information & Security: An International Journal 43, no. 3, 2019, pp. 294-304.
21. Hegel, G. W. F. Hegel's Science of Logic. Allen & Unwin. 1969.
22. Dotsenko, S., Illiashenko, O., Kharchenko, V., Morozova, O., "Integrated Information Model of an Enterprise and Cybersecurity Management System: From Data to Activity". International Journal of Cyber Warfare and Terrorism (IJCWT) 12, no.2: 1-21. <http://doi.org/10.4018/IJCWT.305860>
23. Dotsenko, Sergiy, Oleg Illiashenko, Sergii Kamenskyi, and Vyacheslav Kharchenko. "Integrated Security Management System for Enterprises in Industry 4.0." Information & Security: An International Journal 43, no. 3 (2019): 294-304.
24. Dotsenko, Sergiy, Oleg Illiashenko, Sergii Kamenskyi, and Vyacheslav Kharchenko. "Integrated Model of Knowledge Management for Security of Information Technologies: Standards ISO/IEC 15408 and ISO/IEC 18045." Information & Security: An International Journal 43, no. 3 (2019): 305-317
25. Трактат об усовершенствовании разума и пути, которым лучше всего направляться к истинному познанию вещей». Спиноза. Серия «Выдающиеся мыслители». «Феникс», 1998.- С.296.
26. Гегель Г. Система наук. Часть первая. Феноменология духа [Текст]. : Перевод. Г Шпета. / Гегель, сочинения, том IV. – М. : Изд-во соц-экон. лит., 1959. – 440 с.
27. Von Bertalanffy, L. General System Theory – A Critical Review [Text] / L. von Bertalanffy // General Systems. – 1962. – Vol. VII. – P. 1–20.

28. K.A. Pupkov, V.G. Konkov “Synthesis of scientific, philosophical and spiritual approaches for development of intellectual control system”. Proceedings of 15th International Conference on System for Automation of Engineering and Research (SAER -2001). Sofia, 2001, стр. 196-199.

29. Конспект книги Лассаля «Философия Гераклита Темного из Эфеса» 1915 или 1916 г. Берн. с. 309 – 322.

30. Енгельс, Ф. Диалектика природы [Текст] / Ф. Енгельс. – Київ : Політвидав. України, 1977. – 382 с.

31. 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.

32. Попов, Э. В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э. В. Попов. – Москва: Наука, 1987. – 288 с.

33. Доценко С. І. Інтелектуальні системи: принцип евристичної самоорганізації [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп’ютерні системи 2020, № 1(93). С. 4-16. doi: 10.32620/reks.2020.1.01.

34. Доценко С.І. Інтелектуальні системи: принципи евристичної самоорганізації процесів смислового мислення та смислової діяльності // Радіоелектронні і комп’ютерні системи 2020, № 2(94). С. 4-22.

35. Минский М. Фреймы для представления знаний: Пер. с англ –М.: Энергия, 1979.–152 с.

36. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Запоріжжя: ЗНТУ. 2008. - 341 с.

37. Ивахненко, А. Г. Принятие решений на основе самоорганизации [Текст] / А. Г. Ивахненко, Ю. П. Зайченко, В. Д. Димитров. – М. : Советское радио, 1976. – 280 с.

38. Dotsenko S., Illiashenko O., Budnichenko I., Kharchenko V. (2020) Knowledge Management Model Based Approach to Profiling of Requirements: Case for Information Technologies Security Standards. In: T. Tagarev, K.T. Atanassov, V. Kharchenko, J. Kasprzyk (eds) Digital Transformation, Cyber Security and Resilience of Modern Societies, Springer International Publishing, Volume 84, Studies in Big Data, 2020), 255-277.

39. Dotsenko, S., Illiashenko, O., Kharchenko, V., Morozova, O. Integrated Information Model of an Enterprise and Cybersecurity Management System: From Data to Activity // International Journal of Cyber Warfare and Terrorism, 2022, 12(2), 1-21.

40. Клейнер Г.Б. Системная парадигма и экономическая политика. Общественные науки и современность, 2007, № 2, № 3.

41. Beer, S. (1972). Brain of the firm: a development in management cybernetics. McGraw-Hill. Retrieved from http://books.google.com/books/about/Brain_of_the_firm.html?id=T_A9AAAAIAAJ&pgis=1

11. МОДЕЛЮВАННЯ ЗНАНЬ ПРО ПРЕДМЕТНУ ОБЛАСТЬ НА ОСНОВІ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЗАКОНОМІРНОСТІ ІНТЕГРАТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МОЗКУ

С. І. Доценко¹, І. Ю. Зайцева², Т. В. Кунуп³

¹ *Український державний університет залізничного транспорту*

² *Інститут психології і підприємництва*

³ *ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ», Одеса*

11.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1].

Модель діяльності виробничого комплексу завжди включає об'єкт управління та суб'єкт управління у формі відповідних систем. Від рівня розвитку виробничих відносин залежить метод реалізації відносин поміж ними. На сучасному етапі розвитку техніки та технологій до методу реалізації цих відносин висувається вимога їх інтеграції у єдину корпоративну систему управління [2].

При цьому, для суб'єкта управління найважливішою є задача прийняття ефективних управлінських рішень. А це можливо лише за умови застосування ефективних методів та засобів збирання, передачі, обробки, зберігання та представлення інформації про предметну область у формі відповідної інформаційної технології підтримки прийняття рішень [3].

З іншого боку, саме ці процеси реалізує й особа, що приймає рішення (суб'єкт управління) в своїй управлінській діяльності [4].

Виникає питання, на основі яких закономірностей формуються та реалізуються визначені інформаційні процеси суб'єктом управління та відповідною інформаційною технологією?

Виходячи з того, що на сучасному етапі інформаційні технології розглядаються як інтелектуальні інформаційні технології, питання може бути уточнено наступним чином, як співвідносяться поміж собою інтелект суб'єкта управління та інтелект, який закладено в інформаційну технологію?

Оскільки природний інтелект людини визнається найдосконалішим, а штучний інтелект відтворює лише незначну частину його здібностей, зрозуміло, що реалізація діяльності на основі природного інтелекту є первинною [5]. Тому й дослідження закономірностей моделювання знань про предметну область на основі природного інтелекту повинно мати пріоритетне значення.

11.2. Аналіз сучасних уявлень про інтелектуальну діяльність людини та організацій

Розглядаючи людину як організоване ціле, або як природну інтелектуальну систему, в [6] та [7] припускали можливість застосування архітектури функціональної системи діяльності людини для функціонального представлення діяльності виробничих комплектів. Ця проблема досліджена у роботі [8]. Доведена ізоморфність моделей архітектур функціонального представлення діяльності людини та надорганізованих організованих цілих як інтелектуальних систем, або виробничих систем.

Для моделі архітектури функціонального представлення діяльності цих систем наступною фундаментальною проблемою є проблема формування цілі діяльності та прийняття рішення про її досягнення.

В теорії функціональних систем передбачається наступний алгоритм формування моделі діяльності з формування цілі та прийняття про її досягнення [6]:

«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, 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».

Звідси слідує, що *постановка цілі* та прийняття рішення про її досягнення є *результатом* аферентного синтезу чотирьох форм збуджень які оброблюються *одночасно*, а саме:

- «домінуюча на даний момент мотивація;
- обстановочна аферентація;
- також відповідна даному моменту пускова аферентація;
- і, нарешті, пам'ять...».

Аналіз відомих моделей нейронів показав [6]:

«Жодна з тисяч математичних моделей нейрона абсолютно не відображають справжні особливості нейрона і ні на один крок не просунулися вперед наші знання про дійсні закони його функціонування».

При цьому мається на увазі здатність на основі «центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збуджень <мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні» синтезувати ціль діяльності та приймати рішення про її досягнення.

Ігноруючи цю закономірність проф. К. О. Пупков запропонував виділити в складі інтелектуальної системи управління, яка заснована на закономірностях теорії функціональних систем, наступні послідовно діючі блоки (рис. 1) [7]:

- формування цілі;
- динамічна експертна система;
- база знань;
- блок експертної оцінки;
- блок оцінки стану;
- блок прийняття рішення.

Головним елементом в цій системі визнається [7]:

«Ясно, що концептуальне знання є більш високою, визначаючою категорією знання, хоча з точки зору практики інші категорії можуть здаватися більш важливими. Саме тому, ймовірно, концептуальне знання рідко втілюється у формі, доступній для обробки на обчислювальних машинах. А якщо втілюється, то найчастіше неповно і однобічно. Носієм концептуального знання залишається в більшості випадків людина. Це гальмує автоматизацію багатьох процесів.

Представлення концептуального знання, а точніше, системи, що реалізують всі три категорії знання, але виділяють концептуальне знання на перший план і працюють на основі його інтенсивного використання, називаються базами знань.

Створення і широке застосування баз знань в ІС <інтелектуальних системах> – одне з найактуальніших завдань.

Концептуальну частину бази знань будемо називати *моделлю предметної області*, алгоритмічну частину – програмною системою, а фактуальну частину – базою даних».

З наведеного слідує, що функціональна система, яка модифікована К. О. Пупковим, в своєму складі має *модель предметної області* у формі концептуальної частини бази знань.

Виходячи з цих позицій в [7, 8] запропоновано модель інтелектуальної системи управління (ІСУ) (рис. 11.1), а також модель динамічної експертної системи (ДЕС), яка входить до її складу. Слід відзначити, що створення експертних систем для обробки знань є загально визнаною методологією для інформаційних технологій.

Загальні теоретичні проблеми обробки знань досліджено в [9]. Практичне застосування методів обробки знань для створення експертних систем досліджено в [10]. Характеристики існуючих інструментальних та програмних засобів створення експертних систем розглянуто в [10].

При розробці ДЕС виникають наступні проблеми [7]:

- «визначення складу бази знань і її формування;
- розробка нових і використання відомих теорій та методів для опису інформаційних процесів в ІС;
- розробка способів представлення та організації використання знань;
- розробка алгоритмів та програмного забезпечення з розпаралелюванням і використанням «гнучкої» логіки;
- відшукання підходящих обчислювальних середовищ для реалізації паралельних алгоритмів при формуванні ДЕС».

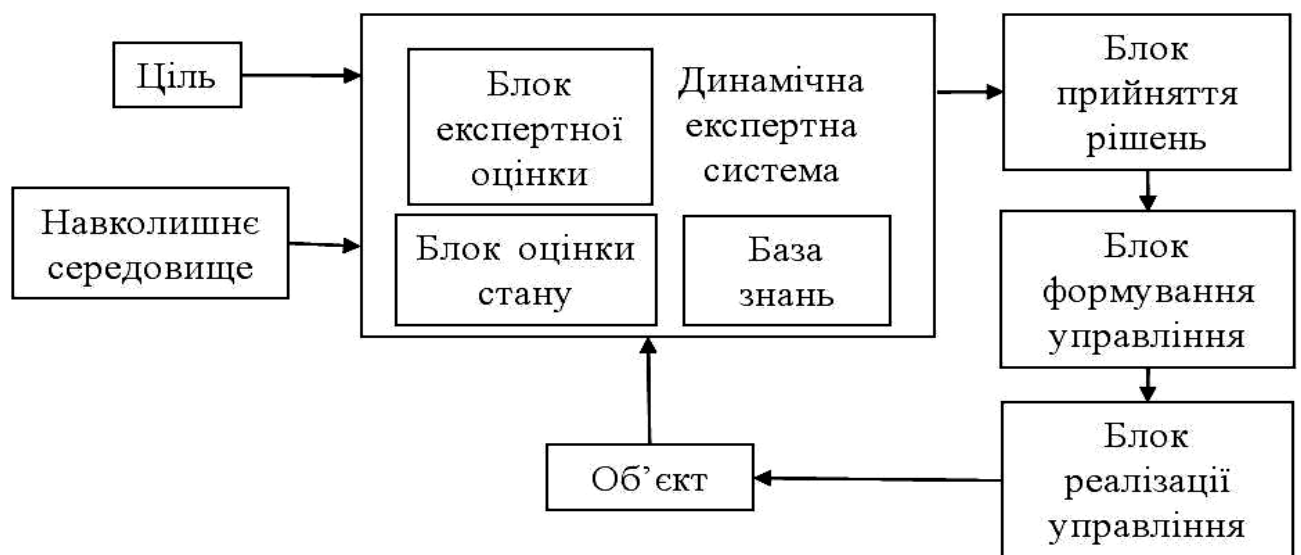


Рисунок 11.1 – Інтелектуальна система управління

Слід звернути увагу на наступну обставину. В [7] діяльність ДЕС розглядається послідовно, після формування інтелектуальною системою цілі діяльності (рис. 1).

Для методу аферентного синтезу цілі діяльності та прийняття рішення про її досягнення шляхом взаємодії мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті, в [6] ставиться питання про механізм цієї взаємодії.

З іншого боку, в [6] доведено, що взаємодія цих компонентів здійснюється одночасно на одному нейроні, і за аналогією також і в цілому на задіяних структурах мозку. Однак дана закономірність не застосовується у ДЕС та ІСУ, які запропоновано [7].

Нажаль, в інтелектуальній системі, яка досліджується в [7], не визначена модель архітектури знань про предметну область. Передбачається застосування для її формування закономірностей теорії штучного інтелекту.

Фундаментальною задачею, яка при цьому ставиться, є задача створення штучного інтелекту на базі відповідних моделей штучних нейронів та моделей нейронних мереж для відтворення поведінки суб'єкта в умовах зовнішнього середовища [12].

В теорії та практиці штучних нейронних мереж не ставиться задача про формування моделі знань про предметну область на основі закономірностей діяльності природного нейрона [13].

Однак, моделі знань, які формуються на основі моделей даних, формуються без застосування закономірностей інтелектуальної діяльності людини у формі «центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збуджень <мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні» [14].

Головна увага приділяється методам обробки первинних даних з метою отримання нових знань, які можуть бути використані для підтримки та прийняття рішень [15].

Слід відзначити, що на цей час моделювання інтелектуальної діяльності людини досліджується як спеціалістами зі штучного інтелекту, так і в області лінгвістики.

Згідно [5] мислення характеризується наступним чином:

«Мислення здійснюється без обов'язкового звернення до мови. Інструментом мислення виступає універсальний предметний код.

Одиницями універсального предметного коду є предметні чуттєві образи, які кодують знання. Знання представлені у свідомості людини концептами, а в якості кодуючого концепт образу виступають чуттєві образи, що входять в концепт як його складова частина.

Одиниці універсального предметного коду – це чуттєві представлення, схеми, картини, можливо, емоційні стани, які об'єднують і диференціюють елементи знань людини в його свідомості і пам'яті по різних підставах.

Універсальний предметний код є нейрофізіологічним субстратом мислення, який існує і функціонує незалежно від національної мови.

Схема – це та частина повного перцептивного циклу, яка є внутрішньою по відношенню до сприймаючого, вона модифікується досвідом і тим або іншим чином специфічна у відношенні того, що сприймається. Схема приймає інформацію, як тільки остання виявляється на сенсорних поверхнях. І змінюється під впливом цієї інформації; схема направляє рух та дослідницьку активність, завдяки яким відкривається доступ до нової інформації, що викликає у свою чергу подальші зміни схеми. З біологічної точки зору схема – частина нервової системи. Це деяка активна множина фізіологічних структур і процесів; не окремий центр в мозку, а ціла система, що включає рецептори, аференти, центральні прогнозуючі елементи і еференти».

Одиницею діяльності є цикл діяльності з постановки та вирішення задач [16].

Дивно, але автор цих тез не звернув уваги на *цикл діяльності нейрона* з синтезу *цілі* діяльності організму та прийняття рішення про її досягнення, який описано в теорії функціональних систем. Діяльність нейрона, згідно теорії функціональних систем, завжди пов'язана з синтезом цілі діяльності організму та прийняття рішення про її досягнення. Адже діяльність живої істоти завжди

цілеспрямована! Тому й структури нейронів, які задіяні для синтезу відповідної цілі діють за аналогічним принципом для вирішення саме цих задач.

В [17] виконано аналіз баз знань онтологічного типу, дано визначення формальної онтології:

«Формальна онтологія – це система, яка складається з набору понять і набору тверджень про ці поняття, на основі яких можна будувати класи, об'єкти, відносини, функції та теорії».

Як бачимо, в цьому визначенні не вказано форму закону поєднання понять в класи.

В [18], досліджуючи шляхи формування баз знань, дійшли висновку, що:

«... найвитонченіші редактори баз знань і інструменти онтологій не можуть виконати змістовний, креативний аналіз предметної області для створення онтології без втручання когнітолога. Таким чином, доведена необхідність залучення людського мислення або ж закономірностей його діяльності для «креативного аналізу предметної області».

В [19] для представлення онтологій запропоновано використовувати систему, яка заснована на фреймах.

В [20] визначено наступні проблеми, які «не дають підстав для побудови хоч початкової теорії мислення, бо автору статті абсолютно невідомо, як людина генерує процедуру постановки мети, яка автоматично генерує наступну процедуру мислення. Відомо тільки, що цей «механізм» запускається з першим подихом дитини (а може, ще й в лоні матері) і діє до остатнього подиху».

З цієї тези випливає, що автору не відомі досягнення теорії функціональної системи, в якій детально досліджено саме ці процедури.

З виконаного аналізу стану та перспектив розвитку інтелектуальних систем, штучних нейронних мереж та процесів мислення слідує необхідність доведення можливості моделювання знань про предметну область виробничої системи на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, або ж принципової неможливості застосування цієї закономірності для моделювання знань про предметну область.

Авторами в якості наукової гіпотези висловлюється припущення про можливість формування ізоморфної моделі архітектури знань про предметну область для синтезу цілі діяльності з прийняттям рішення про її досягнення на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збуджень: мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті на одному і тому ж нейроні, а також на відповідних комплексах нейронів в процесі розумової діяльності особи що приймає рішення. Автором статті пропонується формування моделі знань про предметну область здійснювати з реалізацією *свідомої* розумової діяльності експерта в цій галузі знань, який повинен відтворити процес *свідомого* синтезу цілі діяльності з прийняттям рішення про її досягнення за аналогією з процесом, який реалізується на одному нейроні.

З цього випливає задача необхідності доведення даної гіпотези.

Для цього необхідно дослідити знання про предметну область для виробничої системи, які наповнюють категорії «мотивація», «обстановочна і пускова аферентація» та «пам'ять» конкретним змістом. Необхідно також дослідити, чому цих категорій всього чотири і якими відносинами вони пов'язані поміж собою?

Об'єкт дослідження – центральна закономірність інтегративної діяльності мозку, а саме на основі одночасної конвергенції збуджень мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті на одному і тому ж нейроні

Метою дослідження є доведення можливості моделювання знань про предметну область виробничої системи на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, або ж принципової неможливості застосування цієї закономірності для моделювання знань про предметну область.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

1. Довести, що моделювання знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку вирішує задачу формування цілі діяльності у формі проекту майбутнього результату та прийняття рішення про її досягнення особою що приймає рішення (експертом) без попереднього формування бази даних з послідуною обробкою даних з метою формування бази знань.

2. Довести припущення про можливість формування ізоморфної моделі архітектури знань про предметну область для синтезу цілі діяльності з прийняттям рішення про її досягнення на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.

3. Довести, що чотири виміри знань, а саме: мотивація, обстановочна і пускова аферентації та пам'яті можуть бути поділені на процесні та ресурсні фактори, які в свою чергу поділяються на дві пари, в кожній з яких категорії співвідносяться за принципом діалектичної єдності категорій «загальне» та «одиничне».

11.3. Методи моделювання знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку

11.3.1. Методи моделювання знань

В процесі дослідження закономірностей формування та діяльності функціональних систем (природних інтелектуальних систем) було встановлено, що в якості методології дослідження слід застосовувати методологію цілісного підходу, а фундаментальним принципом формування організованого цілого з двох його частин, а також формування його цілісної діяльності з двох організаційних задач є принцип діалектичної єдності для категорій «загальне» – «одиничне» [16].

На основі цього принципу автором статті сформовано наступні правила організації та діяльності інтелектуальної системи [21]:

1. Правило об'єднання. Діалектично організоване ціле існує в просторі і часі. Діалектично організоване ціле Ц_{д.о.} в своєму складі має як мінімум дві взаємно *визначені та пов'язані* поміж собою формуючу (організуючу) ФЦ_{д.о.} та реалізуючу РЦ_{д.о.} структурні частини – умова цілісності «в існуванні».

2. Правило діяльності. Діяльність діалектично організованого цілого має двоїстий характер: з одного боку реалізується цілісна діяльність у формі «одиниці діяльності», результатом якої є «філософський нуль», що характеризується категорією «загальне», а з іншого боку реалізуються фізичні процеси отримання конкретних результатів вирішення задач в його частинах, що характеризуються категорією «одиничне».

3. Правило результату. Результат цілісної діяльності діалектично організованого цілого завжди дорівнює «філософському нулю».

4. Правило подвійності (бінарності, діалектичності). Цілісна діяльність діалектично організованого цілого передбачає:

– наявність двох частин, здатних реалізувати дві взаємопов'язані через механізм забезпечення відповідності організаційні задачі;

– процеси щодо вирішення цих задач можуть бути віднесені до організаційних процесів (формування проекту майбутнього результату) і технологічних процесів (отримання результату). Для них можуть бути встановлені діалектичні відносини за принципом «загальне – одиничне»;

– ресурси, використовувані для реалізації цих форм процесів, також можуть бути віднесені до ресурсів реалізації організаційної діяльності і ресурсів реалізації технологічної діяльності. Для них можуть бути встановлені діалектичні відносини за принципом «загальне – одиничне»;

– періоди часу, протягом яких вирішуються організаційні задачі, можуть бути охарактеризовані як *період часу формування проекту майбутнього результату* (організаційний час), *період часу отримання заданого результату* (технологічний час), період часу існування *отриманого результату*. Між періодами часу *формування* проекту майбутнього результату і *отриманого результату* можуть бути встановлені діалектичні відносини за принципом «загальне – одиничне».

Встановлені закономірності являють собою методологічну основу для подальшого дослідження закономірностей *формування цілі діяльності та прийняття рішення* про її досягнення на основі «центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі одночасної конвергенції збуджень <мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні».

11.3.2. Результати моделювання знань

Згідно П. К. Анохіну діяльність функціональної системи завжди цілеспрямована. Ціль формується у формі проекту майбутнього результату,

який для акцептору результатів дії є еталоном, з яким порівнюються параметри отриманого результату.

З іншого боку саме модель цього проекту майбутнього результату автором статті пропонується визнавати *моделью знань про предметну область*. Вона завжди формується (прогнозується) для певного моменту майбутнього часу і для конкретного результату.

Для діючої природної інтелектуальної системи три форми вимірів знань (мотивація, обстановочна і пускова аферентації) надходять з навколишнього середовища в *реальному часі*. І лише четвертий вимір знань – пам'ять про минулий досвід, зберігається в мозку постійно.

Тому коректною є постановка задачі про моделювання знань про предметну область у формі проекту майбутнього результату для певного етапу діяльності виробничої системи. Знання для трьох перших вимірів знань про предметну область (мотивація, обстановочна і пускова аферентації) необхідно *прогнозувати*.

Виникає потреба в з'ясуванні змісту цих вимірів знань для виробничих систем (тобто, конкретної предметної області) та визначенні *механізму їх інтеграції* і представлення результату у формі проекту майбутнього результату.

11.4. Аналіз змісту ізоморфних вимірів знань

Автором сформована задача про необхідність формування моделі архітектури знань про предметну область у формі проекту майбутнього результату діяльності підприємства на основі всього *чотирьох* конкретних (ізоморфних) форм вимірів знань, а саме:

- домінуючої на даний момент мотивації;
- обстановочної аферентації;
- відповідної даному моменту пускової аферентації;
- пам'яті (минулого досвіду).

Шляхом одночасного їх синтезу за допомогою відповідного механізму на основі засобів інформаційних технологій.

Виникає потреба в з'ясуванні змісту цих вимірів знань для виробничих систем (тобто, конкретної предметної області) та визначенні *механізму їх інтеграції* і представлення результату у формі проекту майбутнього результату.

З точки зору виробничої системи під *обстановочною аферентацією* будемо розуміти знання щодо *зовнішніх* умов реалізації діяльності. Перш за все це законодавча база, нормативні документи, ліцензійні умови здійснення діяльності. Автором статті ця категорія знань віднесена до процесних факторів організаційної діяльності (M_o , рис. 11.2) [22].

Для виробничої системи *домінуюча мотивація* складається з зовнішніх факторів, як то: потреби споживачів, які породжують внутрішні фактори реалізації цих потреб у формі місії діяльності виробничої системи, політики,

стратегії, цілей, задач та показників діяльності. Ця категорія знань віднесена до ресурсних факторів організаційної діяльності (B_m^m , рис. 11.2) [22].

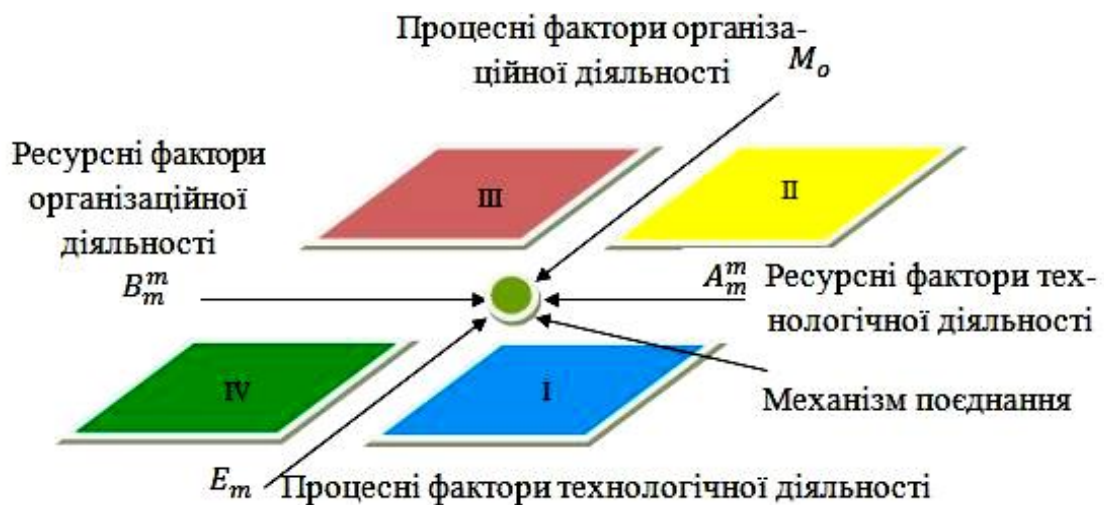


Рисунок 11.2 – Модель архітектури знань для процесно-ресурсного представлення формування цілі діяльності та прийняття рішення про її досягнення

Щодо пускової аферентації (A_m^m , рис. 11.2) можливим є представлення її у формі знань про наявність ресурсів для реалізації діяльності (E_m , рис. 11.2). При надходженні інформації про наявність відповідних ресурсів *реалізується дія* механізму синтезу цілі діяльності у формі проекту майбутнього результату. До виробничих ресурсів віднесемо матеріальні, фінансові, нематеріальні, людські, інформаційні, інтелектуальні та інші ресурси. Ця категорія знань віднесена до ресурсних факторів технологічної діяльності [22].

Виникає останнє питання, які саме знання необхідно отримати з пам'яті для реалізації процесу синтезу цілі діяльності у формі проекту майбутнього результату? Вочевидь необхідні знання про технологічний процес (сукупність процесів), який необхідно реалізувати для досягнення мети діяльності з застосуванням ресурсів, якими володіємо в зовнішніх умовах, які існують на цей час. Ця категорія знань віднесена до процесних факторів технологічної діяльності [22].

Таким чином, форми вимірів знань, які встановлені П. К. Анохіним для одного нейрона, мають цілком конкретний зміст для виробничої діяльності. Тепер виникає наступне питання, як саме реалізувати процес синтезу проекту майбутнього результату зі знань за цими вимірами? Для цього необхідно з'ясувати можливі механізми поєднання цих вимірів знань.

Було встановлено, що основними механізмами поєднання цих вимірів знань є механізм діалектичної єдності категорій «загальне» – «одиничне», а також механізм причинно-наслідкових відносин [16]. Також встановлено, що механізм діалектичної єдності є первинним по відношенню до механізму причинно-наслідкових відносин [16].

На основі цих закономірностей запропоновано модель архітектури знань для процесно-ресурсного представлення організаційної діяльності (рис. 11.2).

Таким чином, модель вимірів знань на основі запропонованої П. К. Анохіним «центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі одночасної конвергенції збуджень <мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні» в своїй основі ґрунтується на принципі діалектичної єдності категорій «загальне» та «одиничне» для кожного з вимірів знань «процеси» та «ресурси». При цьому поміж процесними та ресурсними факторами додатково встановлюються причинно-наслідкові відносини.

Для формування математичної моделі запропоновано у якості знаку діалектичних відносин для категорій «загальне» та «одиничне», який відсутній у теорії множин, також як і саме відношення, використовувати знак « > ».

Відкритим залишається питання про можливе застосування цієї моделі в інших сферах знань. Адже окрім власне теорії інформаційних систем існують теорія організації, теорія управління, теорія управління проектами, теорія фірми, тощо.

11.5. Аналіз існуючих моделей архітектур знань про діяльність підприємства

11.5.1. Аналіз моделі архітектури знань в BSC-методології

У роботі [23] запропоновано *чотирьохфакторну* модель декомпозиції збалансованих показників для оцінки економічної діяльності підприємств. Детальний аналіз цієї методології, виконаний автором статті у роботі [24] показав, що BSC-методологія є частковою по відношенню до моделі архітектури знань для факторного процесно-ресурсного представлення діяльності, яка запропонована автором статті у [22], (рис. 11.2).

На рис. 11.3 наведено відкориговану автором статті модель BSC-методології [24].

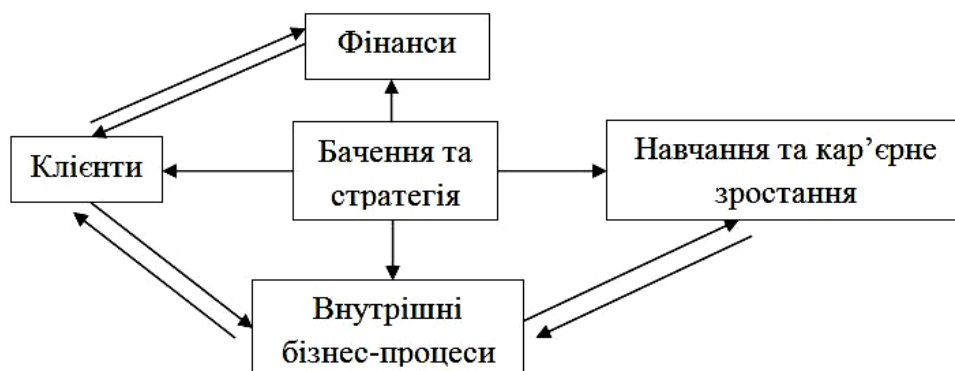


Рисунок 11.3 – Корегована модель форми зв'язків між факторами [24]

Слід звернути увагу на наступну обставину. В даній моделі економічні фактори та причинно-наслідкові зв'язки поміж ними визначено на основі аналізу практичного досвіду діяльності компаній [24]. При цьому, для аналізу діяльності застосовано методологію системного підходу до встановлення конкретної форми факторів та форми зв'язку поміж ними.

Провідною категорією в системного підходу є категорія «процес». Тому поміж суміжними процесами встановлюються причинно-наслідкові зв'язки у формі бінарного відношення. Результат реалізації попереднього процесу стає причиною реалізації наступного процесу. З іншого боку виникає питання, ці зв'язки є єдино можливими, чи може бути запропонована інша форма зв'язків поміж визначеними факторами?

Показано, що окрім бінарних відносин у формі причинно-наслідкових відносин поміж процесами існує також принцип діалектичної єдності факторів, які характеризуються категоріями «загальне» та «конкретне, одиничне» [21].

При цьому, до категорії «загальне» відносяться фактори, які характеризують результат розумової діяльності, а до категорії «одиничне» відносяться фактори, які характеризують продукт технологічної діяльності. Також показано, що фактори діяльності можуть бути представлені у формі процесів організаційної діяльності та процесів технологічної діяльності, а також ресурсів організаційної діяльності та ресурсів технологічної діяльності.

Показано також, що бінарний принцип діалектичних відносин є первинним по відношенню до принципу причинно-наслідкових відносин.

Виникає питання, чи можливо процесні фактори моделі системи збалансованих показників (рис. 11.3) класифікувати за категоріями «загальне» та «конкретне»? Аналіз показав, що це можливо.

Фінансові показники є продуктом розумової діяльності, вони сформовані виходячи з вимог зацікавлених сторін (держави, акціонерів, власників) у формі процесних факторів організаційної діяльності, тому можуть бути віднесеними до категорії «загальне» (M_o , рис. 11.2).

Внутрішні бізнес-процеси відносяться до процесних факторів технологічної діяльності, тому можуть бути віднесеними до категорії «одиничне» (E_m , рис. 11.2). З цього стає зрозумілим, чому на площині моделі (рис. 11.3) вони розташовані протилежно один до одного. Поміж ними відсутній зв'язок у формі причинно-наслідкового зв'язку.

Аналогічним чином встановлюється форма зв'язку поміж факторами «клієнти» та «персонал». Потреби клієнта формуються в результаті розумової діяльності, тому можуть бути віднесеними до ресурсних факторів організаційної діяльності – категорія «загальне» (B^m_m , рис. 11.2), а здібності персоналу можуть бути віднесеними до ресурсних факторів технологічної діяльності – категорія «конкретне» (A^m_m , рис. 11.2). Поміж ними також встановлено зв'язок у формі діалектичної єдності.

Знову стає зрозумілим їх взаємно протилежне розташування на площині моделі (рис. 11.3).

З іншого боку, поміж процесними та ресурсними факторами встановлюється зв'язок у формі причинно-наслідкового зв'язку, тому що для визначеного процесу визначаються необхідні для його реалізації ресурси. При цьому з рис. 11.3 слідує, що для реалізації відповідного фінансового процесу (наприклад, отримання прибутку) необхідно реалізувати не тільки відповідну потребу клієнта, але й визначити персонал, який формує фінансовий процес (потребу у отриманні прибутку)!

Аналогічна ситуація складається щодо реалізації технологічного процесу. З одного боку його реалізація передбачає задоволення конкретної потреби клієнта, а з іншого боку вимагає залучення персоналу, який здатен реалізувати відповідний технологічний процес.

Таким чином, модель архітектури знань для BSC-методології в своїй основі має модель архітектури знань, яка також заснована на «центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі одночасної конвергенції збуджень <мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні».

11.5.2. Аналіз архітектури знань в методології PEST-аналізу

На рис. 11.4 представлені фактори когнітивної структуризації знань про об'єкт в методології PEST-аналізу, яка є основою для формування баз знань про предметну область в інтелектуальних інформаційних технологіях [25].

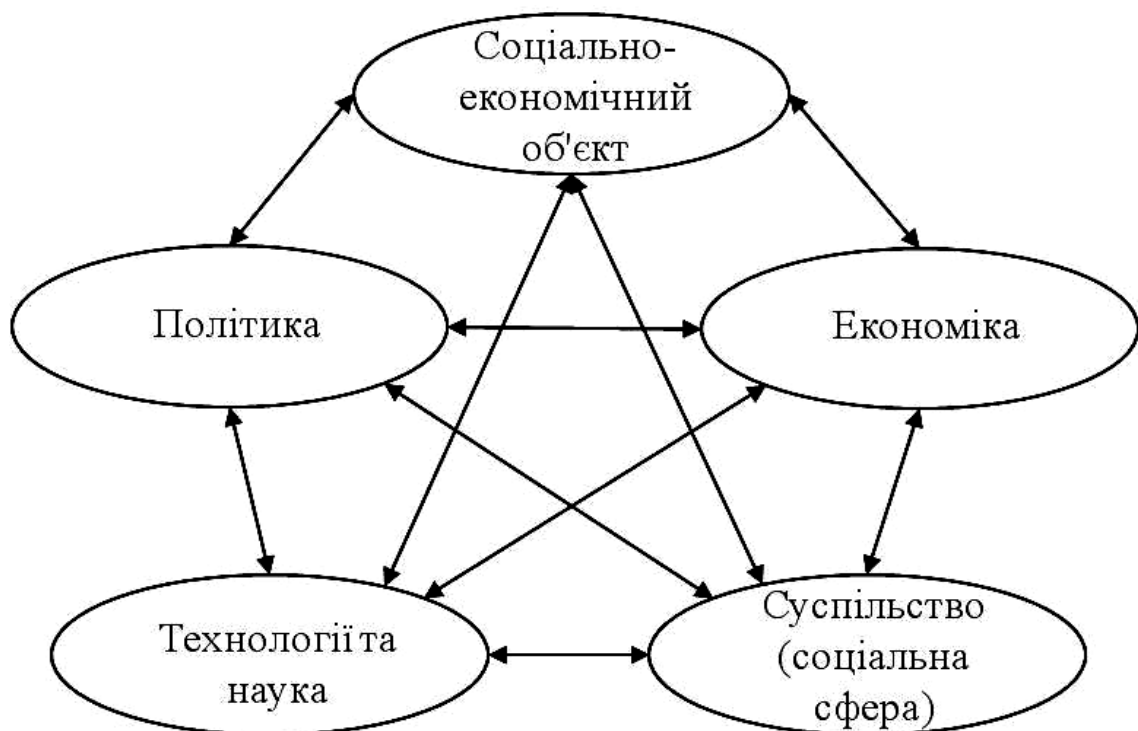


Рисунок 11.4 – Фактори PEST-аналізу

Серед цих факторів за аналогією з попередньою моделлю також можливим є виділення діалектичних пар з відношеннями «загальне» – «одиничне», а саме:

– «економіка – процесні фактори організаційної діяльності» – «технології – процесні фактори технологічної діяльності»;

– «політика – ресурсні фактори організаційної діяльності» – «суспільство, соціальна сфера – ресурсні фактори технологічної діяльності».

Таким чином, когнітивна структуризація знань в методології PEST-аналізу підпорядковується діалектичним відношенням у формі «загальне» – «одиничне» для процесних та ресурсних факторів, а також причинно-наслідковим відносинам між процесними та ресурсними факторами, тобто, також заснована на «центральной закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі одночасної конвергенції збуджень <мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні».

11.6. Аналіз результатів моделювання знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку

1. Показано, що чотири виміри знань для центральної закономірності інтегративної діяльності мозку забезпечують синтез цілі діяльності та прийняття рішення про її досягнення на основі принципу діалектичних відносин між факторними парами процесних та ресурсних факторів реалізації діяльності.

2. Запропонована модель проекту майбутнього результату є одночасно когнітивною моделлю знань про предметну область.

3. Показано, що модель системи збалансованих показників має цілком *теоретичне* обґрунтування своєї структури на основі принципу бінарних відносин у формі діалектичної єдності категорій «загальне» та «одиничне» та причинно-наслідкових відносин і є практичним прикладом застосування моделі знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.

4. Показано, що архітектура знань в методології PEST-аналізу також заснована на принципі бінарних відносин у формі діалектичної єдності категорій «загальне» та «одиничне» та причинно-наслідкових відносин між категоріями і є практичним прикладом застосування моделі знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.

5. В табл. 11.1 наведено результати аналізу моделей архітектур вимірів знань за запропонованою методологією в інших моделях знань про предметну область.

6. Як слідує з результатів аналізу цієї табл. 11.1, для усіх досліджених моделей запропонована методологія дослідження чотирьох вимірів знань для центральної закономірності інтегративної діяльності мозку забезпечує синтез

цілі діяльності та прийняття рішення про її досягнення на основі принципу діалектичних відносин поміж факторними парами процесних та ресурсних факторів реалізації діяльності.

7. Наведені приклади формування моделей архітектури знань про діяльність підприємства свідчать про практичне застосування принципу діалектичних відносин категорій у формі «загальне» – «одиничне» без усвідомлення наявності цього типу відносин і їх ролі у досліджених моделях.

8. Слід відзначити, що в розглянутих когнітивних моделях структуризації знань про предметну область (моделях архітектури знань) первинними є відносини у формі діалектичної єдності протилежностей, а причинно-наслідкові відносини є вторинними і реалізують встановлені діалектичні відносини. Цим також пояснюється, чому в моделі архітектури знань про предметну область на основі «центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збуджень <мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні» всього чотири виміри знань. Адже виміри знань завжди утворюють діалектично протилежні пари.

Таблиця 11.1 – Результати аналізу моделей архітектур вимірів знань

Фактори		Моделі						
		Автор [8]	П. К. Анохін [6]	Р. Каплан [23]	О. М. Мєдведева [26]	ISO 19440:2007 [27]	PEST-аналіз [25]	ISO 9000:2005 [28]
Процесні	Загальне	Організаційна діяльність	Домінуюча мотивація	Фінанси	Бізнес-середовище	Система	Економіка	Якість
	Одиничн	Технологічна діяльність	Пам'ять	Процеси	Технології	Процеси	Технології	Процеси
Ресурсні	Загальне	Організаційної діяльності	Обстановочна аферентація	Клієнти	Організація	Організація	Політика	Політика
	Одиничн	Технологічна діяльність	Пускова аферентація	Персонал	Продукція	Продукт	Соціальна сфера	Проект

11.7. Висновки

1. З виконаного аналізу слідує, що вирішення задачі моделювання знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної

діяльності мозку вирішує задачу формування цілі діяльності у формі проекту майбутнього результату та прийняття рішення про її досягнення особою, що приймає рішення (експертом) без попереднього формування бази даних з послідувочою обробкою даних з метою формування бази знань. Модель знань про предметну область у формі, яка наведена на рис. 11.2, є одночасно моделлю формування цілі діяльності та прийняття рішення про її досягнення.

2. Отримано підтвердження висловленого припущення про можливість формування ізоморфної моделі архітектури знань про предметну область для синтезу цілі діяльності з прийняттям рішення про її досягнення на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збуджень: мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті на одному і тому ж нейроні, а також в процесі розумової діяльності особи, що приймає рішення.

3. Встановлено, що чотири виміри знань, які розглядалися П. К. Анохіним, а саме мотивація, обстановочна і пускова аферентації та пам'яті можуть бути поділені на процесні та ресурсні фактори, які в свою чергу поділяються на пари, в кожній з яких категорії співвідносяться за принципом діалектичної єдності категорій «загальне» та «одиничне». Саме тому їх усього чотири.

Література

1. Доценко С. І. Моделювання знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку [Текст] / С. І. Доценко // Технологический аудит и резервы производства. – Харьков: 2016. – № 2/2(28). – С. 33–41.

2. Kosanke, K. Standardization in ISO for enterprise engineering and integration, in Computers in Industry [Text] / K. Kosanke, J. G. Nell // Computers in Industry. – 1999. – Vol. 40, № 2-3. – P. 311–319. doi:10.1016/s0166-3615(99)00034-2

3. Power, D. J. Web-based and model-driven decision support systems: concepts and issues [Text] / D. J. Power // AMCIS 2000 Proceedings. – 2000. – P. 352–355.

4. Авилов, А. В. Рефлексивное управление: методологические основания [Текст] / А. В. Авилов. – М.: ГУУ, 2003. – 202 с.

5. Сторож, В. В. Моделирование интеллектуальной деятельности человека [Текст] / В. В. Сторож // Искусственный интеллект. – 2012. – № 3. – С. 42–50.

6. Анохин, П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем [Текст] / П. К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 448 с.

7. Пупков, К. А. Интеллектуальные системы (Исследование и создание) [Текст]: учеб. пос. / К. А. Пупков, В. Г. Коньков. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 194 с.

8. Доценко, С. І. Архітектоніка функціональної системи як елемент організації діяльності в загальній теорії підприємства [Текст]: зб. наук. пр. / С. І. Доценко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Технічний прогрес та ефективність виробництва. – 2013. – № 44 (1017). – С. 41–48.
9. Осуга, С. Обработка знаний [Текст]: пер. с япон. / С. Осуга. – М.: Мир, 1989. – 293 с.
10. Попов, Э. В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э. В. Попов. – М.: Наука, 1987. – 288 с.
11. Уотермен, Д. Руководство по экспертным системам [Текст]: пер. с англ. / Д. Уотермен. – М.: Мир, 1989. – 388 с.
12. Велихов, Е. П. Интеллектуальные процессы и их моделирование [Текст] / Е. П. Велихов, А. В. Чернавский. – М.: Наука, 1987. – 396 с.
13. Haykin, S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation [Text] / S. Haykin. – Ed. 2. – Prentice Hall, 1998. – 842 p.
14. Бостром, Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии [Текст] / Н. Востром; пер. с англ. С. Филина. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 496 с.
15. Люгер, Д. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем [Текст]: пер. с англ. / Д. Ф. Люгер. – 4-е изд. – М.: Издательский дом «Вильяме», 2003. – 864 с.
16. Доценко, С. И. К вопросу о кризисе системной методологии и пути его преодоления [Текст] / С. И. Доценко // Технологический аудит и резервы производства. – 2014. – № 4/1 (18). – С. 12–17. doi:10.15587/2312-8372.2014.26230
17. Никоненко, А. А. Обзор баз знаний онтологического типа [Текст] / А. А. Никоненко // Искусственный интеллект. – 2009. – № 4. – С. 208–219.
18. Бурдаев, В. П. Об одном подходе реализации онтологии предметной области [Текст] / В. П. Бурдаев // Искусственный интеллект. – 2010. – № 3. – С. 608–617.
19. Любченко, В. В. Модели знаний для предметных областей учебных курсов [Текст] / В. В. Любченко // Искусственный интеллект. – 2008. – № 4. – С. 458–462.
20. Гарбарчук, В. Деякі принципиові проблеми теорії інформації на шляху до штучного інтелекту [Текст] / В. Гарбарчук // Искусственный интеллект. – 2008. – № 3. – С. 28–35.
21. Доценко, С. І. Розвиток принципу бінарних відносин в теорії управління економічними процесами [Текст]: монографія / С. І. Доценко; під ред. В. О. Тимофеева, І. В. Чумаченко. – Х.: ХНУРЭ, 2015. – 245 с.
22. Доценко, С. И. Время как фундаментальный организационный фактор в общей теории предприятия [Текст]: монография / С. И. Доценко; под ред. П. Г. Перервы, О. И. Саченко. – Х.: ТОВ Щедра садиба плюс, 2013. – 243 с.

23. Каплан, Р. С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию [Текст] / Р. С. Каплан, Д. П. Нортон. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. – 214 с.

24. Доценко, С. І. До питання про теоретичне обґрунтування методології збалансованої системи показників [Текст] / С. І. Доценко; під ред. О. І. Савченко // Праці 7 Міжнародній науково-практичній конференції «Стратегії інноваційного розвитку економіки: бізнес, наука, освіта». – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – С. 265–268.

25. Макаренко, С. І. Интеллектуальные информационные системы [Текст]: учеб. пос. / С. І. Макаренко. – Ставрополь: СФ МГГУ им. М. А. Шолохова, 2009. – 206 с.

26. Медведєва, О. М. Обґрунтування інтерактивного підходу до розвитку організацій на основі методології управління проектами [Текст]: зб. наук. пр. / О. М. Медведєва // Управління проектами та розвиток виробництва. – 2010. – № 3 (35). – С. 52–60.

27. ISO 19440:2007. Enterprise integration. Constructs for enterprise modeling [Electronic resource]. – The British Standards Institution, 31.03.2008. – Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.3403/30175147u>

28. IS/ISO 9000:2005. Quality Management systems. Fundamentals and Vocabulary. – The British Standards Institution, 29.09.2005. – Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.3403/30093429>

12. ПОСТ-ДЕКАРТОВЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ МЕТАЗНАНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

С. І. Доценко

Український державний університет залізничного транспорту

12.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1].

В роботах [2, 3] здійснено аналіз стану проблеми самоорганізації в кібернетичних системах та розпочато вирішення проблеми самоорганізації процесів смислової діяльності та смислового мислення для кібернетичних та фізіологічних систем на основі *евристик*. Запропоновано вирішення даних проблем здійснювати шляхом застосування евристичних принципів у формі четвертої та п'ятої евристик.

Зміст принципу евристичної самоорганізації у формі четвертої евристики полягає у наступному [3]:

«...діалектична самоорганізація для понять «загальне» \supset «одиничне» є фундаментальним принципом евристичної самоорганізації».

Зміст принципу евристичної самоорганізації у формі *п'ятої* евристики полягає у наступному [3]:

«... архітектури логічних моделей смислового мислення та смислової діяльності формуються з застосуванням визначених <на основі четвертої евристики> для *кожної* логічної моделі двох пар факторів, елементи кожної з яких пов'язані причинно-наслідковими відносинами, <а архітектура відповідає> архітектурі *логічної моделі* декартової системи координат.»

Слід звернути увагу на наступну обставину. Для досліджених у роботах [2, 3] архітектур логічних моделей смислового мислення та смислової діяльності склад та зміст *елементів* формуючих множин для векторів в архітектурах цих моделей *відрізняється* від складу та змісту елементів для відповідних множин декартової системи координат, для якої це множини *чисел* (числові шкали). Виникає питання, чи існує *загальна логічна закономірність* формування складу та змісту елементів цих множин для декартової системи координат та архітектур логічних моделей смислового мислення та смислової діяльності? Для відповіді на це питання необхідно встановити принцип, який лежить в основі побудови *декартової системи координат*.

Ця проблема пов'язана з проблемою визначення складу та змісту понять «знання» та «одиниця знань». Виникає питання, чи можливо в архітектурі логічної моделі декартової системи координат виділити структуру яку б можливо було розглядати як *одиницю знань*?

Відповіді на ці запитання забезпечать подальший розвиток теорії інтелектуальних систем в частині методологій формування баз знань з відкритою для користувача архітектурою логічної моделі знань, яка не

залежить від конкретної предметної області. З практичної точки зору це важлива обставина. Адже, всі існуючі методи формування баз даних та баз знань, навпаки, передбачають повну закритість для користувача концептуальної, логічної та фізичної моделей. Він є пасивним користувачем.

Тому метою даної роботи є природне продовження робіт [2 та 3] з встановлення принципу, який лежить в основі побудови логічної моделі декартової системи координат, а також пошук в цій моделі щонайменше однієї структури елементів знань яку б можливо було розглядати як *одиницю*.

Робота має наступну структуру розділів. Перший розділ присвячено аналізу змісту понять «одиниця знань» та «міра знань». У другому розділі виконано обґрунтування логічної моделі міри метазнань для декартової системи координат. Третій розділ присвячено дослідженню властивостей логічної моделі міри метазнань. У четвертому розділі виконано формування складу та змісту понять «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань». П'ятий розділ присвячено узагальненню результатів дослідження виконаного дослідження. У шостому розділі наведено приклад практичного застосування дослідженої моделі пост-декартового представлення метазнань.

12.2. Аналіз змісту понять «одиниця знань» та «міра знань»

На цей час для представлення знань застосовують наступні моделі: логічна модель; семантична модель; фреймова модель; продукційна модель; нейронні мережі; онтології.

Всі ці моделі призначені для реалізації в інформаційних технологіях, головним інструментом реалізації яких є обчислювальні машини й відповідні алгоритми та правила логічних виводів. Основою побудови вказаних логічних моделей є те що [4] «представлення знань в електронному варіанті передбачає визначення деяких початкових об'єктів, правил формування на їх основі нових об'єктів і в результаті отримання опису цих знань. Формальний спосіб опису предметної області і є моделлю представлення знань».

Отже, методом побудови вказаних моделей знань є «формальний спосіб опису предметної області» в якій «визначаються деякі первинні об'єкти та встановлюються правила формування на їх основі нових об'єктів». Формуються знання про *нові* об'єкти. При такому підході, в даних моделях знань не розглядаються форми знань, не ставиться задача формування *одиниці* знань, а також *міри* знань.

У роботі [5, с. 391] для представлення знань запропоновано класифікацію знань, основою якої є неформальний опис типів знань:

«Такий підхід надає можливість підібрати візуальну мову моделювання для конкретної управлінської задачі. Для неформального опису типів знань пропонується використовувати питання перевірки компетентності (*competency questions*).»

На основі цього введено наступні типи знань: *навіщо це потрібно...; що це...; як це працює...; чому це відбувається/відбулося...; хто це робить...; коли це відбулося...; де знаходиться об'єкт...* [5].

На жаль, ці моделі не зорієнтовані на розв'язання задачі виділення одиниць знань.

У роботі [6, с. 60] наведено основні властивості даних, метаданих, а також знань та метазнань:

«Знання – це формалізована система суджень із принциповою і єдиною організацією, заснована на об'єктивній закономірності, що спостерігається у визначеній предметній області (принципи, зв'язки, закони), встановленій в результаті розумової діяльності людини, спрямованої на узагальнення досвіду, отриманого нею у результаті практичної діяльності, яка дозволяє ставити і вирішувати задачі в цій області. Знання визначають здатність використовувати інформацію і являють собою добре структуровані дані або метадані (дані про дані) – елементи інформації, зв'язані між собою і з зовнішнім світом.

Метазнання – спеціальним чином організовані знання про знання з метою реалізації процесу їхньої інтерпретації і планування виведення. Метазнання дозволяють інтелектуальній системі виправляти або доповнювати свої знання в міру навчання в процесі вирішення конкретних задач.»

В даній тезі поняття «знання» визначається через поняття «система»: «це формалізована система суджень із принциповою і єдиною організацією». При цьому виникає дві проблеми, які існують і для визначення самого поняття «система», а саме: невизначеним є склад та зміст суджень, які власне й утворюють елементи системи, також невизначеним є зміст «принципів, зв'язків, законів», які формують систему.

Стосовно метазнань слід зауважити, що вони застосовуються *на етапі існування* первинних знань й забезпечують «виправлення або доповнення своїх знань <вже існуючих> в міру навчання в процесі вирішення конкретних задач».

З наведеного визначення метазнань слідує, що вони є *вторинними* по відношенню до знань для даної конкретної предметної області. Поняття «первинність» та «вторинність» введені для визначення черговості в часі їх формування та застосування. Спочатку формуються знання і починають застосовуватися, а потім на їх основі формуються метазнання.

В цій роботі також визначені різні форми класифікації знань, при цьому розрізняють:

- типи знань (вісім типів);
- різновиди знань (два різновиди);
- види знань (три види);
- експертні знання;
- у залежності від часу існування (статичні знання, динамічні знання)...[6, с. 61-63].

У загальному вигляді знання подаються певною семіотичною (знаковою) системою. З поняттям «знак» безпосередньо зв'язані поняття денотат і концепт.

Денотат – це об'єкт, що позначається даним знаком, а концепт – властивість денотата [6, с. 63].

Отже, з наведених визначень поняття «знання» слідує, що однозначного визначення цього поняття на даний час не існує.

Поняття одиниці знань встановлюється на основі того, що [6, с. 64]:

«Наявність класифікуючих відношень (структурованість) – властивість знань, що визначає можливість довільного встановлення між окремими одиницями знань відношень типу «частина – ціле», «рід – вид», «елемент – клас», «клас – підклас», «тип – підтип», «ситуація – підситуація» для забезпечення рекурсивної вкладеності одних одиниць знань в інші. Кожна одиниця знань може бути включена до складу будь-якої іншої, і з кожної інформаційної одиниці можна виділити деякі складові її інформаційні одиниці.»

Згідно цього визначення одиницями знань є знання для яких можливо встановити вказані бінарні відношення. Важливою властивістю є «забезпечення рекурсивної вкладеності одних одиниць знань в інші».

З іншого боку поняття «одиниця знань» визначається наступним чином [7]:

«Серед одиниць, які активізуються і складають ансамбль, знаходяться як ті що осмислюються, так і ті, що не піддаються осмисленню одиниці. Найдрібніші одиниці, що кодуються ми називаємо одиницями знань. Одиниця знання про що-небудь – це найдрібніша одиниця, яка не має асоціативного зв'язку з чим-небудь».

Розглядається одиниця знань для об'єктів дметної області у формі «що-небудь».

При цьому, одиниці знань можуть бути осмислені та не осмислені.

Дивно, у попередньому визначенні згідно [6], «можливість довільного встановлення між окремими одиницями знань відношень типу...», а з іншого боку «одиниця, яка не має асоціативного зв'язку з чим-небудь». Виникає протиріччя у формі антиномії:

– між окремими одиницями знань, що кодуються не існує відношень/зв'язків;

– між окремими одиницями знань існують відношення/зв'язки.

Таким чином, встановлено відсутність однозначного визначення змісту поняття «одиниця знань» та принципу відношень поміж такими одиницями.

На цей час значного розвитку отримали дослідження в області *управління* знаннями [8, 9] та *безпеки* знань [10]. Для управління знаннями введено поняття інформаційного продукту [11]:

«Множина інформаційних продуктів I_p предметної області містить найповнішу інформацію про предметну область, тому якість прийнятих рішень на її основі щодо ефективності використання є найвищою:

$$I_p = \{TF, ET, GF, WP, DB, DW\},$$

де I_p – множина інформаційних продуктів, інформаційний ресурс кожного з яких може бути відповідно текстовим файлом (TF), електронною таблицею (ET), графічними даними (GF), веб-сторінками (WP), базами даних (DB) чи сховищами даних (DW)».

В даному підході інформаційні продукти формуються з інформаційних ресурсів різних типів. Знову ж таки не ставиться задача формування одиниці знань, а також міри знань.

У роботах І. Б. Сіроджи [12, 13] введено поняття квант знань. Згідно [13]: «Термін «інженерія квантів знань» (ІКЗ) був введений автором < І. Б. Сіроджою в [12]> в зв'язку із запропонованою новою структуризацією знань за допомогою квантів, тобто порцій інформації різних рівнів складності. Ідея ІКЗ полягає в створенні нових моделей і методів автоматичної побудови і обробки алгоритмічних квантових структур знань, які допускають множинне, векторно-матричне і аналітичне уявлення, а також забезпечують маніпулювання ними за допомогою машинних алгебр і процедур логічного висновку».

Згідно даної тези вводиться поняття «алгоритмічна квантова структура знань». Вона формується на основі *автоматичної* побудови та обробки вказаних квантових структур. Ці *кванти* є порціями інформації *різних рівнів складності*, а отже квантові структури знань є *унікальними* і залежать від предметної області. З цього слідує, що квантова структура знань *не є одиницею знань*.

З наведених висловлювань також слідує, що на цей час не вирішеним залишається питання про представлення власне предметної області стосовно якої формуються знання. З іншого боку зрозуміло, що всі об'єкти предметної області (живої та неживої природи) з одного боку *існують*, а з іншого боку *діють*. При цьому, знання про *діяльність* для практичного застосування мають визначальне значення. Діяльність в свою чергу може бути поділеною на розумову та технологічну.

Для цілісної діяльності у роботі [14] встановлено поняття *одиниці* цілісної діяльності, а також визначено форми діяльності частин організованого цілого у формі вирішення відповідних задач. Побудовано логічні моделі смислового мислення та смислової (технологічної) діяльності. Для цих моделей встановлено наявність *ізоморфізму* їх архітектур у формі *декартової системи координат*. В той же час не визначено склад та зміст «одиниці знань» для цих архітектур логічних моделей.

Слід також звернути увагу на наступну обставину. Поняття «одиниця» пов'язане з поняттям «міра». При цьому, первинним є поняття «міра». Розуміючи склад та зміст поняття «міра», можливим є пошук відповідної *одиниці* міри.

Нажаль, в теоріях маніпулювання знаннями поняття «міра знань» не вводиться і не досліджується. З іншого боку, в класичній філософії це питання вирішувалося ще з часів древньої Греції. З цього приводу слід навести наступну цитату [15, с. 283]:

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

Отже, процес мислення Сократ визначає як процес *виміру сутностей* навколишнього світу. Г. Гегель зазначав [16, с. 19]:

«...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».

Оперування визначеннями (поняттями) відповідає *розсудковій діяльності* мозку, але є ще й розумова діяльність, яка є *діалектичною*. Отже, сучасні технології оперування знаннями засновані на закономірностях саме *розсудкової діяльності*, адже в цих технологіях реалізується маніпулювання поняттями про об'єкти предметної області, їх характеристики та відношення поміж ними.

Згідно Г. Гегелю [16, 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, Сократу та Г. Гегелю є процес представлення речей *в мірі* й відповідає *розумовій* діяльності. Виходячи з правила діалектичності, яке було сформовано у роботі [13] запропоновано наступне визначення поняття «міра»:

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

Наприклад, відоме гегелівське «плід» > «вишня» є прикладом виміру конкретної речі в *мисленні* через діалектичну єдність кількісного (вишні) та якісного (плід).»

Оскільки мова йде про *знання*, тоді виникає питання чи можливо у запропонованій архітектурі логічної моделі знань у формі декартової системи координат визначити *міру* знань, а також *одиницю* для виміру знань? Адже, маніпулювання *універсальною одиницею* знань перетворює цей процес з *мистецтва* маніпулювання знаннями у чітко визначену *технологію*, як це спостерігається для маніпулювання даними на основі одиниці даних – біт.

Слід звернути увагу на наступну обставину. Визначення метазнань, яке наведено у [5, с. 60], встановлює *первинність* знань по відношенню до метазнань. Однак, слідуючи логічному методу Г. Гегеля первинним необхідно визнавати поняття «метазнання», як більш загальне поняття. При такому підході виникає можливість відповісти на наступні запитання:

– перше запитання: якою повинна бути архітектура логічної моделі *метазнань* щоб бути визнаною «мірою метазнань»?

– друге запитання: чи можливо в цій архітектурі логічної моделі міри метазнань виділити «*одиницю* міри метазнань»?

– третє запитання: чи можливо у архітектурі логічної моделі міри метазнань виділити «міру знань».

– четверте запитання: чи можливо в цій архітектурі логічної моделі міри знань виділити «одиницю міри знань»?

12.3. Логічна модель міри метазнань для декартової системи координат

12.3.1. Обґрунтування логічної моделі міри метазнань

Згідно філософській системі Р. Декарта, введена ним система координат, відображає основний атрибут буття матерії: її протяжність. Як зазначав Р. Декарт [17, с. 466]:

«...не протяжність, не твердість, не забарвлення і т.п. складають природу тіла, а одна тільки протяжність».

Далі він вказує [17, с. 476]:

«А якщо всяке тіло – протяжна субстанція, то воно може бути виміряне, виміряне може бути також його положення серед інших тіл і його рух, а через це і «всі видозміни матерії»».

Таким чином, сутністю декартового уявлення властивостей матерії є відображення її *просторовості, протяжності, руху*. При цьому, Р. Декарт ввів *негативні* числа в запропоновану ним систему координат.

Фундаментальною властивістю множин, які формують числові координатні осі декартової системи координат, є наявність бінарних функціональних, або причинно-наслідкових відносин поміж суміжними вісями у формі декартових добутків множин $X, -X, Y, -Y$:

$$X \times Y, -X \times Y, -X \times -Y, -Y \times X.$$

Виникає питання, чи існують для множин декартової системи координат бінарні відносини поміж *діаметрально* протилежними множинами $X, -X, Y, -Y$? З точки зору *формальної* логіки бінарні відносини поміж вказаними множинами *не існують*. А з точки зору *діалектичної* логіки?

З наведених вище цитат Г. Гегеля і Сократа про властивості розуму слідує, що побудову архітектур логічних моделей мислення, смислового мислення та смислової діяльності в [14] засновано на закономірності розумової діяльності мозку людини шляхом формування понять про сутності предметної області, при цьому, розум це інструмент вимірювання цих сутностей і безпосереднього формування знань в формі бінарного діалектичного відношення «загальне» \supset «одиничне» (четверта евристика).

Введення в декартову систему координат *негативних* значень для координатних осей не просто характеризує протяжність об'єкта в протилежному напрямку, а й характеризує якості об'єкта, які є продуктом *розумової діяльності* людини. Наприклад, від'ємна вісь часу розуміється нами

як *минулий* час. Поняття «минулий час» є *продуктом розумової діяльності*. У світі неживої природи минулий час, як і майбутній, не існує.

З наведеного слідує, *що* поміж діаметрально протилежними вісями декартової системи координат можливо встановити діалектичне відношення у формі «загальне» \triangleright «одиничне» яке є мірою, а саме:

$$\text{«загальне } -X\text{» } \triangleright \text{ «одиничне } X\text{»};$$

$$\text{«загальне } -Y\text{» } \triangleright \text{ «одиничне } Y\text{»}.$$

В декартовій системі координат шкали вісей формуються з відповідних числових множин. В архітектурі логічних моделей діяльності, які досліджені в [14], шкали вісей формуються з множин відповідних *факторів*. Виникає питання, чи можливо співвіднести числові множини з множинами факторів?

Для цього розглянемо співвідношення відповідних множин $\pm X, \pm Y$ декартової системи координат та логічної моделі діяльності. В [2] на основі поняття «фактор» сформовані наступні форми множин, а саме:

- ресурсні фактори організаційної діяльності (РФОД) – (загальне);
- ресурсні фактори технологічної діяльності (РФТД) – (одиничне);
- процесні фактори організаційної діяльності (ПФОД) – (загальне);
- процесні фактори технологічної діяльності (ПФТД) – (одиничне).

Враховуючи те, що від’ємні числа є продуктом мислення, а позитивні числа є відображенням у поняттях даних про реальні фізичні об’єкти, *умовно*, можливим є співвіднести їх з вказаними факторами наступним чином:

$$\text{РФОД} \rightarrow (-Y); \quad (12.1)$$

$$\text{РФТД} \rightarrow (+Y); \quad (12.2)$$

$$\text{ПФОД} \rightarrow (-X); \quad (12.3)$$

$$\text{ПФТД} \rightarrow (+X). \quad (12.4)$$

Вісі ($\pm X$) віднесено до *процесних* факторів тому, що, як правило, вони використовуються для позначення *моментів часу*, які в моделях процесів є аргументом функції $Y(t) = fX(t)$. Вісі ($\pm Y$) умовно віднесено до ресурсних факторів.

Окрім встановленого вище діалектичного відношення для діаметрально протилежних вісей існує ще одне відношення, а саме: сума чисел для відповідних числових вісей дорівнює *нулю*, для випадку коли шкали ідентичні. Цю властивість можливо використати для встановлення змісту поняття «множини мислимої як ціле», яке ввів Г. Кантор.

Зрозуміло, що для кожної з пар множин чисел для числових вісей X та Y в декартовій системі координат їх сума завжди буде дорівнювати нулю. Це стосується й відповідних пар чисел $(1 + (-1) = 0)$ і т.п. З іншого боку, кожне з чисел в цих парах, а отже й відповідні множини пов'язані діалектичним відношенням:

$$\text{«загальне } (-1)\text{»} \triangleright \text{«одиничне } (1)\text{»}; \quad (12.5)$$

$$\text{«загальне } (-X)\text{»} \triangleright \text{«конкретне } (X)\text{»}; \quad (12.6)$$

$$\text{«загальне } (-Y)\text{»} \triangleright \text{«конкретне } (Y)\text{»}. \quad (12.7)$$

Позначивши результат діалектичної єдності через R можемо записати наступні рівняння для координатних вісей:

$$R_x \subseteq (-X) \triangleright (X) = 0; \quad (12.8)$$

$$R_y \subseteq (-Y) \triangleright (Y) = 0. \quad (12.9)$$

В цих виразах знак діалектичної єдності (\triangleright) за смислом є знаком *діалектичної суми*.

Тому «0» можливим є розглядати, як діалектично організоване ціле для відповідної пари множин декартової системи координат. *Це і є множина, мислима як ціле*, яку розглядав Г. Кантор [18]. До її складу входить один елемент (0), а з іншого боку всі елементи відповідної числової вісі. З цього слідує, що декартова система координат сформована на основі поєднання *двох* організованих цілих: – «нулів» для відповідних пар векторів,.

Виходячи з наведеного визначення міри знань (Визначення 2), архітектуру логічної моделі декартової системи координат пропонується розглядати як архітектуру логічної моделі міри *метазнань*. Адже, достатньо визначити *зміст та склад числових множин*, які формують координатні осі і цю логічну модель можливо застосувати для формування конкретних знань у формі відповідного графіка. Зміст елементів графіка визначається конкретною функціональною залежністю.

Мірою *метазнань для декартової системи координат* є склад та зміст елементів координатних вісей (числові шкали).

Отже, теоретичною основою формування логічної моделі міри метазнань для декартової системи координат є п'ята евристика, а саме: – архітектура логічної моделі міри метазнань для декартової системи координат формується з застосуванням визначених на основі четвертої евристики двох пар числових множин (двох мір), кожна з яких є організованим цілим (мірою) та діалектичні суми яких дорівнюють нулям.

Маючи таке визначення для архітектури логічної моделі міри метазнань, розглянемо більш детально її властивості.

12.3.2. Дослідження властивостей логічної моделі міри метазнань

Зазвичай, декартову систему координат розглядають як форму представлення функціональної залежності $Y(t)=fX(t)$. Для відомої функції будується відповідний графік (рис. 12.1).

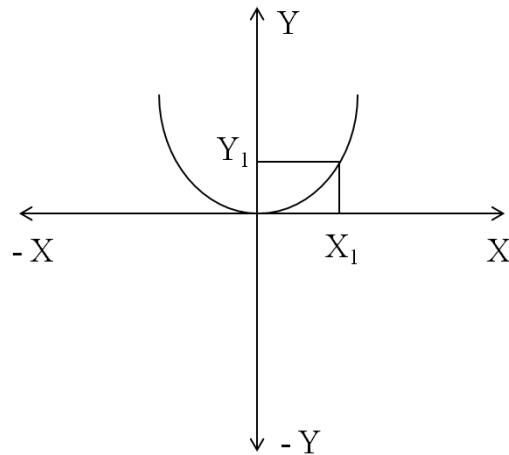


Рисунок 12.1. – Графік функціональної залежності $y = x^2$

Сукупність точок графіка складає *сукупність знань* про конкретну функціональну залежність. З застосуванням відповідних інструментів математичного аналізу визначаються характеристики закономірності, яка досліджується.

Тепер поглянемо на декартову систему координат з дещо іншої точки зору. На рисунку 12.2 наведено матричне представлення архітектури логічної моделі знань для якої вісі сформовано з елементів множин, які є певними поняттями або знаннями, які відповідають визначеним множинам факторів для певної предметної області (див. формули (12.1) – (12.4)).

В цій архітектурі можливим є виділення координатних вісей у формі відповідних множин. Сформовану таким чином архітектуру координатних вісей пропонується визначити як архітектуру *логічної моделі міри метазнань* для матричного представлення архітектури логічної моделі знань.

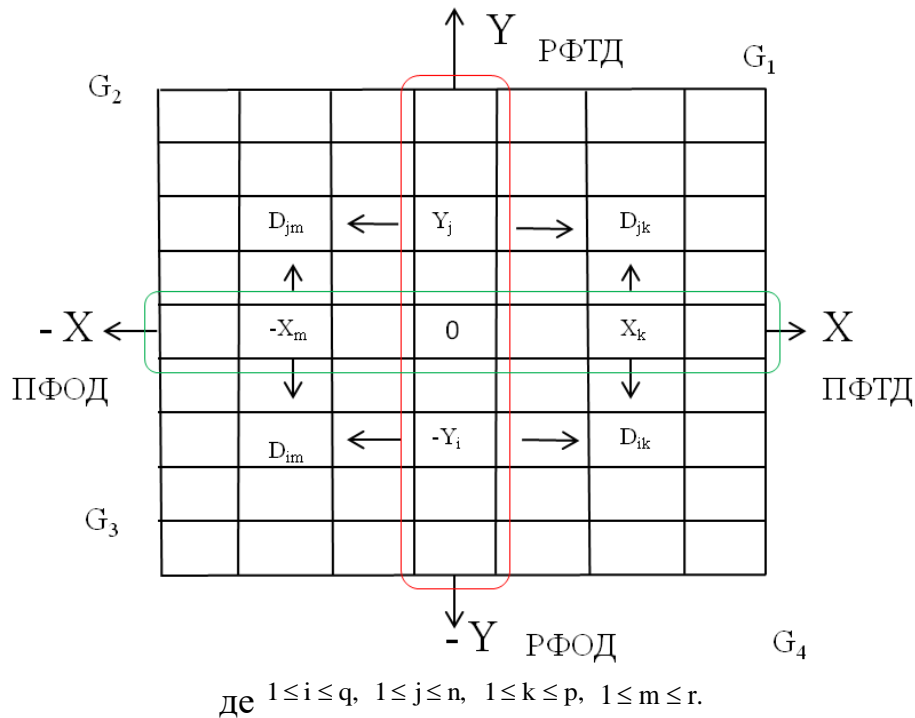


Рисунок 12.2 – Матричне представлення архітектури логічної моделі знань з визначеною архітектурою логічної моделі міри метазнань

В цій архітектурі *логічної моделі міри метазнань* можливим є формування для відповідних координатних вісей матриць $G_1 - G_4$ у формі декартового добутку, а саме:

$$G_1 \subseteq (Y \times X); \quad (12.10)$$

$$G_2 \subseteq (Y \times (-X)); \quad (12.11)$$

$$G_3 \subseteq ((-Y) \times X); \quad (12.12)$$

$$G_4 \subseteq ((-Y) \times (-X)); \quad (12.13)$$

Виникає питання, чим відрізняються представлення результатів *функціональних* залежностей в класичній декартовій системі координат для відповідної функції та матричне представлення архітектури логічної моделі знань в архітектурі *логічної моделі міри метазнань* (див. рис. 12.2)?

В класичній системі координат сукупність точок графіку представляє набір знань, які характеризують функціональний (причинно-наслідковий) зв'язок поміж елементами координатних вісей. Для обраного значення координати X за відомою формою функціональної залежності *визначається конкретне значення функції Y* .

По відношенню до класичної декартової системи координат, в досліджуваній в архітектурі *логічної моделі міри метазнань* реалізується *інша логіка відношень* поміж елементами координатних вісей.

В досліджуваній моделі спочатку визначається зміст *понять*, які формують елементи кожної з множин: Y_j , $-Y_i$, X_k , $-X_m$. При цьому, вирішується задача встановлення змісту функціональної, причинно-наслідкової, або іншої форми бінарних відносин для кожної пари елементів множин, які формують вісі:

$$(Y_j, X_k), (Y_j, -X_m), (-Y_i, -X_m), (-Y_i, X_k).$$

На основі встановлених форм відносин для кожної пари елементів множин, які формують вісі для відповідної матриці з $G_1 - G_4$, встановлюється склад та зміст *знань* для відповідних елементів D_{jk} , D_{ji} , D_{im} , D_{mk} які *формують* матричне представлення архітектури логічної моделі знань в архітектурі *логічної моделі міри метазнань*. Так, мова йде саме про *знання*, а не *дані* та *інформацію*:

$$D_{jk} \subseteq (Y_j \times X_k); \quad (12.14)$$

$$D_{jm} \subseteq (Y_j \times (-X_m)); \quad (12.15)$$

$$D_{ik} \subseteq ((-Y_i) \times (X_k)); \quad (12.16)$$

$$D_{im} \subseteq ((-Y_i) \times (-X_m)). \quad (12.17)$$

Склад всіх елементів множини РФОД $(-Y)$ в символах теорії множин можна записати наступним чином:

$$\forall(-Y_j) \in \text{РФОД}(-Y) \text{ (є організаційним ресурсом)}. \quad (12.18)$$

Згідно рисунку 12.2 вісь РФОД $(-Y)$ має бінарні зв'язки з вісями ПФТД (X) та ПФОД $(-X)$ згідно формул (12.12), (12.13). На жаль, *склад* елементів кожної з вказаних множин визначається змістом діяльності для *конкретної* предметної області «*діяльність як процес*».

Для множини ПФОД $(-X)$ відомо, що всі її елементи володіють однією й тією ж властивістю (змістом), а саме: вони всі відносяться до категорії регламентуючих документів. В символах теорії множин цю властивість можна записати наступним чином:

$$\forall(-X_m) \in \text{ПФОД}(-X) \text{ (є нормуючим фактором)}. \quad (12.19)$$

Аналогічно, для ПФТД (X) та РФТД (Y) маємо:

$$\forall(X_k) \in \text{ПФТД}(X) \text{ (є технологічним процесом),} \quad (12.20)$$

$$\forall(Y_j) \in \text{РФТД}(Y) \text{ (є ресурсом для процесу).} \quad (12.21)$$

Формування досліджуваної *логічної моделі міри метазнань*, для діяльності, необхідно розпочинати з визначення складу елементів множини ПФТД (X), які визначають зміст діяльності, склад та послідовність *технологічних процесів*, що реалізуються в діяльності. Після цього визначається склад множини ПФОД, тобто, перелік нормативних документів, в яких сформовано вимоги до визначених процесів. В останню чергу визначається склад РФТД, тобто, склад ресурсів, які необхідні для реалізації, як технологічних процесів (визначених у складі ПФТД), так і організаційних процесів (визначених у складі ПФОД). Ці процеси пов'язані з реалізацією вимог нормативних документів і реалізуються у формі відповідної системи управління.

З іншого боку, для кожного з елементів множин: Y_j , $-Y_i$, та X_k , $-X_m$ виконується правило, яке полягає в тому, що кожному елементу відповідає відповідна пара множин, які пов'язані діалектичними відносинами, а саме:

$$\forall(Y_j) \in \text{РФТД}(Y) \quad p(D_{jm} \succ D_{jk}), \quad (12.22)$$

$$\forall(-Y_i) \in \text{РФОД}(-Y) \quad p(D_{im} \succ D_{ik}), \quad (12.23)$$

$$\forall(X_k) \in \text{ПФТД}(X) \quad p(D_{jk} \succ D_{ik}), \quad (12.24)$$

$$\forall(-X_m) \in \text{ПФОД}(-X) \quad p(D_{jm} \succ D_{im}), \quad (12.25)$$

де $1 \leq i \leq q$, $1 \leq j \leq n$, $1 \leq k \leq r$, $1 \leq m \leq r$.

Виникає важливе питання, у якій формі у досліджуваній моделі враховується фактор часу? Адже, в жодній з факторів: РФОД ($-Y$); РФТД ($+Y$); ПФОД ($-X$); ПФТД ($+X$) час у *явній* формі не включено. Справа в тому, що досліджувана модель формується для *певного* моменту часу, або проміжку часу. Тому вісі майбутнього та минулого часу розміщуються по нормалі до площини досліджуваної моделі, як це показано на рисунку 12.3 [19]. Стає зрозумілим, що вказана модель є основним елементом формування моделі багатовимірного аналізу діяльності організацій за методологією OLAP (On-Line Analytical Processing).

Для фізичної реалізації запропонованої *архітектури логічної моделі міри метазнань* достатньо табличного процесора.

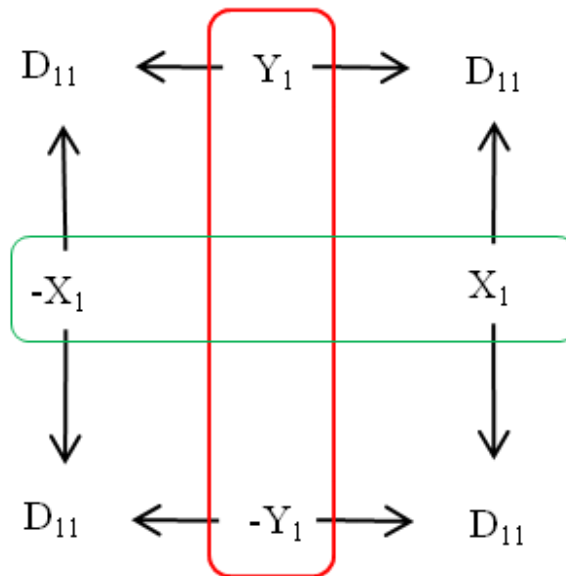


Рисунок 12.3 – Архітектура логічної моделі «одиниці міри метазнань» для пост-декартового представлення метазнань

Досліджувану архітектуру логічної моделі міри метазнань пропонується визначити – *пост-декартовим представленням метазнань*.

На додаток до встановлених вище властивостей пост-декартового представлення метазнань необхідно звернути увагу на наступну властивість кожної з пар множин, які формують архітектуру логічної моделі міри метазнань: вони є *діалектичними мета мірами* для факторизованого простору предметної області «діяльність».

12.4. Формування понять «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань»

Виникає питання, що може бути елементарною одиницею в пост-декартовому представленні метазнань? Згідно рисунку 12.3 у якості такої одиниці слід прийняти четвірку елементів з множин $Y_j, -Y_i, X_k, -X_m$ для значень індексів: $i = 1, j = 1, k = 1, m = 1$, відповідно маємо елементи $Y_1, -Y_1, X_1, -X_1$. Так, саме ці елементи утворюють дві мета міри мета знань ($-Y_1, \triangleright Y_1$) та ($-X_1, \triangleright X_1$). Сформованість цих двох мета мір у формі декартової системи координат породжує можливість формування елементів знань $D_{11}, D_{11}, D_{11}, D_{11}$ для кожної з матриць $G_1 - G_4$ (рис. 3). Вони формуються на основі формул (12.14) – (12.17). Отже, елементи знань про діяльність формуються на основі мета знань з відповідних мета мір.

Зрозуміло, що *повною* ця одиниця міри метазнань буде лише тоді, коли будуть визначені щонайменше по одному елементу кожної з множин $Y_1, -Y_1, X_1, -X_1$. Визначену таким чином одиницю *метазнань* про знання, які

характеризують діяльність, пропонується назвати *одиничним пост-декартовим представленням метазнань*, або *елементарним пост-декартовим представленням метазнань*. Воно є найпростішим. Невизначеність хоча б одного з елементів множин $Y_1, -Y_1, X_1, -X_1$ в елементарній четвірці свідчить про неповноту сформованих метазнань, а отже, й знань про діяльність.

Пост-декартове представлення метазнань є відкритим для користувача. Воно складається з певної кількості елементів зміст кожного з яких визначається змістом множин РФОД ($-Y$); РФТД ($+Y$); ПФОД ($-X$); ПФТД ($+X$). Для визначення змісту елементів вказаних множин достатньо визначити предметну область *діяльності* користувача даної моделі.

Як правило, зміст елементів множин РФОД ($-Y$) та РФТД ($+Y$) для логічної моделі діяльності як процесу, визначається однозначно і є сталим для будь-якої мета моделі знань. З іншого боку, зміст елементів множин ПФОД ($-X$) та ПФТД ($+X$) визначається для конкретної предметної області. При цьому, якщо відомі елементи множини ПФТД ($+X$), тоді виникає можливість сформувати й елементи множини ПФОД ($-X$), які відображають зміст нормативних документів (формула 12.15). Тобто, нормативний документ формується на основі знань про конкретні технологічні процеси.

Слід відзначити, що пост-декартове представлення метазнань може бути застосовано й для вирішення зворотної задачі. Мається на увазі можливість формування спочатку елементів матриць $G_1 - G_4$ і потім визначення складу та змісту елементів відповідних множин за формулами (12.22) – (12.25).

Маючи сформоване *одиничне пост-декартове представлення метазнань* можливим є формування відповідної архітектури логічної моделі *одиниці міри знань*. На рисунку 12.4 наведено архітектуру «одиниці міри знань» для *одиничного пост-декартового представлення метазнань* про діяльність.

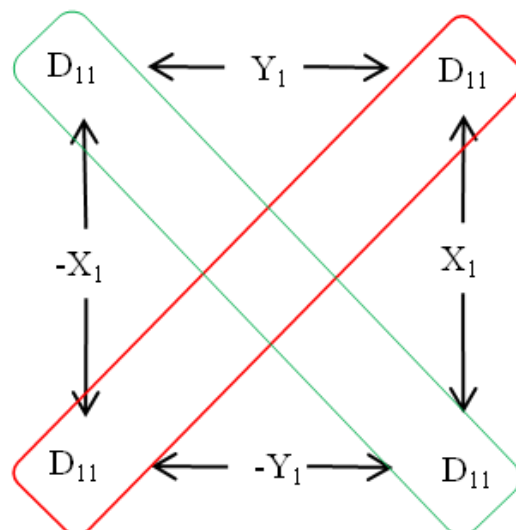


Рисунок 12.4 – Архітектура логічної моделі «одиниці міри знань» для *одиничного пост-декартового представлення метазнань* про діяльність

Елементи D_{11} для кожного з квадрантів $G_1 - G_4$ є елементарними знаннями, які *породжені* відповідним *одиничним пост-декартовим представленням метазнань* згідно формул (12.14) – (12.17) і визначають склад та зміст одиниці знань.

Отже, сформовані архітектури логічних моделей одиниць пов'язані поміж собою. *Первинним є одиничне пост-декартове представлення метазнань.*

12.5. Узагальнення результатів дослідження методів обробки знань

Для визначення значення отриманих у роботі результатів проведемо порівняння вимог, які сформовані у роботі [20] до обробки знань з результатами, отриманими у даній статті.

С. Осуга наступним чином класифікує проблеми обробки знань [20, с. 168]:

«Всі проблеми можливо описати формою, яка визначає відношення поміж сутностями, які є об'єктом дослідження, атрибутами, властивостями, поведінкою, (характеристиками) в умовах навколишнього середовища. Іншими словами, в проблемі що-небудь одне є невідомим – сутність, середовище або характеристики, і це невідоме повинно бути отримано з двох компонентів, які залишилися».

На основі цього С. Осуга визначає три класи проблем, а саме:

– перший клас – це проблеми аналізу коли відомі сутності і навколишнє середовище і необхідно визначити характеристики;

– другий клас – це проблеми синтезу, коли відомі характеристики і навколишнє середовище і необхідно визначити сутності;

– третій клас – це проблеми оцінки зовнішнього середовища коли відомі сутності та характеристики [20, с. 168].

У запропонованому в даному дослідженні методі формування *одиничного пост-декартового представлення метазнань* та відповідної архітектури логічної моделі *одиниці міри знань* відомими є:

– об'єкт дослідження – відповідна предметна область для якої визначеною є поведінка – ПФТД;

– умови навколишнього середовища – ПФОД;

– атрибути, властивості – у формі РФОД та РФТД;

– елементи множин мета мір Y_j , $-Y_i$, та X_k , $-X_m$, а також принцип формування мета мір з цих елементів на основі діалектичної єдності понять «загальне (якісне визначення) \triangleright одиничне (кількісне визначення)».

Отже, проблеми, які сформовані С. Осугою, у запропонованому у роботі методі, вирішуються на етапі формування змісту відповідних формуючих множин Y_j , $-Y_i$, та X_k , $-X_m$. Задача формування бази знань полягає у формуванні змісту знань для елементів відповідних матриць логічної моделі D_{ji} , D_{jk} , D_{im} , D_{ik} .

Характеризуючи типи функцій обробки знань С. Осуга відзначає, що [20, с. 234-235]:

«Про які б функції обробки знань не йшла мова, основними з них поки що є дедуктивні виводи та використовувана ними база знань. Однак для них характерні дві форми застосування... Назвемо ці дві форми застосування пошуковою та розроблюючою... Розроблююча форма застосування <використання системи обробки знань> орієнтована на використання системи обробки знань експертами. ... в системі розроблюючого типу на базі введених в неї знань часто породжуються знання більш високого рівня ніж у експертів.»

Отже, вона є системою обробки знань.

Характерною особливістю розроблюючої форми обробки знань є те що [20, с. 235]:

«Перевагою пошукової форми є велика гнучкість і адаптивність до навколишнього середовища, однак її ефективність обумовлена невеликими проблемами. Розроблююча форма містить функції пошукової форми, але в той же час вона орієнтована на побудову моделей які розвиваються, і може застосовуватися для вирішення великих проблем, наприклад проектування. Однак, для практичного втілення такої форми потрібно, як відмічалось вище, розробити нову технологію побудови інтелектуальних систем, починаючи з перегляду мов представлення знань.»

Зрозуміло, що запропоноване *пост-декартове представлення метазнань* може бути віднесеним до форми, яка розробляється (системи обробки знань) і відповідає вимозі «розробки нової технології побудови інтелектуальних систем, починаючи з перегляду мов представлення знань».

В основі її побудови лежить теорія інтелектуальних систем, як організованих цілих. Теоретичною основою для формування організованих цілих та дослідження їх діяльності є методологія цілісного підходу [14].

Запропонована логічна модель Декарта представлення знань відповідає вимозі до мов представлення знань, С. Осуга зауважує [20, с. 242]:

«Однак ефективність обробки знань проявляється в максимальному ступені, коли в одне ціле будуть органічно об'єднані застосування знань та їх придбання... Однак до практичного втілення в машині індуктивних виводів пройде ще немало часу, а можлива тільки така форма придбання, при якій людина отримує і впорядковує знання поза сферою дії комп'ютера.»

У запропонованому в даному дослідженні методі формування *одиночного пост-декартового представлення метазнань* та відповідної архітектури логічної моделі *одиноці міри знань* застосовується природна мова представлення знань на основі *діалектичних виводів* у формі «загальне» > «одиночне» як мета мір для *пост-декартового представлення метазнань*.

Як було вказано вище, запропоноване *пост-декартове представлення метазнань* є відкритим для користувача, в ньому одночасно реалізовано концептуальне, логічне та фізичне представлення, які є основою формування баз знань, при цьому, «людина отримує і впорядковує знання поза сферою дії комп'ютера». Саме користувач формує всі визначені в моделі елементи множин координатних вісей Y_j , $-Y_i$, X_k , $-X_m$ та елементи знань в матрицях D_{ji} , D_{jk} , D_{im} , D_{mk} .

Воно також відповідає наступній вимозі до мов [20, с. 247]:

«Ідеальним варіантом зовнішньої мови є природна мова та графіка, які надають можливості декларативного опису.»

В запропонованій моделі використовується природна мова та графіка у формі архітектури матричного представлення логічної моделі представлення знань.

Характеризуючи представлення знань, як універсальний засіб опису моделей С. Осуга зазначає, що [20, с. 252]:

«Моделі, як вже не одноразово говорилося, мають дуже широкий смисл, який знаходить відображення в найрізноманітніших прикладних сферах, однак для практичного втілення обчислювальної системи, яка забезпечує інтелектуальну підтримку рішення проблем з використанням моделей, необхідні універсальні засоби їх опису.»

У даній роботі ця проблема вирішується формуванням ізоморфної щодо предметної області архітектури моделі *пост-декартового представлення метазнань*. Так, не універсальні засоби опису моделей, а універсальна архітектура цієї моделі.

Слід також звернути увагу на умови побудови моделей: необхідно «таке управління процесом накопичення інформації, яке б забезпечило відсутність в ній протиріч.» [20, с. 253].

В основі запропонованої архітектури моделі *пост-декартового представлення метазнань* про діяльність, накопичення знань здійснюється на основі фундаментального закону діалектики: закону діалектичної єдності для понять «загальне» \supset «конкретне» та встановлення змісту понять «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань». Саме цей закон є основою для подолання протиріч, які існують у методологіях системного та цілісного підходів.

С. Осуга також звертає увагу на «необхідність розробки нових систем представлення знань, які відповідають вимогам погодженої обробки багатьох джерел знань.» [20, с. 255].

Логічна пов'язаність джерел знань у запропонованому *пост-декартовому представленні метазнань* обумовлена тим, що поміж елементами множин координатних вісей $(Y_j, -Y_i)$ та $(X_k, -X_m)$ встановлюються відповідні діалектичні зв'язки, а також між суміжними множинами на координатних осях встановлюються зв'язки, які визначаються у формі декартового добутку, як це показано вище (див. також формули (12.10) – (12.13)). Отже, досліджена логічна модель відповідає цій вимозі.

Запропонована архітектура логічної моделі Декарта представлення знань, *не відповідає* наступній вимозі до моделі об'єкта [20, с. 262]:

«Оскільки наявність структури у моделі об'єкта є незаперечним фактом, то в її представлення вводиться перш за все структурний опис... Якщо структуру необхідно ввести у зовнішнє представлення моделі, то з позиції організації комп'ютерної обробки її слід визначити так, щоб вона безпосередньо відповідала структурі даних; це вигідно не тільки у відношенні

ефективності обробки, але й у відношенні ефективності зберігання, і перетворення моделей, а також сумісності з існуючими системами обробки».

До таких структур С. Осуга відносить [20, с. 263] таблиці, ієрархічні структури, графові структури. Таблиці є основою для побудови реляційних баз даних.

У запропонованій моделі формується архітектура *пост-декартового представлення метазнань* для визначеної предметної області. Вона *не пов'язана* зі структурою моделі об'єкта.

Відомі методи моделювання знань засновані на *класифікації* об'єктів предметної області, зв'язків поміж ними і властивостей цих зв'язків. Тому й пізнання розпочинається з *даних* про сутності предметної області.

Наприклад, М. Мінський наступним чином визначає поняття фрейму [21].

«Відправним моментом для даної теорії служить факт, що людина, намагаючись пізнати нову для себе ситуацію або по-новому поглянути на вже звичні речі, вибирає зі своєї пам'яті деяку структуру даних (образ), звану нами фреймом, з таким розрахунком, щоб шляхом зміни в ній окремих деталей зробити її придатною для розуміння більш широкого класу явищ або процесів.

Фрейм є структурою даних для представлення стереотипної ситуації. З кожним фреймом асоціюється інформація різних видів. Одна її частина вказує, яким чином слід використовувати даний фрейм, інша – що приблизно може спричинити за собою його виконання, третя – що слід зробити, якщо ці очікування не підтвердяться.»

Запропоноване *пост-декартове представлення метазнань* засновано на *факторному* представленні знань про діяльність. Саме принцип формування системи евристичної самоорганізації з застосуванням *генерації факторів* та відповідних евристик людиною, який введено у роботі [2] забезпечив формування архітектури *пост-декартового представлення метазнань*.

Дане *пост-декартове представлення метазнань* для діяльності, вирішує задачу *постановки цілі діяльності*, точніше формування проекту майбутнього результату, яка в класичній кібернетиці і сучасних автоматизованих системах управління не ставилась.

Слід також зауважити, що досліджене *пост-декартове представлення метазнань* є основою для теоретичного обґрунтування архітектур логічних моделей мислення, смислового мислення, смислової діяльності та цілісної смислової діяльності, як це показано у роботі [3].

12.6. Приклад практичної реалізації моделі пост-декартового представлення метазнань

Приклад практичної реалізації розробленої моделі пост-декартового представлення метазнань наведено у роботі [22]. Розглянуто застосування розробленої моделі для встановлення відношень поміж елементами стандартів серії ISO/IEC 15408, а також стандарту ISO/IEC 18045. Попередній аналіз показав, що поміж елементами цих стандартів можливо встановити зв'язки, які

показано на рисунку 12.5. Для сформованих матриць метрику пропонується розраховувати наступним чином [22]. Визначається загальна потужність декартових добутків для суміжних пар векторів факторів:

$$\begin{aligned} & | E^{(18045)} \times E^{(15408-1)} |; \\ & | E^{(15804-1)} \times E^{(15408-2)} |; \\ & | E^{(15804-2)} \times E^{(15408-3)} |; \\ & | E^{(15804-3)} \times E^{(18045)} |. \end{aligned}$$

Після цього розраховуються потужності декартових добутків для суміжних пар векторів факторів з ненульовими елементами

$$\begin{aligned} & | \Delta(E^{(18045)} \times E^{(15408-1)}) |; | \Delta(E^{(15804-1)} \times E^{(15408-2)}) |; \\ & | \Delta(E^{(15804-2)} \times E^{(15408-3)}) |; | \Delta(E^{(15804-3)} \times E^{(18045)}) |. \end{aligned}$$

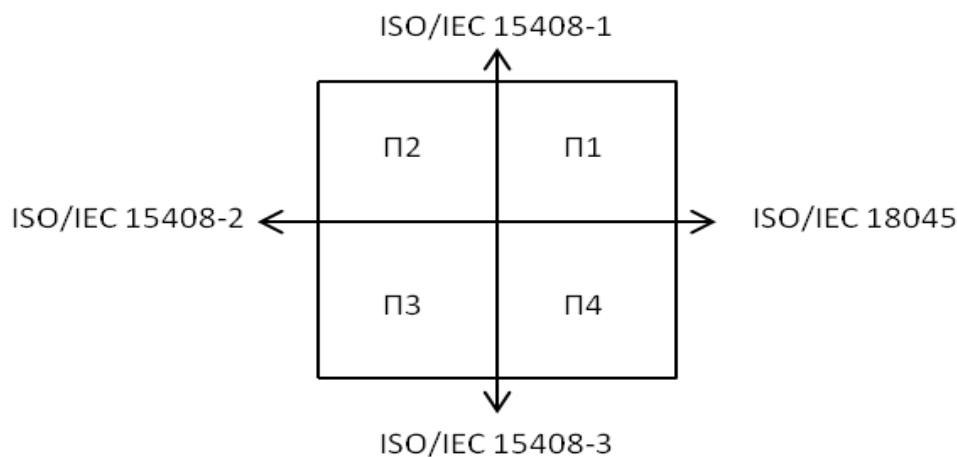


Рисунок 12.5 – Чотирьох факторна модель структуризації знань для встановлення відношень поміж елементами стандартів серії ISO/IEC 15408, а також стандарту ISO/IEC 18045

На основі результатів цих розрахунків обчислюється частка потужності декартових добутків з ненульовими елементами по відношенню до загальної потужності декартових добутків

$$M_E = \frac{|\bigcup_{i,j} \Delta E^{(i),(j)}|}{|\bigcup_{i,j} (E^{(i)} \times E^{(j)})|}.$$

Запропонована модель є інтегрованою, тому що до її складу включено різні джерела знань про предметну область (зміст стандартів). Встановлення додаткових відношень поміж цими джерелами забезпечує формування *нових знань* про обрану предметну область і є результатом управління знаннями.

12.7. Висновки

1. Вирішення часткової задачі встановлення логічного принципу, який лежить в основі побудови логічної моделі декартової системи координат, дало дещо несподіваний результат. З'ясувалося, що основною проблемою в загальній задачі маніпулювання знаннями є проблема визначення саме складу та змісту предметної області, для якої вирішується ця задача. Встановлено, що існує два принципово різні підходи до вирішення задач маніпулювання знаннями.

Перший підхід полягає у застосуванні методів автоматичної обробки *даних* з застосування обчислювальних машин та відповідних алгоритмів на основі правил формальної логіки для отримання нових знань про об'єкти предметної області. Для першого підходу об'єктами предметної області є саме фізичні об'єкти живої та неживої природи в їх *існуванні*, які мають власні характеристики і поміж якими встановлюються відповідні відношення.

Другий підхід полягає у застосуванні здібності людського інтелекту вимірювати речі та їх властивості на основі закономірностей діалектичної логіки. Для другого підходу характерним є пізнання *знань* про *діяльність* об'єктів живої природи, в першу чергу людини. При цьому, обчислювальні машини застосовуються, як правило, для представлення у відповідній формі вже *сформованих* знань. Однією з таких форм представлення знань є логічна модель декартової системи координат.

Аналіз цієї моделі показав, що логічним принципом її формування є принцип діалектичної єдності понять «загальне» \supset «одиничне», який застосовується для формування складу та змісту діаметрально протилежних координатних вісей з *числових* множин. У такій формі логічна модель декартової системи координат застосовується для представлення *інформації*, яка є змістом відповідної функціональної залежності.

З іншого боку, існує значна кількість логічних моделей у яких склад та зміст елементів множин, які формують координатні вісі, відповідають певним *знанням* про діяльність людини. В цих моделях також реалізується принцип їх формування у формі діалектичної єдності понять «загальне» \supset «одиничне», який застосовується для формування складу та змісту діаметрально протилежних координатних вісей з множин елементами яких є певні *знання*. Для цих моделей встановлено зміст понять «міра метазнань», «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань».

Встановлено також первинність поняття «міра метазнань» по відношенню до поняття «міра знань».

2. Графічним представленням логічної моделі представлення знань про діяльність людини в координат логічній моделі міри метазнань є *архітектура матричного* представлення. Головною перевагою такого представлення є те, що в цій моделі реалізовано відношення «багато до багатьох (M:N)», яке заборонене в реляційних базах даних.

Враховуючи встановлені властивості *логічної моделі міри метазнань*, запропоновано називати цю модель пост-декартовим представленням метазнань про діяльність.

3. Слід відзначити, що у кожному з досліджених підходів до маніпулювання знаннями поняття «міра» не застосовується. З іншого боку, це поняття є визначальним у формуванні знань про діяльність людини та їх маніпулюванні.

4. Поняття «міра» є основою для формування діалектичного відношення «загальне» \supset «одиничне» і встановлення змісту логічних методів, які були встановлені Г. Гегелем та К. Марксом, відповідно: «загальне» \rightarrow «особливе» \rightarrow «конкретне» та «абстрактно конкретне» \rightarrow «загальне». Це відношення запропоновано розглядати як правило діалектичного виводу. Виходячи з цього, виникає питання як співвідносяться існуючі правила логічних виводів з вказаним правилом. Відповідь на це запитання пропонується надати у наступному дослідженні.

Самостійне значення має задача порівняльного аналізу запропонованого методу представлення знань з відомими.

5. Слід відзначити, що в *теорії інформації* поняття «міра» має широке застосування [23]. Ведено поняття «міра кількості інформації» та «міра якості інформації». Введено також поняття «квант інформації» [23, с. 20]. Застосовуються геометрична міра, комбінаторна міра, адитивна міра (Хартлі), статистичні міри інформації. Застосовується також поняття ентропії. Однак, всі ці поняття *не використовуються* по відношенню до знань.

6. Для концепції Індустрії 5.0, яка визначається як *інтернет знань* вкрай важливою є вирішення поставлених у дослідженні питань, а саме:

- визначення складу та змісту знань які описують предметну область – це знання про існування чи діяльність об'єктів живої та неживої природи;
- встановлення логічного принципу, який необхідно покласти в основу методу маніпулювання знаннями.

Результати даного дослідження слід розглядати як приклад пошуку відповіді на вказані запитання.

7. Значення наведених результатів для практики застосування інтелектуальних систем полягає у наступному. Діяльність інтелектуальної системи складається з вирішення задачі формування проекту майбутнього результату діяльності (мети діяльності) й задачі отримання результату діяльності з реалізації встановленого проекту. Як було встановлено раніше в роботах [2-3], для моделювання цих задач необхідно розробити відповідні логічні моделі знань. В даному дослідженні виконано теоретичне обґрунтування архітектури логічної моделі метазнань, яка є основою для

формування відповідної моделі знань про діяльність, оскільки ця архітектура є ізоморфною для кожної з вказаних вище задач, можливо вважати проблему моделювання знань для цих задач вирішеною.

Література

1. Доценко С. І. Інтелектуальні системи: пост-декартове представлення метазнань [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2020, № 3(95). С. 4-16. doi: 10.32620/reks.2020.3.01.
2. Доценко, С. І. Інтелектуальні системи: принцип евристичної самоорганізації [Текст] / С. І. Доценко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2020. – № 1(93). – С. 4-16. DOI: 10.32620/reks.2020.1.01.
3. Доценко, С. І. Інтелектуальні системи: принципи евристичної самоорганізації процесів смислового мислення та смислової діяльності [Текст] / С. І. Доценко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2020. – № 2(94). – С. 4-22. DOI: 10.32620/reks.2020.2.01.
4. Шаров, С. В. Вибір моделі представлення знань у системі ІСІКС [Текст] / С. В. Шаров, Д. В. Лубко, В. В. Осадчий // Системи обробки інформації. – 2015. – № 11 (136). – С. 108–111.
5. Кудрявцев, Д. В. Технологии бизнес-инжиниринга [Текст] : учеб. пособие / Д. В. Кудрявцев, М. Ю. Арзуманян, Л. Ю. Григорьев. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 427 с.
6. Субботін, С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень [Текст] : навчальний посібник / С. О. Субботін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2008. – 341 с.
7. Колодина, Н. И. Когнитивная структура знаний как единицы знаний [Электронный ресурс] / Н. И. Колодина, О. Г. Лябина. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnaya-struktura-znaniy-kak-edinitsy-znaniy/viewer>. – 12.08.2020.
8. Кудрявцев, Д. В. Системы управления знаниями и применение онтологий [Текст] : учеб. пособие / Д. В. Кудрявцев. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 344 с.
9. Букович, У. Управление знаниями: руководство к действию [Текст] : пер. с англ. / У. Букович, Р. Уилльямс. – М. : ИНФРА-М, 2002. – XVI (Серия «Менеджмент для лидера»). – 504 с.
10. Ilvonen, I. Knowledge Security - A Conceptual Analysis. Tampere University of Technology [Text] / Iloona Ilvonen. – Tampere University of Technology. Publication, 2013. – Vol. 1175. – 189 p.
11. Вовк, О. Б. Формалізація операцій над інформаційними продуктами [Текст]/ О. Б. Вовк // Математичні машини і системи. – 2012. – № 2. – С. 51–59.
12. Сироджа, И. Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления [Текст] / И. Б. Сироджа. – К. : Наук. думка, 2002. – 428 с.

13. Сироджа, И. Б. Модели и методы инженерии квантов знаний для принятия решений в системах искусственного интеллекта [Текст] / И. Б. Сироджа, И. А. Верещак // Системи обробки інформації. – 2006. – № 8 (57). – С. 63-81.
14. 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.
15. Ленин, В. И. Философские тетради [Текст] / [под ред. В. В. Адоратского и В. Г. Сорины]. – Ленинград : Издательство ЦК ВКП (б), 1934. – С. 283.
16. 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.
17. Декарт, Р. Избранные произведения [Текст] / Р. Декарт. – М. : Политиздат, 1950. – 712 с. – С. 466.
18. Асеев, Г. Г. Дискретная математика: Учебное пособие [Текст] / Г. Г. Асеев, О. М. Абрамов, Д. Э. Ситников. – Ростов н/Д : «Феникс», Харьков : «Горсинг», 2003. – 144 с.
19. Доценко, С. І. Багатовимірний аналіз моделі смислової діяльності для системи енергетичного менеджменту [Текст] / С. І. Доценко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2016. – № 176. – С. 12-14.
20. Осуга, С. Обработка знаний [Текст] : пер с япон. / С. Осуга. – М. : Мир, 1989. – 293 с.
21. Минский, М. Фреймы для представления знаний [Текст] : пер. с англ. / М. Минский. – М. : Энергия, 1979. – 152 с.
22. Integrated Model of Knowledge Management for Security of Information Technologies: Standards ISO/IEC 15408 and ISO/IEC 18045 [Text] / Sergiy Dotsenko, Oleg Illiashenko, Sergii Kamenskyi, Vyacheslav Kharchenko // Information & Security: An International Journal. – 2019. – Vol. 43, no. 3. – P. 305-317. DOI: 10.11610/isij.4323.
23. Темников, Ф. Е. Теоретические основы информационной техники [Текст] / Ф. Е. Темников, В. А. Афонин, В. И. Дмитриев. – М. : «Энергия», 1971. – 424 с.

13. ЕВРІСТИЧНА САМООРГАНІЗАЦІЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ТА ПРАВИЛ ЛОГІЧНИХ ВИВЕДЕНЬ: АНАЛІЗ В КОНТЕКСТІ БЕЗПЕЧНОГО ТА ПОЯСНЮВАНОВОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

**С. І. Доценко¹, В. С. Харченко², О. І. Морозова², А. Русинські³,
С. О. Доценко⁴**

¹Український державний університет залізничного транспорту

*² Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

³ Університет Нью-Гемпшир, США

⁴Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди

13.1. Вступ

Зміст даного розділу засновано на матеріалах статті [1].

Штучний інтелект та інтелектуальні системи стали надпотужним трендом розвитку кібернетики та інформаційних технологій. Саме технологічні аспекти стали превалюючими впродовж останнього десятиріччя; технології і продукти, які реалізують методи створення штучного (квазі- а іноді і псевдоштучного) інтелекту заповнюють цифровий світ, стають все більш доступними і всепроникаючим. Провідні індустріальні гіганти Google, Microsoft, Amazon та інші компанії створили потужний ринок і надають новий тип сервісів «AI as a Service» (Artificial Intelligence/ Штучний інтелект як сервіс, AIaaS) [2]. Такими сервісами користуються розробники та інтегратори різних систем, обираючи відповідні сервіси і продукти для різних застосувань. Тож поява і удосконалення AIaaS фактично закінчує ланцюг споживання засобів штучного інтелекту (ЗШІ) як так званого комерційного продукту з полиці (COTS, Commercial of the Shelf) [3].

Отже рівень комфортності життя людей, ефективність, конкурентоздатність і безпека індустрії та соціуму в цілому стають все більш залежними від ЗШІ. У подальшому ця залежність може стати певним чином критичною. Внаслідок цього паралельно в останні роки розвивається напрям досліджень і розробок, який називають Explainable AI (XAI) і Trustworthy AI (TAI), тобто пояснюваний (або зрозумілісноздатний) і довірчоздатний (або правдивісноздатний) ШІ [4]. Розроблено перші нормативні документи інституціями Євросоюзу, зокрема, для авіаційних і аерокосмічних галузей [5], Національним інститутом стандартів і технологій США NIST [6].

Дійсно, маємо розуміти, чи є ЗШІ білою скринькою у повному сенсі? Тому важливо відповісти на кілька запитань:

– по-перше, наскільки методи створення ЗШІ і взагалі методологічні підвалини інтелектуальних систем є досконалыми з точки зору діалектики і теорії знань та забезпечення пояснюваності ЗШІ.;

– по-друге, наскільки їх операційний базис відповідає викликам, пов'язаним з необхідністю забезпечення пояснюваності та довірчо здатності.

Для цього логічним є аналіз моделей представлення знань, відповідних правил і евристик, методів створення ЗШІ, таких як нейронні мережі, експертні системи тощо.

13.2. Аналіз вихідних положень теорії моделювання знань

13.2.1 Логічні та евристичні моделі

Згідно [7] *моделі* представлення знань можуть бути поділені на *логічні* та *евристичні*. В основі *логічних* моделей лежить поняття *формальної теорії*. При цьому, формальні теорії реалізуються на основі дедуктивного та індуктивного методів логічних виведень (заключень). До *дедуктивного* типу логічних виведень належать методи числення предикатів та конкретні системи продукцій. До *індуктивного* типу логічних виводів належать методи логіки відношень (псевдофізичні логіки). З цього слідує, що принципово існує два типи моделей знань, а саме, *логічні* та *евристичні моделі*.

В [7] також відмічається, що в логічних моделях представлення знань, відношення, які існують поміж окремими одиницями знань, виражаються тільки за допомогою тих небагатих засобів, які представляються синтаксичними правилами використовуваної формальної системи. При цьому формальна система визначається четвіркою виду [8]:

$$M = \langle T, P, A, B \rangle, \quad (13.1)$$

де T – множина базових елементів різної природи;

P – множина синтаксичних правил, за допомогою яких з елементів T утворюють синтаксично правильні сукупності, у множині яких виділяється деяка підмножина A , елементи якої називаються аксіомами;

B – множина правил виведення, застосовуючи які до елементів A , можна одержувати нові синтаксично правильні сукупності, до яких знову можна застосовувати правила з B .

Для *евристичних* моделей характерна наявність різноманітного набору засобів, які передають специфічні особливості тієї чи іншої проблемної області. У [7] також зауважується, що саме за цією причиною *евристичні* моделі перевершують логічні, як за можливостями представляти проблемну область, так і за ефективністю використовуваних правил виводу. До евристичних моделей, які використовуються в експертних системах, згідно [8], можливо віднести мережеві, фреймові [9] та продукційні моделі [10].

Виникає питання, правила виводу в логічних та евристичних моделях одні й ті ж самі, чи вони різні?

13.2.2. Системи евристичної самоорганізації

Дослідження методів евристичної самоорганізації виконано у [11, 12]. У цих роботах досліджено основні методи евристичної самоорганізації для процесів пошуку нової інформації, які реалізуються у системах штучного інтелекту [11], а також у процесах смислового мислення та смислової діяльності в природних інтелектуальних системах [12].

Системи (програми) евристичної самоорганізації визначаються як системи, в яких знаходяться генератори випадкових комбінацій (гіпотез) та декілька рядів селекції корисної інформації. Складність комбінацій від рядка до рядка зростає, а точність рішення зростає до тих пір, поки не буде одержаний оптимальний по складності алгоритм переробки інформації, який відповідає мінімуму доцільно обраного критерію селекції [13].

Отже, система евристичної самоорганізації забезпечує вирішення задачі пошуку «оптимального по складності алгоритму переробки інформації» на основі законів *селекції*. Окрім того, самоорганізація стосується діяльності з *переробки інформації*. При цьому, склад та зміст оброблюваної інформації невідомий. Натомість відомі задачі, які необхідно вирішувати з застосуванням цієї інформації, а саме: *розпізнавання образів* та вибору *правильної гіпотези* при прийнятті рішень [13].

Основними елементами такої системи є:

- генератори випадкових комбінацій (гіпотез);
- ряди селекції корисної інформації.

Щодо змісту поняття «евристична самоорганізація», в [13] запропоновано порівнювати систему евристичної самоорганізації з багат шаровим «пирогом», тому що: в ній евристичні самовідбори корисної інформації перемижуються з математичною обробкою даних декілька разів за схемою «евристика – обробка – евристика – обробка – евристика і т.ін .

Евристичні самовідбори корисної інформації необхідно ототожнювати з *генераторами* випадкових комбінацій (гіпотез), евристик. На жаль, однозначного визначення моделі генератора евристик не запропоновано. Однак, слід звернути увагу на наступну обставину. Досліджуючи компоненти процесу мислення, а саме, творчий компонент мислення у формі генератора евристик, в [13] відмічається, що факторний аналіз дозволяє знайти «фактори» – величини, які визначають сутність різних образів. Отримавши за допомогою машини фактори та знаючи їх розмірність, людина легко може здогадатися про природу нових ознак, які необхідно ввести у розпізнавання, щоб зробити його більш точним та швидким. Людині залишається найприємніша (та найважливіша) частина процесу – генерування нової вдалої евристики, а факторний аналіз допомагає легко та просто знаходити нові вельми ефективні ознаки.

Тобто, ставиться задача *мінімізувати* участь людини в генерації евристик через генерацію обчислювальною *машиною* випадкової множини ознак (факторів).

Слід звернути увагу на те, що машина вибирає ознаки з *заданої множини* – множини, заданої саме людиною [13]. Але ж *не обов'язково* покладатися на машину при виявленні та аналізі *факторів*. Людина також може вирішувати цю задачу і не лише вказати склад та зміст ознак (факторів), «які визначають сутність різних образів» (факторів), а й встановлювати *нову форму* відношень поміж ними.

На основі положень, які сформульовані стосовно систем евристичної самоорганізації, в [11] було визначено зміст наступних евристик:

- перша евристика О. Г. Івахненка – вибір елементарних алгоритмів;
- друга евристика О. Г. Івахненка – вибір критеріїв оцінки та алгоритмів їх зміни;
- третя евристика О. Г. Івахненка – вибір інтегральних дій та схеми їх здійснення.

Для формування цих евристик застосовувався метод, який характеризується як третій напрямок в кібернетиці [13]. Цей напрямок полягає в моделюванні законів еволюції та селекції, які спостерігаються у природі.

У роботах [11, 12] було сформульовано визначення змісту четвертої та п'ятої евристик:

- четверта евристика – діалектична самоорганізація для понять «загальне» > «одиничне» [11];
- *п'ята* евристика – архітектури логічних моделей смислового мислення та смислової діяльності формуються з застосуванням визначених для *кожної* моделі двох пар факторів сформованих на основі четвертої евристики, які за *сміслом* відповідають парам *процесних* та *ресурсних* факторів, при цьому елементи кожної з пар пов'язані причинно-наслідковими відносинами, та відповідають *архітектурі* декартової системи координат [12].

В основу їх побудови покладено поняття «фактор», закон єдності діалектично протилежних понять, а також центральну закономірність інтегративної діяльності мозку (для п'ятої евристики) [12]. Ці евристики є основою для формування чотирьохфакторних моделей знань [12].

Для реалізації четвертої евристики необхідне вміння поділяти фактори за їх змістом на «загальні» та «конкретні». Для цього достатньо розуміння того, що формування загальних понять є результатом розумової діяльності, а формування конкретних понять пов'язане з відображенням у свідомості характеристик та властивостей конкретних об'єктів чи дій у фізичному оточуючому середовищі.

Як для третьої так і для п'ятої форм евристик постає питання, як здійснювати вибір інтегральних дій та схеми їх здійснення, тобто, як *інтегрувати* в єдиній евристиці фактори. Для третьої евристики ці фактори є унікальними для визначеної предметної області. На відміну для п'ятої евристики склад та зміст факторів встановлено однозначно, це процесні і ресурсні фактори. При цьому, архітектури логічних моделей на основі п'ятої евристики формуються з застосуванням двох пар вказаних факторів [12].

З іншого боку, поряд з архітектурою логічних моделей на основі п'ятої евристики, які розглянуто вище, існують й інші моделі факторного представлення знань. Переважна більшість цих архітектур включає вісім факторів [15]. Крім того існують також інші чотирьохфакторні моделі представлення знань, які відповідають п'ятій евристиці [16].

13.2.3. Аналіз характеристик засобів штучного інтелекту

Основні характеристики сучасних систем штучного інтелекту розглянуто у роботах [17, 18]. Серед них найважливішими і обговорюваними в останній час є їх пояснюваність та довірчоздатність. Довірчоздатність систем штучного інтелекту визначено наступними термінами ГОСТР 59276– 2020 [19]:

– довіра до системи штучного інтелекту: Впевненість споживача, і при необхідності організацій, відповідальних за регулювання питань створення та застосування систем штучного інтелекту, та інших зацікавлених сторін у цьому. що система здатна виконувати покладені на неї завдання з необхідною якістю.

– довірена система штучного інтелекту: Система штучного інтелекту, щодо якої споживач і за необхідності, організації, відповідальні за регулювання питань створення та застосування систем штучного інтелекту, виявляють довіру.

Принципи пояснюваного штучного інтелекту визначено у стандарті США National Institute of Standards and Technology [5]:

Перший принцип. *Пояснення* (Explanation).

Другий принцип. *Значущості* (Meaningful).

Третій принцип. *Точність пояснення*

Четвертий принцип. *Межі знань* (Knowledge Limits).

13.2.4. Мета і задачі досліджень основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації та логічних моделей

З наведеного огляду літературних джерел слідує, що потребують вирішення наступні задачі:

– аналіз основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації та логічних моделей;

– порівняння змісту правил виведення, які застосовуються в логічних моделях на основі формальної теорії та в логічних моделях на основі четвертої евристики.

– дослідження пояснюваності штучного інтелекту в контексті аналізу логічних та евристичних моделей.

Метою даної роботи є вирішення вказаних задач та пошук універсальних логічних правил, а отже й спільних властивостей різних логічних моделей знань (пункт 2) з урахуванням правил виведення (пункт 3). Крім того, необхідно

визначити їх відповідність вимогам щодо забезпечення пояснюваності та довірчоздатності ЗШІ (пункт 4) і узагальнити результати досліджень в контексті технологічних трендів розвитку інтелектуальних систем (пункт 5).

13.3. Аналіз основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації та логічних моделей

13.3.1 Аналіз теоретичних положень систем евристичної самоорганізації

Системи евристичної самоорганізації розвиваються як кібернетичні системи. Третій напрямок <кібернетики> полягає в моделюванні законів еволюції та селекції, які спостерігаються у природі. При цьому, системи (програми) евристичної самоорганізації визначаються як системи, в яких знаходяться генератори випадкових комбінацій (гіпотез) та декілька рядів селекції корисної інформації. Складність комбінацій від рядка до рядка зростає, а точність рішення зростає до тих пір, поки не буде одержаний оптимальний по складності алгоритм переробки інформації, який відповідає мінімуму доцільно обраного критерію селекції [13].

Виникає питання що, є генератором комбінацій (гіпотез, евристик) та який склад відповідних рядів селекції, які входять до складу системи евристичної самоорганізації? Евристичні самовідбори корисної інформації необхідно ототожнювати з *генераторами* випадкових комбінацій (гіпотез), евристик. На жаль, однозначного визначення моделі генератора евристик не запропоновано.

О. Г. Івахненко наступним чином розкриває зміст поняття «евристика» [13]:

«Справа в тому, що евристики розуміються детерміністами просто як необґрунтовані рішення, що призводять до практично достатніх (але не найкращих!) результатів. На щастя, це не так. Насправді евристики – це головним чином рішення, що призводять до підвищення точності.»

У якості прикладів конкретних евристик в [13] визначені наступні евристики:

- вибір вихідної безлічі ознак;
- вибір критеріїв відбору корисної інформації;
- організацію перцептронної структури, що дозволяє багаторазово посилити інтегральну дію евристичних критеріїв на потік інформації.

Слід зауважити, що система евристичної самоорганізації схожа на багатошаровий пиріг: в ній евристичні самовідбори корисної інформації перемежуються з математичною обробкою даних декілька разів за схемою «евристика – обробка – евристика – обробка – евристика і т.ін.» [13].

Цікавим є зауваження щодо сутності процесів, які реалізуються у перцептроні [13]. Відмічається, що перцептрон як система, здійснююча інтегральні впливи і само відбір корисної інформації, при підвищенні з ряду в ряд її складності, до сих пір не зрозуміла. Цей висновок може здатися дещо

консервативним з огляду на надпотужний розвиток нейромереж, але важливим є принципові речі – пояснюваність штучного інтелекту залишається, навіть стає все більш важливою проблемою систем ШІ.

Зміст інтегрального впливу в технічній кібернетиці визначається як такий, який не використовує інформацію про стан кожного елемента складної системи окремо, а вибирається за сумарним результатом дії на безліч елементів. Порогові самовідбори - це найпростіша форма інтегрального впливу [20]. Конкретна реалізація інтегральних впливів реалізується у формі порогових самовідборів у відповідних елементах моделей штучних нейронів [21].

З наведеного слідує, що *інтегральний* вплив здійснюється на виходи всіх нейронів у формі порогового самовідбору. При цьому, вхідні сигнали в нейроні піддаються *сумуванню* з відповідними ваговими коефіцієнтами.

Досліджуючи компоненти процесу мислення, а саме, творчий компонент мислення у формі генератора евристик, О. Г. Івахненко відмічає, що факторний аналіз дозволяє знайти «фактори» – величини, які визначають сутність різних образів. Отримавши за допомогою машини фактори та знаючи їх розмірність, людина легко може здогадатися про природу нових ознак, які необхідно ввести у розпізнавання, щоб зробити його більш точним та швидким. Людині залишається найприємніша (та найважливіша) частина процесу – генерування нової вдалої евристики, а факторний аналіз допомагає легко та просто знаходити нові вельми ефективні ознаки [13].

Якщо розуміти зміст евристики, як рішення, що призводять до підвищення точності, тоді зміст логічних правил, які реалізуються у системі евристичної самоорганізації у формі перцептрона, полягає у наступному:

- евристичні самовідбори корисної інформації;
- інтегральна дія (сумування сигналів у нейроні);
- пороговий само відбір (математична обробка даних).

Отже, в системах евристичної самоорганізації першою є задача визначення змісту факторів «які визначають сутність різних образів». Мова йде про образи, які характеризують об'єкти певної предметної області. Після визначення складу та змісту цих образів вирішується наступна задача, а саме, задача «генерування нової вдалої евристики» яка за змістом є рішенням, що призводить до підвищення точності. Слід зауважити, що мова йде про підвищення точності вирішення задачі обробки даних. З наведеного слідує, що системи евристичної самоорганізації є системами обробки даних. При цьому допускається множинність існування евристик. Приклади таких евристик наведено вище (див. п.13.1.2).

З наведеного слідує, що евристики за змістом відповідають логічним правилам, які застосовуються у системах евристичної самоорганізації. З іншого боку, згідно [22] запроваджується операція вилучення правил із нейромереж. Відмічається, що штучні нейронні мережі (ANN) є широко відомими паралельними обчислювальними моделями, які демонструють відмінну поведінку у вирішенні складних проблем штучного інтелекту. Тим не менш, багато дослідників відмовляються використовувати їх через те, що вони є

«чорним ящиком». Особливо це відноситься до мереж глибокого навчання. Це означає, що визначення того, чому нейронна мережа приймає саме таке рішення, є важким завданням. [22].

Виходячи з цього, для штучного інтелекту введено поняття пояснюваний або зрозумілісноздатний штучний інтелект [4, 19]. Важливою при цьому є операція вилучення логічних правил, які застосовуються у нейронній мережі. У таблиці 13.1 наведено зміст логічних правил, які застосовуються у відповідних моделях нейронних мереж, а також алгоритми, які забезпечують реалізацію опера

Таблиця 13.1 – Зміст логічних правил

Алгоритм	Тип мережі	Тип алгоритму	Вид видобутого правила
DIFACON- miner	Standard MLP	Decompositional	IF-THEN
CRED	Standard MLP	Decompositional	Decision tree
FERNN	Standard MLP	Decompositional	M-of-N .IF- THEN
KT	Standard MLP	Decompositional	IF-THEN
Tsukimoto's Algorithm	Standard MLP and RNN	Decompositional	IF-THEN
TREPAN	Standard MLP	Pedagogical	M-of-N split decision tree
HYPINV	Standard MLP	Pedagogical	Hyperplane rule
BIO-RE	Standard MLP	Pedagogical	Binary nil
KDRuleEX	Standard MLP	Pedagogical	Decision tree
RxREN	Standard MLP	Pedagogical	IF-THEN
ANN-DT	Standard MLP	Pedagogical	Binary Decision tree
RX	Standard MLP	Eclectic	IF-THEN
Kahramanliand Allahverdi's Aljorithm	Standard MLP	Eclectic	IF-THEN
DeepRED	DNN	Decompositional	IF-THEN

З аналізу змісту цієї таблиці робимо висновок, що у нейронних мережах застосовуються наступні логічні правила:

- Binary rule (бінарне правило);
- Decision tree (дерево рішень);
- Binary Decision tree (бінарне дерево рішень);
- IF-THEN (якщо – тоді);
- M-of-N;

- M-of-N split;
- Hyperplane rule (правило гіперплощини).

Для штучних нейронних мереж мова йде про логічні правила, які є *елементами* правил виведення, але мова не йде про застосування саме правил виведення, які є обов'язковим атрибутом логічних моделей. Саме ця обставина обумовлює необхідність розробки концепції пояснюючого штучного інтелекту.

З наведеного також слухним є висновок про те, що погляди О.Г. Івахненка на методологію побудови штучних нейронних мереж, на жаль, не враховуються у повному обсязі, а саме:

- не враховується необхідність факторизації простору пошуку;
- не враховується необхідність формування евристик у формі правил виведення.

13.3.2. Аналіз основних теоретичних положень побудови логічних моделей

Логічна модель на основі формальної системи (13.1), яка описана у п.13.2 починає розроблятися з формування множини базових елементів T . При цьому відзначається, що ці елементи мають різну природу. Їх зміст визначається конкретно визначеною предметною областю.

Наступним є етап формування синтаксичних правил P за допомогою яких з елементів T утворюють синтаксично правильні сукупності. Власне ці вирази характеризують певні властивості елементів предметної області та їх взаємозв'язки. Зрозуміло що набір цих правил є унікальним для конкретного набору елементів відповідної предметної області.

Після цього з набору синтаксичних правил виділяються аксіоми A , які є *еталонними виразами* для даної предметної області. Зрозуміло що ці еталонні вирази певним чином пов'язані поміж собою. Розкриття цих зв'язків здійснюється з застосуванням правил виводу.

Виникає питання, що власне визначають ці правила? Згідно ДСТУ [23] правила виведення визначаються наступним чином:

- виведення це процес одержання нових знань на основі раніше відомих;
- логічне виведення це послідовність міркувань, яка веде від фіксованого набору посилок до висновку з використанням аксіом та правил виведення;
- дедуктивне виведення це логічне виведення, що ґрунтується на використанні принципу дедукції – від загального до часткового;
- індуктивне виведення це логічне виведення, що ґрунтується на використанні принципу індукції – від часткового до загального.

З визначення змісту поняття «логічне виведення» слідує, що для індуктивного та дедуктивного правил виведень необхідно сформулювати фіксований набір посилок. Цими посилками є поняття, які в діалектичній логіці Г. Гегеля визначаються як «загальне» та «конкретне» поняття.

При цьому виникає два питання:

- яка аксіома (аксіоми) застосовується в цих правилах?

– в чому власне полягає зміст правила виведення (напря́м переходу)?

Перш ніж відповісти на ці запитання слід звернути увагу на наступне логічне правило виводу, а саме: *абдуктивне* виведення це правдоподібне виведення від часткового (конкретного) до часткового (конкретного). При цьому, зміст правдоподібного виведення визначається наступним чином: правдоподібне виведення це спосіб виведення, за яким кожний його крок супроводжується обчисленням оцінки достовірності одержаного висновку [23].

Порівняємо зміст цього логічного правила виведення зі змістом поняття «евристична самоорганізація» згідно [13], де система евристичної самоорганізації порівнюється з «багатошаровим пирогом», де евристичні самовідбори корисної інформації декілька разів перемижуються з математичною обробкою даних за схемою «евристика – обробка – еристика – обробка ...».

В цій системі евристичного самовідбору реалізується логічне правило виведення у формі *абдуктивного виведення* за яким кожний його крок супроводжується обчисленням оцінки достовірності одержаного висновку у формі переходу від часткового (конкретного) до часткового (конкретного) понять. Адже дані, які розповсюджуються у нейронній мережі завжди є конкретними (частковими) на відміну від загальних понять які входять до складу дедуктивного та індуктивного правил виведення. Зміст абдуктивного виведення відповідає змісту третьої евристики О. Г. Івахненка – вибір інтегральних дій та схеми їх здійснення.

Перейдемо до відповіді на запитання:

– яка аксіома застосовується в правилах індуктивного та дедуктивного виведень?

– в чому власне полягає зміст правила виведення (напря́м переходу)?

13.4. Порівняння змісту правил виведення, які застосовуються в логічних моделях на основі формальної теорії та четвертої евристики

Виходячи з представлення логічного методу Г. Гегеля у формі «загальне» → «особливе» → «конкретне», запропоновано це відношення представляти як математичне відношення [24]:

«загальне» \triangleright «конкретне». (13.2)

У цьому виразі знак \triangleright є знаком звичайного реляційного відношення єдності діалектично протилежних понять і відповідає поняттю «особливе» у потрібному діалектичному відношенні. В [24] наведено визначення змісту знаку, який позначає вказане відношення:

«Знак єдності діалектично протилежних понять « \triangleright » – це знак звичайного реляційного відношення, за допомогою якого *поняття* про одиничний об'єкт чи одиничний фактор діяльності *поєднується* з *поняттям* про клас (множину) таких об'єктів чи «загальних» факторів його діяльності.

При цьому, під поняттям про клас об'єктів, чи «загальних» факторів його діяльності ми розуміємо знання про одиничні об'єкти, які певним чином сформовані шляхом *розумової смислової* діяльності як загальні поняття.»

Цей знак забезпечує формальний математичний запис бінарного реляційного діалектичного відношення, яке відсутнє у алгебрі відношень.

Щодо належності евристик до предмету математики О. Г. Івахненко [25] зауважує, що самоорганізація повинна бути пов'язана з евристичними – здогадками про доцільність тієї чи іншої дії. Евристики – це рішення, пов'язані з бажаннями споживача результатів рішення задачі, з факторами його мотивації. Вони не належать ні до предмету ні до компетенції математики, і отже, ніяке вдосконалення математичного апарату не може їх замінити або зрівнятися з ними за дією. Тому точність евристичних методів виявилася незрівнянно вище точності найдосконаліших і загальних математичних методів, що використовують специфічні (детерміністські) підходи.

Однак, для визначеної четвертої евристики (*єдності діалектично протилежних понять «загальне» та «одиничне»*) можливим є формальний математичний опис відношень між факторами, які розкривають сутність досліджуваного об'єкту у формі рівняння (13.2). Тобто, теза про те, що евристики не відносяться ні до предмету, ні до компетенції математики, і отже, ніяке вдосконалення математичного апарату не може їх замінити, чи зрівнятися з ними по дії може бути *спростована* стосовно щонайменше для принципу *евристичної діалектичної самоорганізації* інтелектуальної системи в її «існуванні».

З наведеного слідує, що дедуктивне та індуктивне виведення є практичними проявами закону діалектичної єдності та взаємної обумовленості понять, на основі якого сформована четверта евристика. Крім того, робимо висновок, що *основним правилом виведення* в логічних моделях знань на основі формальної теорії насправді є четверта евристика, яка у своїй основі має філософське обґрунтування у формі основного закону філософії.

На жаль, четверта евристика не відповідає на питання, як застосовувати ці правила виведення? Адже, в цих правилах визначено напрям переходу між поняттями. Зрозуміло, що будь-яка реальність підпорядковується плину часу. Тобто, існує певна логіка переходу між визначеними фізичними станами. Така логіка переходу в часі проявляється і в переходах між поняттями для відношення (13.2). Виходячи з цього, запропоновано дану формулу переходу між поняттями для відношення (13.2) позначати наступними математичними відношеннями у формі звичайних реляційних операторів *первинності*:

$$\text{«загальне»} \bullet \triangleright \text{«конкретне»}, \quad (13.3)$$

$$\text{«абстрактно конкретне»} \bullet \triangleleft \text{«загальне»}. \quad (13.4)$$

Крапка позначає поняття, яке є *первинним* у реалізації логічного правила виведення шляхом переходу між поняттями діалектичного відношення

«загальне» \triangleright «одиничне». Оператори $\bullet \triangleright$ та $\bullet \triangleleft$ є додатковими до оператора діалектичної єдності і забезпечують математичний запис операції «*послідовність у часі*» реалізації діалектичного відношення (13.2).

Слід також зауважити, що ці відношення є представленнями загально відомих логічних методів Г. Гегеля (13.3) та К. Маркса (13.4).

Ця форма відповідає загально відомому триарному діалектичному відношенню: «загальне» \triangleright «особливе» \triangleright «конкретне». Дослідження цього відношення виконано нами у роботі [12]. Показано, що зміст середнього члена цього *триарного діалектичного* відношення визначає форму поєднання (форму руху) для частин досліджуваного цілого.

Виконаємо співставлення цих правил виводу з відомими правилами виводу згідно [23]. Цікаво те що, такий підхід *уможливлює* формальне представлення у термінах теорії множин основних логічних методів (правил) виведення, а саме:

– *дедуктивний* вивід: «загальне» $\bullet \triangleright$ «конкретне», від загального до конкретного;

– *індуктивний* вивід: «конкретне» $\bullet \triangleleft$ «загальне», від конкретного до загального.

Зауважимо, що *абдуктивний* вивід може бути поданий за допомогою комбінованого знаку єдності:

$$\text{«конкретне»} \triangleleft \triangleright \text{«конкретне»}, \quad (13.5)$$

тобто від конкретного до конкретного.

У цій формі виведення не визначено яке з конкретних понять є первинним. *Абдуктивний вивід не є наслідком реляційних операторів первинності.*

Якщо застосовувати це правило до моделі перцептрона, у якій, згідно О.Г. Івахненку, застосовуються конкретні операції (дії), які визначаються конкретними поняттями:

– евристичні самовідбори корисної інформації;

– інтегральна дія;

– пороговий самовідбір (математичне оброблення даних),

тоді математично модель перцептрона з застосуванням абдуктивного виведення може бути представлена наступним чином:

$$\text{евристичні самовідбори інформації} \bullet \diamond \text{інтегральна дія} \bullet \diamond \text{пороговий само відбір}. \quad (13.6)$$

На основі введених реляційних операторів можливим є математичний запис інших правил та способів логічних виведень, визначених у [23]:

логічне виведення: «набір посилок» $\bullet \triangleright$ «аксіоми, правила виведення»

•▷ «заклучення», (13.7)

монотонне виведення (варіант логічного): «набір посилок» •▷
«аксіоми та правила виводу» •▷ «заклучення, істинність заклучення
не зменшується», (13.8)

немонотонне виведення (варіант логічного): «набір посилок» •▷
«аксіоми та правила виведення» •▷
«заклучення, істинність заклучення може зменшуватися», (13.9)

правдоподібне виведення (варіант логічного): «набір посилок» •▷
«аксіоми та правила виведення» •▷ «заклучення, істинність заклучення
визначається розрахунком оцінки його достовірності», (13.10)

виведення за *аналогією* (варіант правдоподібного виводу): «набір
посилок» •▷ «аналогії поміж структурами
предметної області» •▷ «заклучення». (13.11)

Розглянуті логічні правила виведення (13.6) - (13.11) засновані на четвертій евристиці. При цьому, передбачається формування наборів аксіом та правил виводу в (13.6) – (13.10), а також аналогії поміж структурами предметної області в (13.11).

В наступних правилах виведення аксіоми та правила виведення не формуються:

нечітке виведення: «набір посилок» •▷ «заклучення, твердження
приймають значення
«істина», «брехня», а також проміжні значення» (13.12)

ймовірнісне виведення: «набір посилок» •▷ «заклучення, кожне
твердження, яке використовується, має оцінку правдоподібності у вигляді
ймовірності того, що воно є істинним», (13.13)

пряме виведення (стратегія): «вихідні посилки»
•▷ «цільове заклучення», (13.14)

зворотне виведення (стратегія): «задане заклучення»
•◁ «вихідні посилки», (13.15)

Правила виведення (13.12) – (13.15) в своїй основі також мають четверту евристику.

Отже, всі правила логічного виведення окрім *абдуктивного* виведення засновані на законі діалектичної єдності понять. Не менш важливою є роль другого основного закону філософії, а саме: закону первинності. Загалом він визначається як закон визначення первинності для понять «матерія» та «свідомість». Матеріалісти визнають матерію первинною, а ідеалісти навпаки, первинною визнають свідомість. Для нашого дослідження важливим є положення про необхідність встановлення послідовності у часі застосування понять для їх діалектичної єдності у формі (2).

З наведеного можливим є формування наступних визначень понять «діалектика» та «логіка».

Діалектика це принцип *єдності* протилежних станів для об'єктів живої та неживої природи, а також понять для процесів мислення та смислової діяльності.

Логіка це принцип *переходу* у часі поміж станами частин у організованому цілому для об'єктів живої та неживої природи, а також поміж поняттями для процесів мислення та смислової діяльності.

Саме ці принципи й лежать в основі вказаних законів філософії.

Слід звернути увагу на наступну обставину. Діалектичне відношення у формі (2), яке є змістом четвертої евристики, має додаткову цікаву властивість: діалектична єдність понять визначається як *міра*, як це описано у роботі [24]. З вказаної пари формується *лінійна* міра.

Надамо з [24] і проаналізуємо визначення змісту понять «мислення», «міра» та «інтелект» додавши також поняття «вимір»:

Визначення 1. *Мірою* є представлення речі у формі діалектичної єдності понять «загальне (якісне визначення) > одиничне (кількісне визначення)», а саме: загальне поняття стосовно речі > конкретне поняття.

Наприклад, відоме гегелівське «плід» > «вишня» є прикладом виміру конкретної речі в *мисленні* через діалектичну єдність кількісного (вишні) та якісного (плід).

Визначення 2. *Мислення* – це *здатність* представлення речі в мірі.

Визначення 3. *Вимір* – це процес інтелектуальної діяльності у результаті якого формуються два діалектично пов'язаних поняття стосовно речі, або її властивостей.

Визначення 4. *Інтелект* – це *здібність* реалізувати процес *виміру* речі.

Тому 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*.

Всі розглянуті *методи виведення* для моделей представлення знань формують одиничну лінійну міру (13.2): «загальне» > «одиничне». Практичним застосуванням цього відношення є лінійні міри у формі відношень (13.3) та (13.4). Вони є породжувачами для відношень (13.7) – (13.15).

У роботах [26, 27] на основі методу дедуктивного виведення, застосовуючи правило логічного виведення (13.7) розроблено основні положення методології цілісного підходу до дослідження природних інтелектуальних систем. При цьому, визначено основні антиномії, які існують в цій методології, виконано їх вирішення з формуванням відповідних аксіом. На основі аксіом сформовано відповідні правила організації та діяльності природних інтелектуальних систем.

13.5. Пояснюваність штучного інтелекту в контексті аналізу логічних та евристичних моделей

13.5.1. Принципи пояснюваності штучного інтелекту та причини її обмеженості

Національний інститут стандартів і технологій (NIST) опублікував у серпні перший проект переліку принципів пояснюваного штучного інтелекту (XAI). Положення документа фокусуються на статусі зрозумілості штучного інтелекту та визначають чотири принципи, що лежать в основі зрозумілого штучного інтелекту [6].

Перший принцип. *Пояснення* (Explanation). Системи штучного інтелекту повинні надавати причини та обставини, на підставі яких було прийнято ті чи інші рішення. Принцип пояснення зобов'язує систему штучного інтелекту надавати пояснення у формі «свідчення чи обґрунтування кожного результату». Цей принцип не встановлює жодних додаткових вимог щодо якості пояснення, а лише вимагає, щоб система штучного інтелекту була здатна надати пояснення. Стандарти таких пояснень регулюються іншими принципами.

Другий принцип. *Значущості* (Meaningful). Системи штучного інтелекту, які можуть бути поясненими, повинні представляти пояснення, зрозумілі окремим користувачам. Принцип значущості встановлює, що одержувач пояснення має бути здатний його зрозуміти. У документі наголошується, що цей принцип не призначений для універсального застосування. Пояснення мають бути адаптовані до аудиторії на груповому та індивідуальному рівнях.

Третій принцип. *Точність пояснення* (Explanation Accuracy). Пояснення має достовірно відображати суть процесів, що реалізуються системою штучного інтелекту для генерування результатів. Принцип точності пояснення кореспондує з принципом значущості регулювання якості пояснень, передбачаючи точність пояснень, але не точність рішень.

Четвертий принцип. *Межі знань* (Knowledge Limits). Система працює тільки в умовах, для яких вона була розроблена або коли система досягає належної достовірності в результатах. Метою цього принципу є запобігання пояснень або висновків системи, що вводять в оману.

Зазначені чотири принципи показують, що рішення на основі штучного інтелекту повинні мати необхідну прозорість, щоб викликати довіру до свого функціонування та впевненість у висновках системи. Штучний інтелект, який

може бути *поясненим* (пояснюваний штучний інтелект або XAI, Explainable AI), є системою, в якій люди можуть зрозуміти його. Концепція XAI може зміцнити довіру до технології, оскільки компаніям доведеться пояснювати, як і чому їх системи штучного інтелекту приймають ті чи інші рішення.

Отже, проблема пояснюваності, довірчоздатності та безпеки штучного інтелекту породжується незнанням власне закономірностей його формування та діяльності. Виникає питання, що саме обумовлює непрозорість та незрозумілість штучного інтелекту?

У таблиці 13.2 наведено відповіді на поставлені запитання для штучного та природного інтелекту. При цьому, системи штучного інтелекту представлено у двох варіантах: на основі систем евристичної самоорганізації за О. Г. Івахненком та за теорією штучних нейронних мереж. На нашу думку, саме наступні проблеми обумовлюють низьку пояснюваність штучного інтелекту:

- невідповідність моделі штучного нейрону дійсним процесам, які відбуваються у природному нейроні;
- закономірність діяльності кори головного мозку людини не відповідає алгоритмам, які реалізуються у штучній нейронній мережі;
- зміст задач, які покладаються на системи штучного інтелекту, не відповідає змісту задач, які вирішуються на основі природного інтелекту.

Зі змісту цих розбіжностей зрозуміло, що рівень пояснюваності штучного інтелекту залежить від рівня *пояснюваності* та відповідності штучного інтелекту саме *природному* інтелекту.

Таблиця 13.2 – Властивості систем, в яких застосовується штучний та природний інтелект

Типи моделей	Модель нейрона	Закономірності діяльності	Задачі, які вирішуються з застосуванням інтелекту
Штучна нейронна мережа	Суматор	Відсутні однозначно визначені логічні правила. Реалізується операція пошуку логічних правил у існуючих моделях нейронних мереж (див. табл. 1)	Вирішення задач інтелектуального аналізу даних. Розпізнавання образів, підтримка прийняття рішень.
Системи евристичної самоорганізації О.Г. Івахненка [13]	Суматор	Евристики: – евристичні самовідбори корисної інформації; – інтегральна дія (сумування сигналів у нейроні); – пороговий само відбір (математична обробка даних).	Вирішення задач інтелектуального аналізу даних. Розпізнавання образів, підтримка прийняття рішень, управління

Природний інтелект за П.К. Анохіним [14]	Одночасна конвергенція чотирьох форм сигналів на кожному з нейронів	Центральна закономірність інтегративної діяльності мозку: одночасна конвергенція чотирьох форм сигналів на комплексах нейронів п'ята евриси́ка	Формування проекту майбутнього результату діяльності та забезпечення його реалізації у складі функціональної системи, як організованого цілого
Логічні моделі в експертних системах [7, 8]		Формальна теорія (1), правила виведення, логічні правила	Отримання нових знань на базі аксіом та правил виведення

У таблиці 13.3 наведено аналіз відповідності досліджених логічних та евристичних моделей принципам, які характеризують пояснюваний штучний інтелект (XAI, Explainable AI).

Пояснюваність штучного інтелекту, про яку власне йде мова, стосується закономірностей побудови та діяльності штучних нейронних мереж. Але ж сучасні теорії штучних нейронних мереж ігнорують існування логічних правил (евристик), зміст яких встановлено О.Г. Івахненком. Адже, тільки знаючи правила, на основі яких вирішуються задачі, можливо перевірити правильність отриманого рішення, а не шляхом пошуку таких правил згідно [25].

Таблиця 13.3 – Аналіз рівня відповідності досліджених логічних та евристичних моделей принципам, які характеризують пояснюваний штучний інтелект (XAI)

Типи моделей	Принципи пояснюваного штучного інтелекту (XAI)				Можливість забезпечення відповідності принципам
	Пояснення (Explanation)	Значущість (Meaningful)	Точність пояснення (Explanation Accuracy)	Межі знань (Knowledge Limits)	
Штучна нейронна мережа	низький	низький	низький	низький	Необхідний додатковий аналіз застосовуваних логічних правил

Продовження табл. 13.3

Системи евристичної самоорганізації за О.Г. Івахненком [13]	Високий	Високий. Попередня факторизація точно визначає призначення системи	Високий	Високий	Забезпечується попереднім визначенням змісту евристик
Природний інтелект за П.К. Анохіним [14]	Високий	Високий. Призначений для вирішення фундаментальної задачі існування та діяльності інтелектуальної системи	Високий	Достатній	Забезпечується реалізацією четвертої та п'ятої евристик
Логічні моделі в експертних системах [7, 8]	Високий	Високий. Призначений для вирішення фундаментальної задачі існування живої системи. Видобування нових знань	Високий	Високий. Однозначно визначені логічні правила	Забезпечується реалізацією правил виведення у формі четвертої евристики

Проблема пояснюваності ШІ має розглядатися як проблема кібернетична. Треба ураховувати два кібернетичних принципи: керованості та спостережуваності. Пояснюваність включає спостережуваність, тобто є останньою її частиною.

Неможливо забезпечити пояснюваність без спостережуваності. В свою чергу, пояснюваність є частиною керованості, оскільки неможливо керувати структурою ШІ без пояснюваності.

13.5.2. Теорія ідентифікації автоматів та визначення умов пояснюваності та безпеки штучного інтелекту

Важливо, з огляду на проблему пояснюваності штучного інтелекту, порівняти її з задачами, які вирішувалися в теорії діагностування і ідентифікації кінцевих цифрових автоматів [28].

Фактично, коли аналізується пояснюваність засобів штучного інтелекту як цифрової системи, існує аналогія у постановці задач, а саме як задач:

- визначення наявності та пошуку ідентифікуючої послідовності в автоматі (задачі визначення стану, в якому знаходиться автомат);
- пошуку послідовності встановлення автомату у заданий стан;
- визначення вихідних послідовностей автомату для довільного стану та вхідних послідовностей.

Ці задачі мають додаткову інтерпретацію і суттєво ускладнюються в умовах, коли припускаються відмови автомату. У цьому випадку задачі ідентифікації додатково описуються моделлю дефектів автомата і формулюються наступним чином:

- визначення наявності та пошуку ідентифікуючої послідовності в автоматі (задачі визначення стану, в якому знаходиться автомат) для заданої множини дефектів;
- визначення наявності пошуку послідовності встановлення автомату у заданий стан для заданого дефекту;
- визначення вихідних послідовностей автомату для довільного стану та вхідних послідовностей для заданої множини дефектів;
- (додаткова задача): визначення контролюючої та діагностичної послідовностей автомата для заданої множини дефектів, включно таких, які призводять до переходу в критичний (небезпечний) стан.

Сформулюємо три гіпотези щодо пояснюваності штучного інтелекту і теорії ідентифікації автоматів, які можуть бути надалі визначені як твердження або теореми і строго доведені.

Гіпотеза 1. Система штучного інтелекту може бути представлена моделлю кінцевого автомата з пам'яттю і описуватися множинами вхідних X і вихідних Z сигналів (вхідними і вихідними алфавітами), множиною станів Y , змінною часу t , початковим станом $Y(t_0)$, функціями переходів $\Lambda: \{X(t), Y(t)\} \rightarrow Y(t+1)$ і виходів $\Delta: \{X(t), Y(t)\} \rightarrow Z(t)$.

Гіпотеза 2. Задача визначення пояснюваності системи штучного інтелекту може бути зведена до низки задач ідентифікації кінцевого автомата з пам'яттю.

Гіпотеза 3. Необхідні і достатні умови пояснюваності системи штучного інтелекту визначаються умовами наявності відповідних ідентифікуючих послідовностей кінцевого автомата з пам'яттю.

13.6. Узагальнення результатів досліджень основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації та логічних моделей

З наведеного аналізу основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації та логічних моделей слідує, що згідно О.Г. Івахненку в системах евристичної самоорганізації першою є задача визначення змісту факторів «які визначають сутність різних образів». Мова йде про образи, які характеризують об'єкти певної предметної області. Після визначення складу та змісту цих образів вирішується наступна задача, а саме, задача «генерування нової вдалої евристики» яка за змістом є рішенням, що призводить до підвищення точності. Слід зауважити, що мова йде про підвищення точності вирішення задачі оброблення даних. З наведеного слідує, що системи евристичної самоорганізації є системами обробки даних. При цьому допускається множинність існування евристик. З наведеного також слідує, що евристики за змістом відповідають логічним правилам, які застосовуються у системах евристичної самоорганізації.

Основні положення теорії систем евристичної самоорганізації були розроблені О.Г. Івахненком ще у восьмидесятих роках минулого століття але вони залишаються поза увагою до цього часу. На цей час ставиться задача пояснення, чому нейронна мережа приймає саме таке рішення а не інше. Виходячи з цього, для штучного інтелекту введено поняття «пояснюючий штучний інтелект». Зрозуміло, що саме *зміст* евристик, які формують структуру нейронної мережі у формі логічних правил, і визначає логіку рішення, яке приймається.

З наведеного також слідує, що правилом виведення, яке покладено у основу побудови штучних нейронних мереж, є абдуктивне правило, яке, на жаль, не відповідає четвертій евристиці, а також не відповідає визначенню інтелекту: *інтелект це здібність* реалізувати процес *виміру* речі. На жаль, жодна з нейронних мереж не здатна вимірювати речі.

Зрозуміло також, чому до сих пір не створено штучний інтелект, який би був еквівалентом природного. Наприклад, розпізнавання образів реалізує абдуктивний вивід у формі: «конкретне» $\langle \rangle$ «конкретне», від конкретного до конкретного. Конкретний існуючий образ «одиничне» порівнюється з фізично існуючим також «одиничним» образом. Цей метод виводу не передбачає формування «міри» образу. Він співвідносить отриманий образ з прототипом.

З наведеного аналізу змісту основних правил виведення слідує, що діалектичний метод виведення, є загальним (породжуючим) для основних логічних методів виводу. Різниця полягає у *складі* та *змісті* середнього члену триарного відношення, а саме, у формі поєднання елементів відношення: переході від одного поняття до іншого.

Саме *неоднозначність* у визначенні форм *поєднання* понять «посилка» та «заклучення» породжує розглянуті форми виведення згідно [23]. Всі вони характеризуються поняттям: – «*перехід*». У запропонованому діалектичному

методі реалізується форма поєднання «*єдність*», яка породжує «*міру*». Цей метод відповідає закону діалектичної єдності у формі, яка запропонована Ф. Енгельсом у формі закону взаємного проникнення протилежностей [30].

Саме так, важливими є взаємне проникнення, взаємна обумовленість протилежностей. Ніякої боротьби, ніякого заперечення, саме поєднання, єдність протилежностей. У нашому випадку, це їх взаємне поєднання. До речі, що надважливо, інструментом такого поєднання є *інтелект*.

В той же час, п'ята евристика заснована на формуванні *подвійної* міри з *процесних* та *ресурсних* факторів. Вона відповідає центральній закономірності інтегративної діяльності мозку. Для формування п'ятої евристики застосовується поняття «фактор». Це поняття є визначальним і при формуванні систем евристичної самоорганізації. Саме формування складу та змісту факторів, які характеризують відповідну предметну область, й визначає рівень відповідності *моделей* знань знанням про існування та діяльність об'єктів предметної області. Адже, в кінцевому рахунку, пізнаними можуть бути тільки відношення, які формуються поміж об'єктами живої та неживої природи, а також поміж поняттями у процесах смислового мислення.

Пояснюваність штучного інтелекту стосується закономірностей будови та діяльності штучних нейронних мереж. Але ж сучасні теорії штучних нейронних мереж ігнорують існування логічних правил (евристик), зміст яких встановлено О.Г. Івахненком. Адже, тільки знаючи правила, на основі яких вирішуються задачі, можливо перевірити правильність отриманого рішення, а не шляхом пошуку таких правил. Згідно [23] здійснюється пошук відповідних логічних правил у структурах існуючих нейронних мереж. Згідно ж О.Г. Івахненку первинним є формування евристик, які й формують ці логічні правила. Якщо евристики сформовані у явній формі, тоді й шукати логічні правила немає сенсу.

Сформовані три гіпотези щодо пояснюваності штучного інтелекту і теорії ідентифікації автоматів можуть бути надалі визначені як твердження або теореми і строго доведені.

З наведених результатів дослідження слідує, що подальшого розгляду потребують наступні питання.

1. Дослідження можливості побудови моделі штучного нейрона на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.
2. Дослідження можливості побудови моделі нейронної мережі на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.
3. Дослідження змісту логічних моделей на основі п'ятої евристики та можливості їх реалізації у моделях штучного інтелекту.

13.7. Висновки

У даному розділі виконано:

– аналіз основних теоретичних положень систем евристичної самоорганізації та логічних моделей;

– порівняння змісту правил виведення, які застосовуються в логічних моделях на основі формальної теорії та в логічних моделях на основі четвертої евристики.

– дослідження пояснюваності штучного інтелекту в контексті аналізу логічних та евристичних моделей.

Здійснено пошук універсальних логічних правил, а отже й спільних властивостей різних логічних моделей знань з урахуванням правил виведення. Крім того, визначено їх відповідність вимогам щодо забезпечення пояснюваності та довірчоздатності ЗШІ і узагальнено результати досліджень в контексті технологічних трендів розвитку інтелектуальних систем.

Література

1. Sergiy Dotsenko, Vyacheslav Kharchenko, Olga Morosova, Andrzej Rucinski, Svitlana Dotsenko / Heuristic Self-Organization of Knowledge Representation and Development: Analysis in the Content of Explainable Artificial Intelligence / *Radioelectronic and Computer Systems*, 2022, no. 1(101) s. 50-66. doi:10.32620/reks.2022.1.04
2. Peter, Elger, Eoin, Shanaghy. *AI as a Service*. Serverless machine learning with AWS. Manning, NY, USA, 2020, 282 p.
3. Lins, S., Pandl, K.D., Teigeler, H. et al. Artificial Intelligence as a Service. *Business Information Systems Engineering*, vol. 63, 2021, pp. 441-456. DOI: 10.1007/s12599-021-00708-w.
4. Christian, Meske, Enrico, Bunde, Johannes Schneider, Martin Gersch, Explainable Artificial Intelligence: Objectives, Stakeholders, and Future Research Opportunities. *Information Systems Management*, 2022, vol. 39, no. 1, pp. 53-63. DOI: 10.1080/10580530.2020.1849465.
5. Degas, A., Islam, M.R., Hurter, C.; Barua, S., and others. A Survey on Artificial Intelligence (AI) and eXplainable AI in Air Traffic Management: Current Trends and Development with Future Research Trajectory. *Applied Sciences*. 2022, vol. 12, no. 1295. pp. 1-47. DOI: 10.3390/app12031295.
6. P. Jonathon Phillips, Carina A. Hahn, Peter C. Fontana, David A. Broniatowski, Mark A. Przybocki *Four Principles of Explainable Artificial Intelligence*. Draft NISTIR 8312, 2020, 24 p. DOI: 10.6028/NIST.IR.8312-draft.
7. Попов, Э. В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э. В. Попов. – Москва: Наука, 1987. – 288 с.
8. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ. 2008. – 341 с.
9. Brown, Carol, O'Leary, Daniel. *Introduction to artificial intelligence and expert systems*. *Artificial Intelligence/Expert Systems*. Section of the American Accounting Association, 1995, 14 p.
10. Chris, Nailor. *Build Your Own Expert System*. Energoatomizdat, 1991, 286 p.

11. Доценко С. І. Інтелектуальні системи: принцип евристичної самоорганізації [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2020, № 1(93). С. 4-16. DOI: 10.32620/reks.2020.1.01.
12. Доценко С. І. Інтелектуальні системи: принципи евристичної самоорганізації процесів смислового мислення та смислової діяльності [Текст] / С.І. Доценко // Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи 2020, № 2(94). С. 4-22. DOI: 10.32620/reks.2020.2.01.
13. Ивахненко, А. Г. Принятие решений на основе самоорганизации [Текст] / А. Г. Ивахненко, Ю. П. Зайченко, В. Д. Димитров. – М. : Советское радио, 1976. – 280 с.
14. Анохин, П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем [Текст] / П. К. Анохин // В кн. Очерки по физиологии функциональных систем. – Москва : Медицина, 1975. – 448 с.
15. Штейнберг В. Э. Теория и практика дидактической многомерной технологии. М. : Народное образование, 2015. – 350 с.
16. Крогерус М. Книга решений. 50 моделей стратегического мышления / М. Крогерус, Р. Чепелер. С иллюстрациями Филипа Эрнхарта / [Пер. с нем. Е. Турчаниновой]. – ЗАО «Олимп-Бизнес», 2012. – 176 с.
17. Luger, George F. *Artificial intelligence : structures and strategies for complex problem solving*. Pearson Education, 2011, 784 p.
18. Thiebes, S., Lins, S. & Sunyaev, A. Trustworthy artificial intelligence. *Electron Markets*, vol. 31, pp. 447-464. DOI: 10.1007/s12525-020-00441-4.
19. ГОСТ Р 59276-2020 Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения. Artificial intelligence systems. Methods for ensuring trust. General. Дата введения – 2021-03-01 – 12 с.
20. Ивахненко, А. Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике [Текст] / А. Г. Ивахненко. – Київ : «Техніка», 1971.– 372 с.
21. Simon, Haykin. *Neural Networks and Learning Machines*, Pearson, 2009. 936 p.
22. P. Jonathon Phillips, Carina A. Hahn, Peter C. Fontana, David A. Broniatowski, Mark A. Przybocki. *Four Principles of Explainable Artificial Intelligence National Institute of Standards and Technology Interagency*, Internal Report 8312, 2020, 24 p. DOI: 10.6028/NIST.IR.8312-draft.
23. ДСТУ 2481-94. Системи оброблення інформації. Інтелектуальні інформаційні технології. Терміни та визначення : Системи обробки інформації. Интеллектуальные информационные технологии : [чинний від 1995-01-01]. Офіц. вид. Київ : Держстандарт України, 1994. – 72 с.
24. 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.

25. Ивахненко, А. Г. Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления [Текст] / А. Г. Ивахненко. – Киев : “Техніка”, 1969. – 392 с.

26. Dotsenko S., Illiashenko O., Budnichenko I., Kharchenko V. Knowledge Management Model Based Approach to Profiling of Requirements: Case for Information Technologies Security Standards. *Digital Transformation, Cyber Security and Resilience of Modern Societies. Studies in Big Data*, vol 84, 2021, pp. 255–277. DOI: 10.1007/978-3-030-65722-2_16.

27. Dotsenko S., Illiashenko O., Kamenskyi S., Kharchenko V. Embedding an Integrated Security Management System into Industry 4.0 Enterprise Management: Cybernetic Approach. *Digital Transformation, Cyber Security and Resilience of Modern Societies. Studies in Big Data*, vol 84, 2021, pp. 279–296. DOI: 10.1007/978-3-030-65722-2_17.

28. Principles and methods of testing finite state machines – a survey. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.380.3405&rep=rep1&type=pdf>. (accessed 27.01.2022).

29. Yakimets, N., Kharchenko V. Reliable FPGA-Based Systems out of Unreliable Automata: Multi-Version Design Using Genetic Algorithms. *Design of Digital Systems and Devices*, 2011, pp. 165-192.

30. Engels, Friedrich. *Dialectics of Nature*. Lawrence & Wishart Ltd, 1977, 496 p.

14. БАГАТОФАКТОРНІ ЛОГІЧНІ МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ ДЛЯ КОНЦЕПЦІЇ ІНДУСТРІЯ 5.0

С. І. Доценко¹, В. С. Харченко², О. І. Морозова², Д. І. Нор¹,
Є. М. Будніченко¹

¹ *Український державний університет залізничного транспорту*
² *Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського*
«Харківський авіаційний інститут»

14.1. Вступ

Бурхливий розвиток промисловості на сучасному етапі пов'язаний з застосуванням цифрових технологій. Третя промислова революція була заснована на використанні комп'ютерів. Подальший розвиток цифрових технологій завершився створенням новітніх телекомунікаційних технологій у формі технології Internet. Це, у свою чергу, привело до застосування у промисловості інтернет технологій у формі Інтернету речей. Цей напрямок розвитку цифрових технологій складає зміст четвертої промислової революції – Індустрії 4.0.

Практично паралельно з цим напрямком почав розвиватися ще один напрямок розвитку цифрових технологій – Інтернет знань. Цей напрямок розвитку цифрових технологій складає зміст п'ятої промислової революції – Індустрії 5.0. Сучасний стан галузі Індустрії 5.0 досліджено у роботах [1, 2]. Відмічається, що оскільки промисловість 5.0 – це нова концепція, тому немає єдиної думки, як вона визначається. Однак спостерігається, що основною тенденцією Індустрії 5.0 є впровадження спільної роботи людини та робота, навколишнє середовище та створення розумного суспільства.

Основні відмінності технологій Індустрії 4.0 та 5.0 згідно [1] в області технологій та концепції полягають у наступному. Здійснюється перенесення акценту з напрямку автоматизації процесів на взаємодію людини та машини. При цьому, взаємодія передбачається не на рівні обміну даними, а на рівні обміну знаннями.

Згідно [1] Індустрія 5.0 передбачає використання спільних роботів, які допоможуть знизити ризики. Ці роботи можуть помічати, розуміти і відчувати людину-оператора, а також цілі та дії, очікування від виконуваних завдань. Намір полягає в тому, що ці роботи будуть дивитись і дізнаватися, як людина виконує завдання, та допомагати людям-операторам у виконанні завдання.

Крім того, Індустрія 5.0 спричиняє проникнення штучного інтелекту в людське життя з метою підвищення потенціалу людини. В Індустрії 5.0 передові IT-технології, Інтернет речей, роботи, штучний інтелект та доповнена реальність активно використовуються в індустрії для користі та зручності людини-працівника [1].

Отже, спілкування людини та робота буде здійснюватися за допомогою обміну знаннями.

Важливою відмінністю Індустрії 5.0 є те, що Концепція Індустрії 5.0 базується на принципах «Економіка, яка працює для людей», «Європейський зелений курс» та «Європа, що підходить для цифрового століття» - це три цілі Комісії з впровадження Індустрії 5.0 [1].

Отже, Індустрія 5.0 заснована не на технологіях, а на таких принципах, як орієнтація на людину, турбота про навколишнє середовище та соціальна користь. Ця переорієнтація заснована на понятті що технологія може бути адаптована для заохочення цінностей і що технологічні інновації можуть будуватися на етичних цілях, а не навпаки [1].

Детальний аналіз *перспектив* розвитку концепції Індустрії 5.0 наведено у роботі [2].

З наведеного слідує, що основою цієї концепції є *знання* у широкому розумінні змісту цього поняття. Інтереси людини та її навколишнього середовища стають основою для подальшого розвитку технологій. Цей підхід розвивається у концепції основою якої є розгляд взаємодії людина – навколишнє середовище – виробництво в *екосистемі*. Детально зміст поняття «екосистема» досліджено у роботах [3-6].

Важливу роль для концепції Індустрії 5.0 відіграють *бази знань* [7]. Адже, саме в базах знань накопичується весь досвід діяльності організації протягом всього її життєвого циклу. У роботі [7] дослідження баз знань проводилося для вирішення наступних завдань:

– як можна з наукового погляду вибрати характеристики бази знань фірми з різних змінних?

– на основі обраних характеристик бази знань, як можна поділити фірми на різні кластери?

– для фірм з різними характеристиками бази знань, як початкова структура бази знань невід'ємно пов'язана з подвійною інноваційною діяльністю фірми та впливає на неї?

– які типи функцій бази знань більшою мірою сприяють підвищенню ефективності подвійної інноваційної діяльності фірми?

Отже, дослідження бази знань проводяться з точки зору вибору *характеристик* баз знань. Передбачається, що для кожної фірми база знань є унікальною і ці бази знань вже існують. З іншого боку, в концепції Індустрії 4.0 активно розвивається підхід до знань на основі управління знаннями [8].

В роботі [9] дано наступне визначення змісту поняття «управління знаннями»:

«генерація, представлення, зберігання, передача, перетворення, застосування, впровадження та проектування групових та організаційних знань».

Серед наведених елементів процесу управління знаннями *створення знань* <генерація, представлення> передбачає способи сприяння створенню нових знань із неявних і явних знань всередині організації, і є центральною темою, оскільки приблизно половина документів у наборі даних стосується цього [8].

З іншого боку, *застосування знань* – це процес, за допомогою якого знання, явні чи неявні, повторно використовуються в організації. Однак цей процес є найменш дослідженим, оскільки лише 16% документів у наборі даних розглядають його [8].

У даному дослідженні процеси створення знань та їх застосування розглядалися *окремо*. Це пов'язано з тим, що технології створення (генерації, представлення) знань, як правило, реалізуються спеціалістами в області інженерії знань, а власне застосовують знання у практичній діяльності спеціалісти у відповідних предметних областях. З цього виникає питання, чи можливим є формування знань та їх застосування *безпосередньо* фахівцем у відповідній предметній області? Для цього необхідно мати відповідний інструмент для реалізації всіх процесів управління знаннями. Чи можливе створення такого інструменту? Мозок кожного з нас на підсвідомому рівні вирішує це завдання. Залишається лише спробувати віднайти цей алгоритм діяльності мозку і свідомо його реалізувати.

Слід також звернути увагу на наступну обставину. У роботі [10] доведено, що представленням знань є також логічна модель декартової системи координат. Аналіз цієї моделі показав, що логічним принципом її формування є принцип діалектичної єдності понять «загальне» \supset «одиничне», який застосовується для формування складу та змісту діаметрально протилежних координатних вісей з числових множин.

Виконано дослідження властивостей логічної моделі *міри* метазнань. Для цієї моделі встановлено зміст понять «міра метазнань», «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань». Графічним представленням логічної моделі представлення знань про діяльність людини в логічній моделі міри метазнань є архітектура матричного представлення. Головною перевагою такого представлення є те, що в цій моделі реалізовано відношення «багато до багатьох (M:N)», яке заборонене в реляційних базах даних.

У роботах І. Б. Сіроджи [11, 12] введено поняття кванту знань. Згідно [12]:

«Термін «інженерія квантів знань» (ІКЗ) був введений автором < І. Б. Сіроджою в [11]> в зв'язку із запропонованою новою структуризацією знань за допомогою квантів, тобто порцій інформації різних рівнів складності. Ідея ІКЗ полягає в створенні нових моделей і методів автоматичної побудови і обробки алгоритмічних квантових структур знань, які допускають множинне, векторно-матричне і аналітичне уявлення, а також забезпечують маніпулювання ними за допомогою машинних алгебр і процедур логічного висновку».

Згідно даної тези вводиться поняття «алгоритмічна квантова структура знань». Вона формується на основі *автоматичної* побудови та обробки вказаних квантових структур. Ці *кванти* є порціями інформації *різних рівнів складності*, а отже квантові структури знань є *унікальними* і залежать від предметної області. З цього слідує, що квантова структура знань *не є одиницею знань*.

Виходячи з наведеного, постає додаткове питання дослідження, а саме, визначення взаємозв'язку поміж поняттями «міра метазнань», «одиниця міри метазнань», «одиниця міри знань».

Метою даного дослідження є пошук існуючих методів представлення знань у яких не застосовуються теорія баз даних, а також теорія баз знань та обґрунтування вибору ідеальної архітектури моделі представлення знань. Пропонується звернути увагу на області людської діяльності у яких у явній формі не застосовуються традиційні інформаційні технології для управління знаннями, наприклад, моделі стратегічного мислення [13], дидактичні багатомірні моделі [14], технології супермислення [15] та інші. Задачі дослідження полягають у наступному:

- дослідити метод формування архітектури чотирикомпонентної тетради екосистем згідно [12];
- виконати пошук та аналіз чотири факторних моделей знань про діяльність соціально-економічних систем та оцінку можливості їх застосування у якості моделей екосистем в концепції Індустрії 5.0;
- розробити рекомендації щодо формування ідеальної моделі архітектури екосистеми.

14.2. Принципи та послідовність досліджень

У дослідженні основним поняттям є поняття «архітектура моделі». При цьому, об'єктом моделювання є знання про існування та діяльність організацій. В досліджуваних моделях знань застосовується архітектура у формі чотири факторної декартової системи координат. Додатково застосовується двох факторна прямокутна система координат. Застосування вказаних форм архітектур для представлення моделей знань дозволяє фактори, які складають зміст знань про існування та діяльність організацій, формувати як множини. Завдяки цьому, застосування математичної операції декартового добутку множин, забезпечує генерування нових знань. З іншого боку, архітектура моделі знань у формі декартової системи координат може розглядатися як концептуальна модель бази знань. Основна властивість цієї моделі полягає в тому, що вона є «відкритою» для експерта у визначеній предметній області. Це забезпечує не лише структурування знань, але й послідує їх формування на фізичному рівні. Оскільки представлення знань здійснюється з застосуванням звичайних таблиць, їх фізична реалізація можлива з застосуванням звичайних табличних редакторів.

Послідовність дослідження передбачає визначення вихідної моделі знань про організацію, яка пропонується в концепції Індустрії 5.0. Подальше дослідження цієї моделі дозволило перейти від чотири факторної моделі до двох факторної моделі з факторами «час» – «простір». Зроблено висновок про те, що це представлення знань відповідає представленню організації у її існуванні. Враховуючи наявність інших факторів, які формують знання про діяльність організації досліджено чотири факторну модель в якій розглядаються множини процесних та ресурсних факторів.

Наступний етап дослідження передбачав визначення архітектури моделі знань в основу якої покладено центральну закономірність інтегративної діяльності мозку. Доведено її ізоморфність з дослідженою чотири факторною моделлю, в якій розглядаються множини процесних та ресурсних факторів.

Після цього виконано дослідження логічної факторної модель знань для виробничої діяльності В. М. Волкової. Доведено, що ця модель є узагальнюючою для моделей представлення знань для організацій в їх існуванні та діяльності, які досліджено на попередніх етапах.

На останньому етапу дослідження встановлено зміст математичної операції декартового добутку множин для випадку коли елементи множин є неоднорідними і співвідносяться як «загальне» та «конкретне».

14.3. Методи формування багатфакторних логічних моделей представлення знань для концепції Індустрія 5.0

14.3.1. Методи формування архітектури багатфакторної логічної моделі

Для дослідження у якості першої моделі архітектури представлення знань, яка розроблена в економічній теорії (теорії фірми) оберемо нейро-екосистемну модель для концепції Індустрії 5.0, яку наведено на рис. 14.1 [16].



Рисунок 14.1 – Нейро-екосистемна модель концепції Індустрія 5.0

Основу нейро-екосистемної моделі концепції Індустрії 5.0 складають наступні елементи:

«1) інтелектуальне ядро на основі штучного суперінтелекту;

- 2) чотирикомпонентна тетрада екосистем;
- 3) комплекс екосистем. Центральні екосистеми: соціально-економічна та нейро-цифрова».

Згідно цієї концепції для представлення екосистем пропонується застосовувати чотирикомпонентну тетраду, варіант якої запропоновано у роботі [12]. З цього слідує, що чотирикомпонентна тетрада екосистеми описує будь-яку екосистему, перш за все соціально-економічну та нейро-цифрову.

Виникає два питання, а саме: що є методологічною основою побудови чотирикомпонентної тетради екосистеми; чи є інші варіанти формування моделей екосистем з застосування чотирьох компонентів?

До складу архітектури моделі чотирикомпонентної тетради екосистеми Г. Клейнера входять наступні елементи (рис. 14.2) [12]: об'єкт, проект, середовище, процес.

При цьому, згідно [16] ці елементи розглядаються як підсистеми поміж якими здійснюється обмін ресурсами (А, І, ΔS , ΔT). Ці чотири підсистеми формують відповідну екосистему. Для формування цієї моделі застосовується методологія системного підходу. В цій моделі діяльність систем розглядається у часі (ΔT). Такі системи відносяться до часових систем.

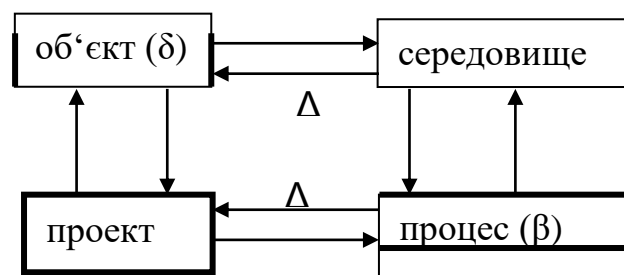


Рисунок 14.2 – Модель взаємодії вказаних підсистем у складі тетради.

І – інформаційні потоки. ΔS – просторові ресурси.

ΔT – ресурси часу. А – енергетичні ресурси.

Відповідність між компонентами екосистеми та структурними елементами тетради як системної моделі екосистеми представлена у табл. 14.1 [16]. У цю таблицю додано стовпчик «Системи координації соціально-економічних суб'єктів», як це визначено у [16]. Тобто, наведено приклади елементів тетради, які застосовуються в практичній діяльності організацій.

Як зазначається у [16]:

«Зазначені властивості розглянутих типів систем дозволяють розташувати їх у квадрантах двовимірної системи координат «простір-час», що відображає дискретність/безперервність кожної даної системи по відношенню до простору та часу (рис. 2) <рис. 14.3>.»

На рисунку 14.4 наведено співвідношення підсистем з варіантами їх практичної реалізації. Слід звернути увагу на наступну обставину. Мова йде про двовірну систему координат «простір-час». Цю систему можливим є

представити у формі, яка наведена на рис. 14.5. Для цього достатньо координати «простір-час» представити у формі відповідних множин елементів.

В цій системі координат визначені підсистеми формуються на основі декартового добутку для елементів факторів, як множин «Час» та «Простір». Отже, ця модель є *двох факторною*, у якій факторами є «Час» та «Простір». Ці фактори можливо розглядати як відповідні множини.

З наведеного слідує, що для моделювання чотирикомпонентної тетради екосистеми можуть бути застосовані різні представлення двомірної системи координат (табл. 14.1). В результаті дослідження цієї моделі у роботі [17] поміж елементами «об'єкт» та «процес», які визначаються як фактори, були встановлені діалектичні відносини у формі «загальне» \triangleright «одиничне»:

$$\text{Об'єкт} \triangleright \text{Проект.} \quad (14.1)$$

Таблиця 14.1 – Тетрада як модель соціально-економічної екосистеми

Складові характеристики екосистеми	та	Елементи тетради	Системи координації соціально-економічних суб'єктів
Організаційна складова екосистеми		Об'єктна підсистема тетради (δ)	Кластер
Інфраструктурна складова екосистеми		Середовищна підсистема тетради (α)	Платформа, Мережа (один із видів інфраструктури)
Комунікаційно-логістична складова екосистеми		Процесна підсистема тетради (β)	Мережа (динамічний процес обміну матеріальними, інформаційними чи символічними благами)
Інноваційна складова екосистеми		Проектна підсистема тетради (γ)	Інкубатор
Види потоків екзистенційних ресурсів, що циркулюють в екосистемі		Обмін ресурсами простору (S) та часу (T) між підсистемами зошити, а також із зовнішнім середовищем	
Види потоків енергетичних ресурсів, що циркулюють в екосистемі		Обмін здібностями активної (A) та інтенсивної (I) діяльності зошита з використання простору і часу	
Ареал екосистеми		Обсяг простору, доступного для функціонування зошита	
Життєвий цикл екосистеми		Період функціонування зошита	

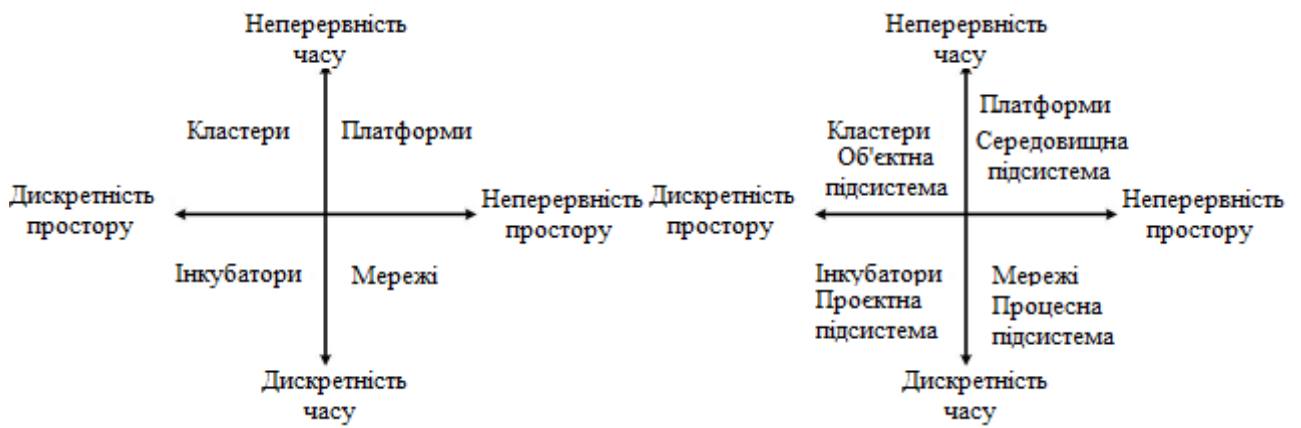


Рисунок 14.3 – Кластери, платформи, мережі, інкубатори у дискретно-безперервній структурі відносин із простором та часом

Рисунок 14.4 – Об'єктна, середовищна, процесна та проектна підсистеми у дискретно-безперервній структурі відносин із простором та часом



Рисунок 14.5 – Розміщення підсистем чотирикомпонентної тетради екосистеми у двох факторній системі координат

Це слідує з того, що поняття «об'єкт (підприємство)» формується як продукт суто розумової діяльності, а поняття «проект» формується як продукт також розумової діяльності, але відображає технологічну діяльність.

Поміж елементами «середовище» та «процес» також можливим є встановлення діалектичних відносин у формі «загальне» \supset «одиничне». Це слідує з того, що поняття «середовище» формується як продукт суто розумової діяльності, а поняття «процес» формується як продукт також розумової діяльності, але відображає технологічну діяльність.

$$\text{Середовище} \supset \text{Процес.} \quad (14.2)$$

Ці дві форми відношень поміж визначеними факторами можуть бути представлені у формі декартової чотири факторної архітектури моделі соціально-економічної екосистеми (рис. 14.6).

Кожен з цих факторів може бути представленим як відповідна множина. З цього слідує, що поміж суміжними факторами можуть бути встановлені відношення у формі декартового добутку. З цього постає задача визначення змісту операції декартового добутку поміж визначеними факторами.

З іншого боку, якщо розглядати визначені фактори, як елементи відповідних множин, тоді можуть бути сформовані дві множини, а саме: *процесні* фактори до складу яких входять елементи «середовище» та «процес», а також *ресурсні* фактори до складу яких входять елементи «об'єкт» та «проект» (рис. 14.7).

Відмінність моделей які представлено на рис. 14.5 та 14.7 від моделей представлених на рис. 14.4 та 6 полягає в тому, що в цих моделях введено більш загальні фактори, які є *універсальними* для будь-яких соціально-економічних екосистем. Для обґрунтування цього положення розглянемо це питання з точки зору економічної теорії. В економічній теорії, для моделювання діяльності організацій загально визнаними є поняття «ресурс» та «фактор».

Згідно Л. Гребневу [18, с. 135-136] ці поняття мають наступний зміст:

«Якщо підходити до термінів з чисто мовної точки зору, яка підкріплюється і звичайним здоровим глуздом, то вони мають різні і походження, і значення. Термін «фактор» походить від латинського factor – той що робить, що виробляє (корінь fact не вимагає перекладу на російську мову, а закінчення or означає активність, як і в словах реактор, актор, директор), а в терміні «ресурс» корінь source означає витік, джерело. Можна сказати, що фактори діють, а ресурси витрачаються.

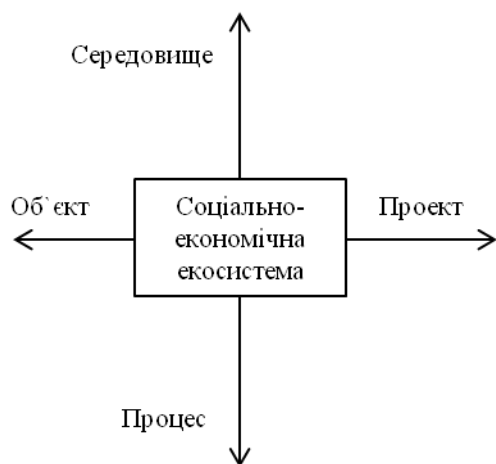


Рисунок 14.6 – Декартова чотири факторна архітектура моделі соціально-економічної екосистеми

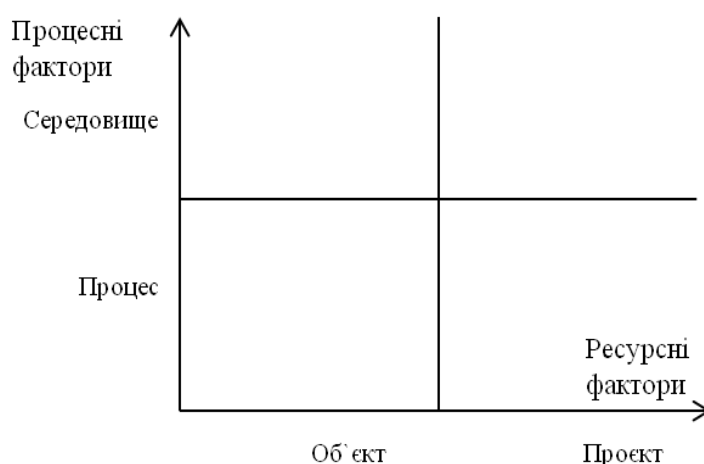


Рисунок 14.7 – Декартова двох факторна архітектура моделі соціально-економічної екосистеми

Однак всупереч елементарним міркуванням загального характеру можна зафіксувати, що фактори і ресурси в наймасовіших підручниках вступного рівня розглядаються як синоніми: «Фактори (ресурси) виробництва – це товари і послуги, що використовуються в процесі виробництва інших товарів і послуг»; фактори виробництва, на думку авторів найбільш популярних підручників, – це «ресурси, використовувані для виробництва товарів і послуг»; «економічні ресурси: земля, капітал, праця, підприємницька здатність». У російських підручниках спостерігається та ж сама тотожність, при цьому набір самих факторів/ресурсів часто розширюється за рахунок включення інформації».

Узагальнюючи результати дослідження змісту понять «ресурс» та «фактор», Л. Гребнев пропонує [18, с. 140]:

«Як вже зазначалося вище, ми перейшли від тотожності факторів і ресурсів через їх відмінність до взаємодоповнюючої протилежності в рамках реальних господарських процесів. З одного боку три фактори: праця, земля і капітал, з іншого - три типи ресурсів: матерія, енергія та інформація. Чи можна співвіднести, порівняти ці «трійки», скласти два вектори в матрицю? Відповідь, можливо, не дуже переконлива, така: праця – інформація; капітал – енергія; земля – матерія (речі) <рис. 14.8>. Але незрозуміло, що далі робити з цією матрицею, навіть якщо «пари» склалися відповідні?».

Тобто, розглядаються пари елементів векторів :

- праця – інформація (множин);
- капітал – енергія;
- земля – матерія (речі).

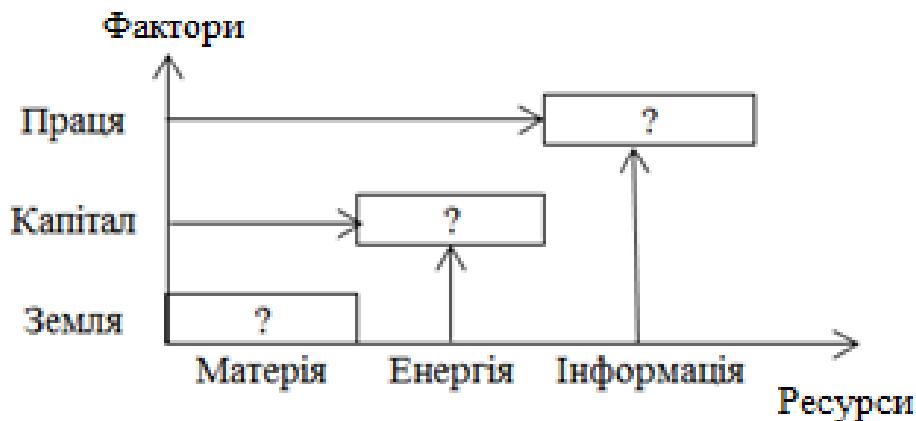


Рисунок 14.8 – Формування матриці з двох векторів

В цій матриці пропонується формувати лише діагональні елементи матриці. Але ж можуть існувати й інші відношення між елементами векторів. В даному підході встановлена лише пара «фактор» – «ресурс». Для цих пар встановлено принцип відношень понять в парах їх елементів у формі декартового добутку векторів. До факторів виробництва віднесені елементи: «праця», «капітал», «земля», а до ресурсів віднесені елементи: «матерія», «енергія», «інформація». Виникає питання, який смисл мають відношення у

формі декартового добутку для елементів у сформованих парах: праця – інформація; капітал – енергія; земля – матерія (речі)? В цій моделі встановлюються відношення поміж елементами множин «фактори» та «ресурси». Автор цієї моделі ставить запитання, «незрозуміло, що далі робити з цією матрицею, навіть якщо «пари» склалися відповідні?»

Реалізація будь-якої діяльності складається з *організаційних* та *технологічних* процесів і можлива за умови застосування відповідних *організаційних* та *технологічних* ресурсів. Тому для опису діяльності природної інтелектуальної системи виникає потреба у застосуванні більш загального поняття. Пропонується у якості такого поняття застосовувати поняття «фактор» та похідні від нього поняття [17].

Пропонується розглядати зміст цих понять згідно [18] у наступній формі: термін «фактор» походить від латинського *factor* – той що робить, що виробляє (корінь *fact* не вимагає перекладу на російську мову, а закінчення *or* означає активність, як і в словах реактор, актор, директор), а в терміні «ресурс» корінь *source* означає витік, джерело. Можна сказати, що фактори діють, а ресурси витрачаються.

В запропонованому у роботі [17] підході до моделювання діяльності підприємства пропонуються конкретні ресурсні фактори в їх діалектичній єдності:

- ресурсні фактори організаційної діяльності (*РФОД*) – (загальне);
- ресурсні фактори технологічної діяльності (*РФТД*) – (одиничне).

Якщо співставити переклади понять:

- «фактор» – діє;
- «ресурс» – витрачається,

тоді вираз: «ресурсні фактори» дослівно переводиться, як – витрачаються <під час> дії, а вирази:

- ресурсні фактори організаційної діяльності – витрачаються, коли реалізується організаційна діяльність;
- ресурсні фактори технологічної діяльності – витрачаються, коли реалізується технологічна діяльність, мають зрозумілий однозначний зміст.

Аналогічним чином пропонується застосовувати поняття «фактор» для організаційних та технологічних процесів.

В запропонованому підході до моделювання діяльності організацій (у формі процесу) пропонуються конкретні процесні фактори в їх діалектичній єдності:

- процесні фактори організаційної діяльності (*ПФОД*) – (загальне);
- процесні фактори технологічної діяльності (*ПФТД*) – (одиничне).

Якщо співставити переклади понять:

- «фактор» – діє;
- «процес» – реалізується,

тоді вираз: «процесні фактори» дослівно переводиться, як – реалізується <в> діяльності, а вирази:

- процесні фактори організаційної діяльності – реалізуються, коли діє організаційна діяльність;
- процесні фактори технологічної діяльності - реалізуються, коли діє технологічна діяльність,
мають зрозумілий однозначний зміст.

Узагальнюючи результати дослідження поняття «фактор», необхідно надати математичні співвідношення встановлених закономірностей. Діалектичну єдність ресурсних факторів організаційної та технологічної діяльності можливим є представити у наступній формі [17]:

$$RФОД \supset RФТД, \quad (14.1)$$

а діалектичну єдність процесних факторів організаційної та технологічної діяльності можливим є представити у наступній формі:

$$PФОД \supset PФТД. \quad (14.2)$$

Для декартової чотири факторної архітектури моделі соціально-економічної екосистеми (рис. 14.6) поміж вказаними факторами можливим є встановлення наступних зв'язків (рис.14.9 та 14.10).

При цьому, для понять введено наступні співвідношення [17]:

- поняття «об'єкт» є продуктом процесу смислової діяльності, тому може бути охарактеризована як «загальне поняття» і віднесена до ресурсних факторів організаційної діяльності (РФОД);
- поняття «процес» є продуктом процесу технологічної діяльності, тому може бути охарактеризована як «конкретне поняття» і віднесена до процесних факторів технологічної діяльності (ПФТД);
- поняття «середовище» є продуктом процесу розумової діяльності, тому може бути охарактеризована як «загальне поняття» і віднесена до процесних факторів організаційної діяльності (ПФОД);
- поняття «проект» є продуктом процесу технологічної діяльності, тому може бути охарактеризована як «конкретне поняття» і віднесена до ресурсних факторів технологічної діяльності (РФТД).

З цієї моделі для факторів діяльності стає зрозумілим, що поміж процесними та ресурсними факторами існують зв'язки, які можуть бути описані у формі декартових добутків, а саме [17]:

$$P_I \subseteq ПФОД \times РФТД, \quad (14.3)$$

$$P_{II} \subseteq ПФОД \times РФОД, \quad (14.4)$$

$$P_{III} \subseteq ПФТД \times РФОД, \quad (14.5)$$

$$P_{IV} \subseteq ПФТД \times РФТД. \quad (14.6)$$

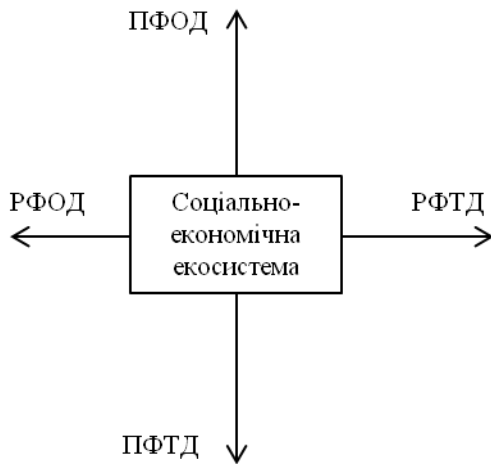


Рисунок 14.9 – Декартова чотири факторна архітектура моделі соціально-економічної екосистеми з універсальними факторами

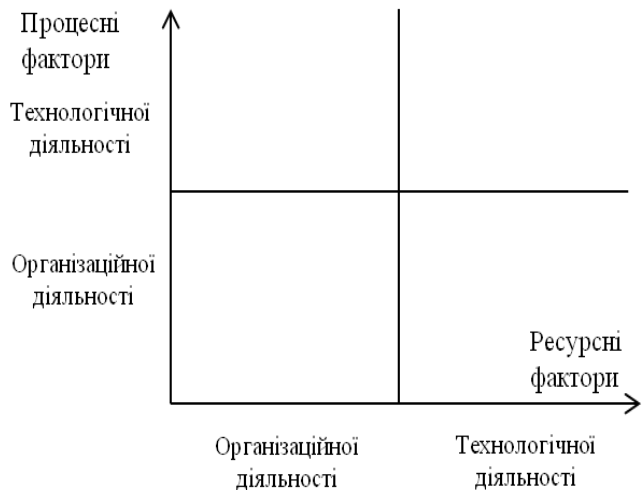


Рисунок 14.10 – Декартова двох факторна архітектура моделі соціально-економічної екосистеми з універсальними факторами

На основі цієї архітектури логічної моделі знань для факторного представлення процесу розроблено її математичну модель з застосуванням положень формальної теорії до математичного опису моделей [17].

Для цього достатньо елементи моделі (фактори) інтерпретувати як алфавіт B_a , а діалектичні відношення у формі «загальне» \supset «одиничне» та у формі декартового добутку (\times) розглядати як елементи кінцевої множини відношень R_a . Математична модель такої архітектури має наступний запис [17]:

$$S_a = \langle B_a, R_a \rangle. \quad (14.7)$$

Зміст елементів множини алфавіту B_a у формі факторів визначається згідно рис. 14.9.

Введення поняття «фактор» для процесів та ресурсів, які використовуються при реалізації діяльності забезпечило формування архітектури логічної моделі знань щодо процесу, або системи процесів.

З виконаного аналізу методу формування архітектури чотирикомпонентної тетради екосистем згідно [16] слідує, що в його основу покладено принцип *діалектичних відношень* для факторів у формі *загальне* \supset *одиничне* (14.1) та (14.2).

При цьому, допускається дві форми представлення моделі архітектури екосистеми, а саме:

– у формі декартової чотири факторної архітектури моделі соціально-економічної екосистеми з *чотирма* універсальними факторами (рис. 14.6);

– у формі декартової двох факторної архітектури моделі соціально-економічної екосистеми з двома універсальними факторами (рис. 14.7).

Перевагою декартової чотири факторної архітектури моделі (рис. 14.9) є те, що в цій моделі кожен з факторів може бути представлений як *множина*. Тоді поміж *елементами факторів* можуть бути встановлені відношення у формі декартового добутку.

Досліджені, як чотири факторні форми (рис. 14.9) так і двох факторні форми факторів (рис. 14.10), є універсальними для будь-якої моделі соціально-економічної екосистеми. Це дає змогу дослідити інші існуючі моделі чотири факторних моделей представлення знань для соціально-економічних екосистем.

О.Г. Івахненко зауважував що [19]:

«Факторний аналіз дозволяє знайти «фактори» – величини, які визначають сутність різних образів. Отримавши за допомогою машини фактори та знаючи їх розмірність, людина легко може здогадатися про природу нових ознак, які необхідно ввести у розпізнавання, щоб зробити його більш точним та швидким. Людині залишається найприємніша (та найважливіша) частина процесу – генерування нової вдалої евристики, а факторний аналіз допомагає легко та просто знаходити нові вельми ефективні ознаки.»

З цього слідує, що саме зміст факторів «визначає сутність різних образів». Отже, для побудови адекватної архітектури логічної моделі представлення знань про діяльність необхідно в першу чергу встановити склад та зміст відповідних факторів та принципи відношень поміж ними. Ставиться задача формування з факторів відповідної архітектури логічної моделі знань.

З наведеного вище слідує можливість формування наступної гіпотези. Двох та чотири факторні моделі (рис. 14.9, 14.10) є універсальними архітектурами моделей представлення знань про діяльність соціально-економічних екосистем. Саме можливість реалізації операції декартового добутку поміж елементами факторів, які представляються як множини для чотири факторної моделі, забезпечує формування знань про модельовану систему.

Маючи універсальні архітектури моделей представлення знань про діяльність соціально-економічних екосистем можливим є вирішення задачі аналізу відповідності цим моделям інших існуючих в економічній теорії та інших областях архітектур моделей представлення знань про діяльність організацій.

Для представлення знань в системах управління економічними системами застосовуються архітектури графічних моделей знань, які досліджені у роботах [20-24]. Однак, перш ніж досліджувати ці моделі, пропонується розглянути архітектуру логічної факторної моделі знань для процесів *мислення*, яка розроблена у роботі [17].

14.3.2. Метод формування архітектури чотири факторної логічної моделі

Справа в тому, що основним поняттям для концепції Індустрії 5.0 є поняття «знання», тому виникає питання, як саме реалізується процес

мислення, точніше, формування знань, і яким чином його можливо змодельовати? Слід також прийняти до уваги існування проблеми штучного інтелекту, який в концепції Індустрії 5.0 є важливою складовою і формулюється як проблема створення «інтелектуального ядра на основі штучного суперінтелекту» (див. рис. 14.1).

Зрозуміло, що існують специфічні процеси, які пов'язані з розумовою діяльністю. Виникає питання, як ці процеси можуть бути змодельовані? Чи можливо це взагалі і якщо можливо, то як? Основою для розробки цих моделей слугує центральна закономірність інтегративної діяльності мозку, яка сформована у теорії функціональних систем [25].

Центральна закономірність інтегративної діяльності мозку визначає 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. При цьому, основною умовою аферентного синтезу є *одночасна* зустріч всіх чотирьох учасників цієї стадії функціональної системи. Результатом аферентного синтезу є варіант цілі майбутньої діяльності, точніше, варіант проекту майбутнього результату. З цього слідує необхідність синтезу проекту майбутнього результату діяльності на основі всього *чотирьох* конкретних (ізоморфних) форм вимірів знань шляхом одночасного їх синтезу за допомогою відповідного механізму [25].

Виникає потреба в з'ясуванні змісту цих вимірів знань для діяльності організацій (тобто, конкретної предметної області) та визначенні *механізму їх інтеграції* і представлення результату у формі архітектури логічної моделі представлення знань у формі проекту майбутнього результату діяльності.

З точки зору діяльності організацій під *обстановочною аферентацією* будемо розуміти знання щодо *зовнішніх* умов реалізації їх діяльності. Перш за все це законодавча база, нормативні документи, ліцензійні умови здійснення діяльності, тощо.

Для організацій *домінуюча мотивація* складається з зовнішніх факторів, як то: потреби споживачів, які породжують внутрішні фактори реалізації цих потреб у формі місії діяльності організації, політики, стратегії, цілей, задач та показників діяльності.

Щодо *пускової аферентації* можливим є представлення її у формі *знань* про наявність ресурсів для реалізації діяльності організації по досягненню встановленої цілі діяльності. При надходженні інформації про наявність відповідних *ресурсів реалізується дія* механізму синтезу цілі діяльності у формі проекту майбутнього результату. До виробничих ресурсів віднесемо матеріальні, фінансові, нематеріальні, людські, інформаційні, інтелектуальні та інші ресурси.

Виникає останнє питання, які саме знання нам необхідно отримати з *пам'яті*? Можливим є представлення їх у формі *знань* про технологічні процеси, які необхідно реалізувати для досягнення мети діяльності з застосуванням ресурсів, якими володіємо в зовнішніх умовах, які існують на цей час під дією зовнішньої мотивації. Форми вимірів знань, які встановлені в

роботі [25] для одного нейрона, мають цілком конкретний зміст для діяльності організації. У другому розділі для процесу встановлено чотири форми вхідних факторів, які забезпечують його реалізацію, а саме:

- ресурсні фактори організаційної діяльності (РФОД) – (загальне);
- ресурсні фактори технологічної діяльності (РФТД) – (одиничне).
- процесні фактори організаційної діяльності (ПФОД) – (загальне);
- процесні фактори технологічної діяльності (ПФТД) – (одиничне),

а також встановлено форми взаємовідносин поміж відповідними факторами (14.3 – 14.6) (див. рис. 14.9).

В таблиці 14.2 наведено зміст розглянутих факторів і встановлена відповідність їх з формами вимірів знань за теорією функціональних систем (ТФС) [17].

Таблиця 14.2 – Визначення змісту вхідних факторів, які реалізують процес

Форми вхідних факторів, які реалізують процес	Зміст форм факторів	
	За ТФС	Для організацій
ПФОД (загальне)	Обстановочна аферентація	Законодавча база, норми...
ПФТД (одиничне)	Пам'ять	Досвід діяльності....
РФОД (загальне)	Домінуюча мотивація	Потреби споживачів....
РФТД (одиничне)	Пускова аферентація	Наявність ресурсів....

На рисунку 14.11 наведено архітектуру логічної моделі процесів мислення [17].

Поміж формально встановленими у другому розділі факторами для процесу діяльності (рис.14. 8), факторами, які забезпечують формування проекту майбутнього результату діяльності за ТФС на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку (рис. 14.11), а також факторами, які застосовуються в діяльності організацій, встановлена *еквівалентність* відповідних факторів.

Вище встановлено, що основними механізмами поєднання визначених факторів є механізм діалектичної єдності понять «загальне» \supset «одиничне», а також механізм бінарних відносин для суміжних факторів.

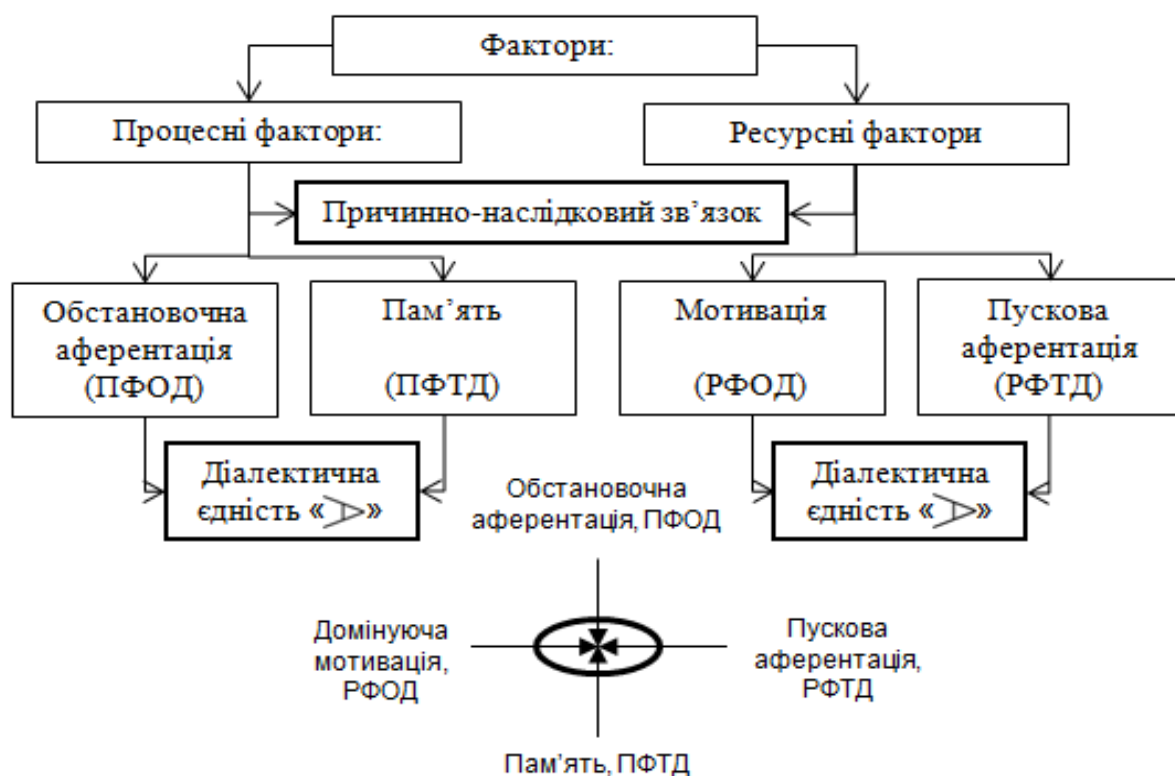


Рисунок 14.11 – Архітектура чотири факторної логічної моделі представлення знань про діяльність організації

В роботі [17] також висловлено припущення про те, що оскільки цілісна діалектично організована діяльність природної інтелектуальної системи реалізується з застосуванням визначених вище форм факторів, тоді й мозок людини повинен формувати *проект майбутнього результату діяльності* для відповідного моменту часу на основі обробки *саме цих* факторів.

Тепер маємо можливість сформулювати наступне правило для процесів мислення.

Правило 1. Метод формування архітектури логічної моделі знань для процесів мислення щодо синтезу проекту майбутнього результату діяльності включає формування вхідних ізоморфних пар процесних та ресурсних форм факторів діяльності (форм метрик знань) та їх одночасної інтеграції на основі принципу бінарних діалектичних відносин у формі «загальне» $\langle \rangle$ «одиничне».

Таким чином, методологія *цілісного підходу* до дослідження смислової діяльності особи, яка приймає рішення, забезпечила встановлення форм факторів діяльності, а також форми діалектичних відношень поміж ними [17].

Розглянута архітектура логічної моделі для факторного представлення діяльності як процесу (рис. 14.9) не є єдиною можливою. На цей час в економічній теорії існує ряд архітектур логічних моделей знань в яких також застосовується поняття «фактор». Тому постає задача дослідження цих моделей.

Прикладом застосування системної методології є метод аналізу систем на основі декомпозиції *факторів* виробничої діяльності, який запропоновано В. М. Волковою [20 с. 148]. Вона підкреслює, що ця схема декомпозиції факторів виробничої діяльності є загальною для будь-якої діяльності (рис. 14.12). Рисунок розроблено на основі рис. 10.1 [20, с. 149].

«В кінцевому підсумку будь-яка із перерахованих і тих що є в літературі декомпозицій зводиться до чотирьох основних напрямків – просторовому, часовому, ресурсному і функціональному».

У порівнянні з моделлю, яка наведена на рис. 8 в цій моделі встановлюються відношення поміж фактором організаційної діяльності (функції, процеси) та фактором часу шляхом встановлення функціональної залежності. Розглядаються часові системи. Ресурси функціонально залежать від простору та функцій діяльності. У моделі В. Н. Волкової час та простір є самостійними факторами. Поміж діаметрально протилежними факторами не встановлюються діалектичні зв'язки.



Рисунок 14.12 – Декомпозиція факторів існування та діяльності підприємства

З іншого боку, якщо поміж вказаними факторами можуть існувати діалектичні зв'язки тоді можливим є їх представлення у наступному варіанті:

$$\text{простір} \succ \text{функції}, \quad (14.8)$$

а діалектичну єдність факторів «час» та «ресурси» можливим є представити у наступній формі:

$$\text{час} \succ \text{ресурси}. \quad (14.9)$$

При цьому, для понять введено наступні співвідношення:

- поняття «час» є продуктом процесу смислової діяльності, тому може бути охарактеризована як «загальне поняття» і віднесена до ресурсних факторів організаційної діяльності (РФОД);
- поняття «функції» є продуктом процесу технологічної діяльності, тому може бути охарактеризована як «конкретне поняття» і віднесена до процесних факторів технологічної діяльності (ПФТД);

- поняття «простір» є продуктом процесу розумової діяльності, тому може бути охарактеризована як «загальне поняття» і віднесена до процесних факторів організаційної діяльності (ПФОД);
- поняття «ресурс» є продуктом процесу технологічної діяльності, тому може бути охарактеризована як «конкретне поняття» і віднесена до ресурсних факторів технологічної діяльності (РФТД).

Виходячи з цього рисунок 14.12 пропонується трансформувати як це показано на рисунку 14.13.

Отже, поміж діаметрально протилежними факторами встановлено існування діалектичних зв'язків у формі *загальне* \supset *конкретне*. Виникає питання, які форми зв'язку існують поміж *суміжними* факторами цієї моделі? Пошук відповіді на це питання передбачається здійснити у наступному розділі.

Слід зауважити, що модель згідно рис. 14.13 є інтегрованою моделлю факторного представлення діяльності організації та включає в себе модель згідно рис. 14.5 та рис. 14.10. Інтеграція цих моделей представлена на рис. 14.14.

Модель згідно рис. 14.5 описує підсистеми соціально-екологічної системи в їх *існуванні*. Так, адже кожний фізичний об'єкт існує в просторі та часі. З іншого боку модель згідно рис. 14.9 описує *діяльність* організації. Отже, ми маємо дві моделі, які дають повний опис *існування* та *діяльності* соціально-екологічної системи! Наведене вище доводить справедливність положення В.Н. Волкової про те, що «В кінцевому підсумку будь-яка із перерахованих і тих що є в літературі декомпозицій зводиться до чотирьох основних напрямків <точніше факторів> – просторовому, часовому, ресурсному і функціональному <процесному>».

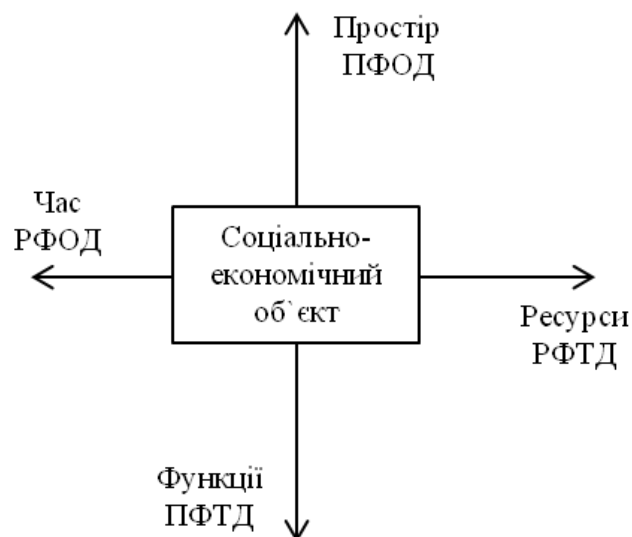


Рисунок 14.13 – Архітектура логічної моделі для факторного представлення діяльності організацій

Модель згідно рис. 14.14 є більш детальною у порівнянні з моделлю за рис. 14.13, оскільки в цій моделі для декартових добутоків факторів «час» × «простір», а також «процесні фактори» × «ресурсні фактори» розроблено конкретні змістовні моделі. Залишаються не дослідженими ще дві моделі, які відносяться до квадрантів сформованих факторами «простір» × «ресурсні фактори» та «час» × «процесні фактори». Розробку цих моделей передбачається виконати у подальших дослідженнях.

Слід звернути увагу на наступну обставину. З точки зору теорії баз даних та баз знань розглянуті моделі відповідають концептуальному рівню розробки моделей. Особливістю цих моделей є те, що в них структурною одиницею є звичайна таблиця, якій в теорії баз даних та знань відповідає відношення «багато» до «багатьох» (M:N).

В теорії баз даних такий тип відношень заборонений, допускаються форми відношень (1:1) та (1:N). Для подолання цієї проблеми Е. Код запропонував технологію обробки *даних*, що полягає у підготовці сумарної (агрегованої) інформації на основі великих масивів даних, структурованих за багатовимірним принципом [26].

Основним елементом цієї технології є звичайна таблиця, яка допускає відношення «багато» до «багатьох» (M:N), і з яких формується багатовимірний куб. Однак ця технологія призначена для обробки великих масивів *даних* у реальному часі. Вона не призначена для формування та аналізу знань про існування та діяльність організацій.



Рисунок 14.14 – Інтегрована чотири факторна архітектура моделі знань про існування та діяльність соціально-економічної екосистеми

Існуючі технології формування баз знань передбачають застосування правил формальної логіки для обробки попередньо сформованих логічних правил.

14.4. Метод формування відношень поміж суміжними факторами чотири факторної логічної моделі представлення знань для концепції Індустрія 5.0

Згідно Ільїну І.П. бінаризм визначається як традиційний структуралізм, який спирався на принцип опозиції, іноді трактований як теорія бінаризму, за якою всі відносини між знаками зводяться до бінарних структур, тобто, до моделі, в основі якої лежить наявність чи відсутність ознаки [21, с.30].

У семіотиці бінарні опозиції розуміються як пари, які взаємно виключають ознаки у парадигмальній множині, які представляють категорії, які є логічно протилежними і які спільно визначають повний універсум дискурсу, наприклад, чоловічої / нечоловічої [21].

Поняття «код» (бінарний) складається з двох цінностей - позитивної та негативної – і служить для перетворення одного в інше. Коди діють за допомогою дублювання вже існуючої реальності і, внаслідок цього, припускають схему спостереження, що показує спостерігається як щось існуюче або можливе [22].

В розглянутих у попередньому розділі моделях знань застосовуються чотири форми факторів. Для моделі (рис. 14.9) поміж суміжними факторами встановлюються відношення у формі декартового добутку (14.3)-(14.6). При цьому не розкривається зміст цих відношень. Справа в тому, що математичне відношення у формі декартового добутку має різне застосування.

Розглядається прямий добуток двох множин (у формі декартового добутку), який визначається наступним чином [23]:

«Прямий добуток двох множин наочно можна представити у вигляді таблиці, рядки якої визначають елементи першої множини, а стовпці, відповідно, другого. Усі клітини даної таблиці у цьому разі будуть елементами декартового добутку.»

Для декартового добутку множин також введено поняття «бінарне відношення» [24]:

«Нехай A і B дві кінцеві множини. Декартовим добутком множин A і B називають множину $A \times B$, що складається з усіх упорядкованих пар, де $a \in A$, $b \in B$. Бінарним відношенням між елементами множини A і B називається будь-яка підмножина R множини $A \times B$, тобто $R \subset A \times B$.

За визначенням, бінарним відношенням називається множина пар. Якщо R – бінарне відношення (тобто множина пар), то кажуть, що параметри x та y пов'язані бінарним відношенням R , якщо пара $\langle x, y \rangle$ є елементом R , тобто, $\langle x, y \rangle \in R$.

Висловлювання: «предмети x і y пов'язані бінарним відношенням R » записують у вигляді xRy . Таким чином, $xRy \leftrightarrow \langle x, y \rangle \in R$.

Приклади бінарних відносин:

- на множині цілих чисел Z відношення «ділиться», «ділить», «рівно», «більше», «менше», «взаємно прості»;
- на множині прямих просторів відносини «паралельні», «взаємно перпендикулярні», «схрещуються», «перетинаються», «збігаються»;
- на множині кіл площини «перетинаються», «стосуються», «концентричні».

З цієї цитати слідує, що бінарні відношення встановлюються між елементами *однієї* природи (однорідними елементами), а саме: числами; прямими; колами тощо.

Якщо в теорії множин елементами множин є *однорідні* елементи, то в розглянутих у попередніх розділах факторних моделях знань декартовий добуток застосовується для факторів, елементами яких є *різномірні* поняття. Це стосується й відношень, які описуються рівняннями (14.3)-(14.6).

У рівнянні (14.3)

$$P_I \subseteq ПФОД \times РФТД,$$

застосовуються:

- процесні фактори організаційної діяльності (ПФОД);
- ресурсні фактори технологічної діяльності (РФТД).

До процесних факторів організаційної діяльності відносяться закони, стандарти, норми, постанови, тощо. До ресурсні фактори технологічної діяльності відносяться фінансові, матеріальні, нематеріальні активи, енергоресурси, тощо [17]. Зрозуміло, що лише наявність відповідних ресурсних факторів технологічної діяльності обумовлює обрання відповідних процесних факторів організаційної діяльності. Співвідношення між вказаними факторами реалізується через їх діалектичну єдність у формі:

$$РФТД \succ ПФОД, \quad (14.10)$$

Виникає питання, як співвідносяться між собою фактори для рівняння (14.4):

$$P_{II} \subseteq ПФОД \times РФОД ?$$

у

цьому рівнянні застосовуються:

- ресурсні фактори організаційної діяльності (РФОД);
- процесні фактори організаційної діяльності (ПФОД).

Ці фактори стосуються для опису організаційної діяльності. Виникає питання, який з цих факторів є більш загальним. Згідно [17] до ресурсних факторів відносяться: політика, стратегія, цілі, задачі діяльності, показники, а до процесних факторів відносяться закони, стандарти, норми, постанови. Зрозуміло, що ресурсні фактори є більш загальними. Лише наявність відповідних ресурсних факторів організаційної діяльності обумовлює обрання

відповідних процесних факторів організаційної діяльності. Співвідношення між вказаними факторами реалізується через їх діалектичну єдність у формі:

$$R\Phi O D \triangleright P\Phi O D, \quad (14.11)$$

Розглянемо співвідношення між фактори для рівняння (14.5):

$$P_{III} \subseteq P\Phi T D \times R\Phi O D,$$

У цьому рівнянні застосовуються:

- ресурсні фактори організаційної діяльності (*RΦOD*);
- процесні фактори технологічної діяльності (*PΦTD*).

Знову виникає питання, який з цих факторів є більш загальним. Згідно [17] до ресурсних факторів організаційної діяльності відносяться: політика, стратегія, цілі, задачі діяльності, показники, а до процесних факторів технологічної діяльності відносяться процеси споживання, переробки, розподілу, втрати ресурсів, тощо. Зрозуміло, що процесні фактори є більш загальними. Лише наявність відповідних процесних факторів технологічної діяльності обумовлює обрання відповідних ресурсних факторів організаційної діяльності. Співвідношення між вказаними факторами реалізується через їх діалектичну єдність у формі:

$$P\Phi T D \triangleright, R\Phi O D \quad (14.12)$$

Розглянемо співвідношення між фактори для рівняння (14.6)

$$P_{IV} \subseteq P\Phi T D \times R\Phi T D.$$

у

цьому рівнянні застосовуються:

- ресурсні фактори технологічної діяльності (*RΦTD*);
- процесні фактори технологічної діяльності (*PΦTD*),

який з цих факторів є більш загальним. Згідно [17] до ресурсних факторів технологічної діяльності відносяться: фінансові, матеріальні, нематеріальні активи, енергоресурси, тощо, а до процесних факторів технологічної діяльності відносяться процеси споживання, переробки, розподілу, втрати ресурсів. Зрозуміло, що процесні фактори є більш загальними. Лише наявність відповідних процесних факторів технологічної діяльності обумовлює обрання відповідних ресурсних факторів технологічної діяльності. Співвідношення між вказаними факторами реалізується через їх діалектичну єдність у формі:

$$P\Phi T D \triangleright R\Phi T D. \quad (14.13)$$

З наведеного слідує, що для архітектури моделі знань про діяльність у формі факторного процесно-ресурсного представлення *діалектичні відношення* у формі «загальне» \triangleright «конкретне» реалізуються, як між *діаметрально протилежними* факторами (3-6), так і між *суміжними* факторами (рис. 10).

Така форма бінарних відношень для декартового добутку забезпечує формування елементів конкретних знань, на основі яких реалізують діяльність і які складають зміст знань для відповідних чарунок.

З цього також слідує гіпотеза про те, що для формування знань про діяльність суб'єктів динамічної предметної області поміж процесними та ресурсними факторами, які забезпечують реалізацію діяльності необхідно встановлювати діалектичні зв'язки у формі «загальне» \supset «конкретне».

Наведені приклади формування архітектури моделей знань про діяльність організацій свідчать про практичне застосування принципу діалектичних відносин понять у формі «загальне» \supset «одиничне» без усвідомлення наявності цього типу відносин і їх ролі у досліджених моделях.

Слід відзначити, що в розглянутих архітектурах моделей структуризації знань про смислову діяльність первинними є відносини у формі діалектичної єдності протилежностей, а причинно-наслідкові відносини є вторинними і реалізують встановлені діалектичні відносини.

Цим також пояснюється, чому в архітектурі логічної моделі знань про смислову діяльність на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку (рис. 14.11) всього чотири виміри знань. Адже *виміри* знань завжди утворюють діалектично протилежні пари. Для досліджених моделей можливим є формування математичних моделей на основі формальної теорії (формула 14.7).

Приклад побудови архітектури моделі факторного представлення діяльності наведено у роботі [32].

14.5. Висновки

1. З виконаного аналізу методу формування архітектури чотирикомпонентної тетради екосистем слідує, що в його основу покладено принцип *діалектичних відношень* для факторів у формі *загальне* \supset *одиничне*. Введення поняття «фактор» для процесів та ресурсів, які використовуються при реалізації діяльності, забезпечило формування архітектури логічної моделі знань щодо процесу, або системи процесів. При цьому, допускається дві форми представлення моделі архітектури екосистеми, а саме:

- у формі декартової чотири факторної архітектури моделі соціально-економічної екосистеми з *чотирма* універсальними факторами (рис.14.9);
- у формі декартової двох факторної архітектури моделі соціально-економічної екосистеми з *двома* універсальними факторами (рис. 14.10).

Перевагою декартової чотири факторної архітектури моделі (рис. 14.9) є те, що в цій моделі кожен з факторів може бути представлений як *множина*. Тоді поміж *елементами факторів* можуть бути встановлені відношення у формі декартового добутку. Досліджені, як чотири факторні форми (рис. 14.9) так і двох факторні форми факторів (рис. 14.10), є універсальними для будь-якої моделі соціально-економічної екосистеми. Це дає змогу дослідити інші існуючі моделі чотири факторних моделей представлення знань для соціально-економічних екосистем.

2. Для побудови адекватної архітектури логічної моделі представлення знань про діяльність необхідно в першу чергу встановити склад та зміст відповідних факторів та принципи відношень між ними. Ставиться задача формування з факторів відповідної архітектури логічної моделі знань.

3. З наведеного вище слідує можливість формування наступної гіпотези. Двох та чотири факторні моделі (рис. 14.9, 14.10) є універсальними архітектурами моделей представлення знань про діяльність соціально-економічних екосистем. Саме можливість реалізації операції декартового добутку поміж елементами факторів, які представляються як множини для чотири факторної моделі, забезпечує формування знань про модельовану систему.

4. Маючи універсальні архітектури моделей представлення знань про діяльність соціально-економічних екосистем, можливим є вирішення задачі аналізу відповідності цим моделям інших існуючих в економічній теорії та інших областях архітектур моделей представлення знань про діяльність організацій.

5. Поміж формально встановленими у другому розділі факторами для процесу діяльності (рис. 14.9), факторами які забезпечують формування проекту майбутнього результату діяльності за ТФС на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку (рис. 14.11), а також факторами, які застосовуються в діяльності організацій, встановлена *еквівалентність* відповідних факторів.

6. В другому розділі встановлено, що основними механізмами поєднання визначених факторів є механізм діалектичної єдності понять «загальне» \supset «одиничне», а також механізм бінарних відносин для суміжних факторів.

7. В роботі [17] також висловлено припущення про те, що оскільки цілісна діалектично організована діяльність природної інтелектуальної системи реалізується з застосуванням визначених форм факторів, тоді й мозок людини повинен формувати *проект майбутнього результату діяльності* для відповідного моменту часу на основі обробки *саме цих* факторів. Виходячи з цього можливо сформулювати наступне правило для процесів мислення.

Правило 1. Метод формування архітектури логічної моделі знань для процесів мислення щодо синтезу проекту майбутнього результату діяльності включає формування вхідних ізоморфних пар процесних та ресурсних форм факторів діяльності (форм метрик знань) та їх одночасної інтеграції на основі принципу бінарних діалектичних відносин у формі «загальне» \supset «одиничне».

Таким чином, методологія *цілісного підходу* до дослідження смислової діяльності особи, яка приймає рішення, забезпечила встановлення форм факторів діяльності, а також форми діалектичних відношень між ними [17].

8. Виходячи з наведеного вище, запропонована модель (рис. 14.14) може розглядатись як варіант концептуальної моделі бази знань з відкритою архітектурою з застосуванням таблиць, в яких реалізовано відношення «багато» до «багатьох» (M:N). Чотири первинних квадранти декартової системи координат формують чотири мета таблиці. Кожна з мета таблиць у свою чергу може бути декомпозована, як це показано, наприклад, на рисунках 14.6, 14.9 та

14.14. Для цієї моделі бази знань важливою є проблема реалізації математичної операції декартового добутку поміж суміжними факторами. При цьому, фактори представляються у формі множин.

9. З результатів дослідження слідує, що для архітектури моделі знань про діяльність у формі факторного процесно-ресурсного представлення *діалектичні відношення* у формі «загальне» \supset «конкретне» реалізуються, як поміж *діаметрально протилежними* факторами (14.3-14.6), так і поміж *суміжними* факторами формули (14.10-14.13) (рис. 14.11) . Така форма бінарних відношень для декартового добутку забезпечує формування елементів конкретних знань, на основі яких реалізують діяльність і які складають зміст знань для відповідних чарунок.

Наведені приклади формування архітектури моделей знань про діяльність організацій свідчать про практичне застосування принципу діалектичних відносин понять у формі «загальне» \supset «одиничне» без усвідомлення наявності цього типу відносин і їх ролі у досліджених моделях.

10. Слід відзначити, що в розглянутих архітектурах моделей структуризації знань про смислову діяльність первинними є відносини у формі діалектичної єдності протилежностей, а причинно-наслідкові відносини є вторинними і реалізують встановлені діалектичні відносини. Цим також пояснюється, чому в архітектурі логічної моделі знань про смислову діяльність на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку (рис. 14.11) всього чотири виміри знань. Адже *виміри* знань завжди утворюють діалектично протилежні пари. Для досліджених моделей можливим є формування математичних моделей на основі формальної теорії

11. Таким чином, архітектура *чотирьохфакторних моделей* є універсальною для формування архітектур логічних моделей баз знань, точніше формування знань про діяльність інтелектуальної системи, як організованого цілого, на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.

Література

1. Akundi, A.; Euresti, D.; Luna, S.; Ankobiah, W.; Lopes, A.; Edinbarough, I. State of Industry 5.0—Analysis and Identification of Current Research Trends. Appl. Syst. Innov. 2022, 5, 27. <https://doi.org/10.3390/asi5010027>

2. Amr Adel Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications. (2022) 11:40. Page 1-15. <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00314-5>.

3. Iansiti M., Levien R. The keystone advantage: what the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability. Boston: Harvard Business School; 2004. 304 p.

4. Teece D. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. Strategic Management. 2007;28(13):1319–1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>.

5. Adomavicius G., Bockstedt J., Gupta A., Kauffman R.J. Technology roles and paths of influence in an ecosystem model of technology evolution. *Information Technology and Management*. 2007;8(2):185–202.
<https://doi.org/10.1007/s10799-007-0012-z>
6. Adner R. Ecosystem as structure: an actionable construct for strategy. *Journal of Management*. 2017;43(1):39–58.
<https://doi.org/10.1177/0149206316678451>.
7. Zhang L, Li H, Lin C and Wan X (2022) The Influence of Knowledge Base on the Dual-Innovation Performance of Firms. *Front. Psychol.* 13:879640. doi: 10.3389/fpsyg.2022.879640
8. Mohammad Fakhar Manesh; Massimiliano Matteo Pellegrini; Giacomo Marzi; Marina Dabic Knowledge Management in the Fourth Industrial Revolution: Mapping the Literature and Scoping Future Avenues / *IEEE Transactions on Engineering Management* (Volume: 68, Issue: 1, February 2021). Page(s): 289 – 300. DOI: 10.1109/TEM.2019.2963489.
9. G. Hedlund, "A model of knowledge management and the N-form corporation," *Strategic management journal*, vol. 15, no. S2, pp. 73-90, 1994.
10. Доценко С. І. Інтелектуальні системи: пост-декартове представлення метазнань [Текст] / С.І. Доценко // *Журнал Радіоелектронні і комп'ютерні системи* 2020, № 3(95). С. 4-16. doi: 10.32620/reks.2020.3.01
11. Сироджа И. Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления [Текст] / И. Б. Сироджа. – К. : Наук. думка, 2002. – 428 с.
12. Сироджа И. Б. Модели и методы инженерии квантов знаний для принятия решений в системах искусственного интеллекта [Текст] / И. Б. Сироджа, И. А. Верещак // *Системы обработки информации*. – 2006. – № 8 (57). – С. 63-81.
13. Mikael Krogerus , Roman Tschäppeler 50 Erfolgsmodelle Kleines Handbuch für strategische Entscheidungen / German. Kein & Aber Print length 2017. 176 pages.
14. Штейнберг В.Э. Теория и практика дидактической многомерной технологии. М. : Народное образование, 2015. - 350 с.
15. Бьюзен Т. и Б. Супермышление / Пер. с англ. Е. А. Самсонов; Худ. обл. М. В. Драко.– 2-е изд.– Мн. : ООО «Попурри», 2003.– 304 с. : ил. + 16 с. вкл.– (Серия «Живите с умом»).
16. Клейнер Г.Б. Социально-экономические экосистемы в свете системной парадигмы. Системный анализ в экономике – 2018: сборник трудов 5-й Международной научно-практической конференции / под общ. ред. Г.Б. Клейнера, С.Е. Щепетовой. М.: Прометей; 2018. С. 5–14.
17. Доценко С. І. Теоретичні основи створення інтелектуальних систем комп'ютерної підтримки рішень при управлінні енергозбереженням організацій : дис. д-ра. техн. наук : 05.13.06 /Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка / С. І. Доценко. – Харків, 2017. – 369 л.
18. Гребнев Л. Факторы и ресурсы: тождество, различие или противоположность? / Л. Гребнев. // *Вопросы экономики*, 2010. – №7. – С. 135–150.

19. Ивахненко, А. Г. Принятие решений на основе самоорганизации [Текст] / А. Г. Ивахненко, Ю. П. Зайченко, В. Д. Димитров. – М. : Советское радио, 1976. – 280 с.

20. 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.

21. Ильин, И.П. Постструктурализм. Деконструктивизм. Постмодернизм // И.П. Ильин.- М.: Интрада, 1996. - 254 с. ISBN 5-87604-035-5.

22. Михайлова Т. Л. Бинарные оппозиции системного конструкта [Текст] : диссертация ... кандидата философских наук : 09.00.01 / Михайлова Татьяна Леонидовна; [Место защиты: Нижегород. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского].– Нижний Новгород, 2008. – 209 с. : ил. РГБ ОД, 61 09-9/92.

23. Прямое произведение

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D1%8F%D0%BC%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5

24. Бинарные отношения.

<https://ib.mazurok.com/2014/05/17/%d0%b1%d0%b8%d0%bd%d0%b0%d1%80%d0%bd%d1%8b%d0%b5-%d0%be%d1%82%d0%bd%d0%be%d1%88%d0%b5%d0%bd%d0%b8%d1%8f/>

С. І. Доценко
В. С. Харченко
О. І. Морозова
Є. М. Будніченко
Є. В. Брежнєв
В. І. Мойсеєнко
Г. В. Фесенко
В. І. Дужий
О. О. Ілляшенко
Д. І. Нор
І. Ю. Зайцева
Т. В. Кунуп
А. Русинські
С. О. Доценко

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КІБЕРНЕТИЧНІ СИСТЕМИ: ЕВОЛЮЦІЯ ПРИНЦИПІВ, ТЕОРІЙ ТА БЕЗПЕКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Монографія
(українською мовою)

Редактори С. І. Доценко, В. С. Харченко

Комп'ютерна верстка
С. І. Доценко, О. І. Морозова

Зв. план, 2023

Підписаний до друку 13.03.2023 Формат 60x84 1/16.
Папір офс. №2. Офс. друк. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. арк. 18,14. Обл.-вид. арк. 19,е5.
Наклад 100 прим. Замовлення № 13032023

Надруковано в ТОВ . “Видавництво “Юстон”
010334, м. Київ, вул. В. Липинського 2/16 (метро Золоті Ворота)
тел.: 044-360 2266
моб.: 063-077 2999, моб.: 067-500 5545, моб.: 094-924 92 66
www.yuston.com.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4973 від 09.09.2015 р.