Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

**О. В. Бісікало**

# ФОРМАЛЬНІ МЕТОДИ ОБРАЗНОГО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ПРИРОДНО-МОВНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**Монографія**

Вінниця
ВНТУ
2013

УДК 004.93:159.95
ББК 32.97
Б65

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 7 від 6 березня 2013 р.)

Рецензенти:

**В. А. Широков,** доктор технічних наук, професор
**А. М. Пєтух,** доктор технічних наук, професор

**Бісікало, О. В.**

Б65 Формальні методи образного аналізу та синтезу природномовних конструкцій : монографія / О. В. Бісікало. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 316 с.

ISBN 978-966-641-528-1

В монографії розглянуто теоретичні основи образного аналізу текстової інформації у відповідності до ідеї формалізації поняття образного сенсу через визначення його властивості та параметра. Запропоновано методи синтезу структурно-функціональних моделей системи образної обробки природномовного контенту. У межах функцій єдиної онтогенетичної системи з властивістю до самовдосконалення бази загальних знань образного сенсу отримано корисні моделі на рівні алгебраїчних операцій з мовними образами. Розроблено інформаційну технологію образного аналізу та синтезу природно-мовних конструкцій, що дозволило отримати нові розв'язки семантико-залежних задач.

**УДК 004.93:159.95**
**ББК 32.97**

**ISBN 978-966-641-528-1**

© О. Бісікало, 2013

**ЗМІСТ**

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ ..... 6

ПЕРЕДМОВА ..... 8

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ПРИРОДНО-МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПІДХОДУ ..... 11

1.1 Аналіз існуючих методів моделювання процесів обробки природно-мовної інформації та побудови баз знань ..... 11

1.2 Мультидисциплінарні основи моделювання когнітивної сфери людини ..... 19

1.3 Нейропсихологічні основи структурно-функціонального підходу ..... 26

1.4 Аналіз лінгвістичних основ моделювання мовленнєвої діяльності ..... 33

*1.4.1 Загальнолінгвістичне представлення процесів мовлення ..... 33*

*1.4.2 Формування мовних висловлювань ..... 41*

*1.4.3 Розуміння мовних висловлювань ..... 48*

1.5 Вибір напряму, мети та постановка завдань дослідження ..... 57

РОЗДІЛ 2 ОСНОВИ ТЕОРІЇ ОБРАЗНОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПОНЯТТЯ ІНФОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ..... 64

2.1 Концептуальні поняття інфологічної системи та онтогенетичного принципу її побудови ..... 64

2.2 Концепція визначення образного сенсу природно-мовних конструкцій ..... 72

2.3 Формалізація комутативної напівгрупи образних конструкцій на основі прикладної теорії першого порядку ..... 80

2.4 Метод побудови нечіткого відношення образного сенсу ..... 89

2.5 Дослідження простору образного сенсу з нечіткою мірою ..... 95

2.6 Підхід до формалізації механізму функціонування інфологічної системи ..... 102

2.7 Структурно-функціональна модель образної обробки природно-мовного контенту ..... 107

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОБРАЗНОЇ ОБРОБКИ ПРИРОДНО-МОВНОГО КОНТЕНТУ ..... 120
3.1 Формалізація асоціативної мережі образів за допомогою графів ..... 120
3.2 Інтерпретація простору образного сенсу на основі булеану ..... 129
3.3 Поняття «піраміди сенсу» ..... 134
3.4 Булева алгебра сенсу та формалізація концептів теорії ..... 138
3.5 Операції, предикати та відношення БАС ..... 141
3.6 Організація бази знань інфологічної системи ..... 146
РОЗДІЛ 4 СИНТЕЗ ФУНКЦІЙ ОБРАЗНОГО ПОШУКУ ТА ГЕНЕРАЦІЇ ЗНАНЬ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ПРИРОДНО-МОВНОГО КОНТЕНТУ ..... 157
4.1 Функціональна модель системи обробки природно-мовного контенту на основі класифікації можливих типів образного пошуку ..... 157
4.2 Розробка алгоритмів асоціативного та інсайтного пошуку ..... 162
4.3 Алгоритм визначення ланцюга образів у зваженому графі ..... 170
4.4 Алгоритм пошуку найвагомішого шляху в орієнтованому графі ..... 179
4.5 Метод моделювання механізму оперативної пам'яті СОПМК .... 182
*4.5.1 Визначення основних понять та загальних принципів моделювання ..... 184*
*4.5.2 Формалізація образного механізму оперативної пам'яті СОПМК ..... 187*
*4.5.3 Алгебраїчна модель орієнтувального рефлексу ..... 190*
4.6 Метод самовдосконалення бази знань системи на основі моделювання складових парадигматичного устрою мови ..... 196
РОЗДІЛ 5 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВ'ЯЗАННЯ СЕМАНТИКО-ЗАЛЕЖНИХ ЗАДАЧ ..... 204
5.1 Побудова інформаційної технології на основі СОПМК ..... 204
5.2 Формалізація результатів пізнавальної діяльності ..... 212
5.3 Конструювання образу розв'язування проблемної ситуації ..... 218

5.4 Генерація повідомлень щодо стану та потреб системи..... 223
5.5 Побудова відповіді на питання в процесі діалогу ..... 229
5.6 Програмна реалізація інформаційної технології ..... 232
5.7 Аналіз результатів впровадження інформаційної технології..... 242
ПІСЛЯМОВА..... 255
ЛІТЕРАТУРА ..... 259
Додаток А Приклади застосування формальної теорії Th для російськомовних речень..... 284
Додаток Б Наскрізний тестовий приклад даних з тематики «WEB-технології: стандарти Semantic WEB» ..... 287
Додаток В Підтримка базових функцій пошуку та генерації знань СОПМК: тексти програм і результати тестування ..... 297
Додаток Д Діючий прототип інформаційної технології: результати тестування ..... 309

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

АВМ – асоціативно-вербальна мережа

АМО – асоціативна мережа образів

АО – ансамбль образів

БАС – булева алгебра сенсу

ВЕ – вектор емоцій

ЕК – електронний контент

ІС – інфологічна система

КМО – конструкція мовних образів

МО – мовний образ

ОК – образна конструкція

ПМК – природно-мовна конструкція

ППЗ – програмно-педагогічний засіб

СОПМК – система обробки природно-мовного контенту

*Концепти мовних образів:*

*I (Image)* – образ

*N (Notion)* – поняття

*O (Object)* – об’єкт

*M (Method)* – метод

*Q* – якість

*ON* – поняття об’єкта

*QN* – поняття якості

*MN* – поняття метода

*OQ (Object-Quality)* – якість об’єкта

*MQ (Method-Quality)* – якість методу

*H* – власне обставина (відповідь на питання як?)

*T* – обставина часу (відповідь на питання коли?)

*L* – обставина місця (відповідь на питання де?)

*Focus* – мовний образ у фокусі уваги

*Типи асоціативних зв’язків:*

$P_x$ – асоціативний зв’язок синтагматичного або невідомого походження

$P_в$ – внутрішньообразна асоціація

$P_ч$ – асоціація типу окреме–загальне (гіпо–гіперонімія)

$P_ц$ – асоціація типу частина–ціле (меронімія)

$P_с$ – синонімічна асоціація

$P_о$ – омонімічна асоціація (окремий випадок паронімії)

$P_а$ – антонімічна асоціація

$P_р$ – асоціація за типом «у риму»

*Операції формальної теорії:*

$\oplus$ – операція об’єднання образних конструкцій «PLUS ОК».

$\backslash$ – зв’язок типу «головний–підлеглий» в асоціативній парі МО.

$\times$ – зв’язок типу «підмет–присудок» в асоціативній парі МО.

*Інші формальні операції:*

$\cup$ – об’єднання множин.

$\cap$ – перетин множин.

$\neg$ – доповнення множини.

$\vee$ – логічна диз’юнкція.

$\wedge$ – логічна кон’юнкція.

# ПЕРЕДМОВА

Безпрецедентний розвиток новітніх інформаційних технологій та розбудова всесвітньої мережі Інтернет привели до появи загального інформаційного простору планетарного масштабу, що має ознаки абсолютно нового соціально-технічного утворення. Вражаючі можливості прозорого обігу інформації не тільки розмивають кордони між державами й скорочують відстань між людьми, але й відкривають шляхи до переходу людства у суспільство знань. Окреслюються нові перспективні підходи до підтримки вільного спілкування, швидкого доступу до інформації та неперервного навчання людини упродовж всього її життя. Щойно усталене поняття електронного контенту набуває помітного соціального й економічного значення.

Вибух технологічних досягнень на перетині тисячоліть став можливим завдяки основоположним фундаментальним працям Н. Вінера, К. Шеннона, Ф. де Соссюра, Б. де Куртене, А. Тьюринга, Д. Маккарті, А. М. Колмогорова, В. М. Глушкова, Д. А. Поспєлова, Т. А. Гаврилової, Т. Бернерс-Лі тощо. Проте можливості сучасних технологічних засобів оброблення контенту не відповідають вимогам міжнародних стандартів до його семантичних властивостей. Всупереч очікуванням Інтернет-спільноти, які постійно зростають, проблемним залишається розв’язання класу семантико-залежних задач обробки природномовної інформації, що потребують залучення експертних знань для оцінки отриманих розв’язків. Моделі та методи найбільш відомих підходів – лінгвістичного, статистичного та логічного – відчутно програють інтелектуальним можливостям людини-експерта, що виразно відображається в семантико-залежних задачах пошуку, перекладу, анотування тощо. Використання надвеликих обчислювальних ресурсів для вилучення знань з неструктурованих масивів інформації не може забезпечити самовдосконалення загальної бази знань.

Значний вклад у розвиток моделей та методів автоматизованого управління інформаційними системами, аналізу природної мови та когнітивних процесів людини внесли вітчизняні дослідники О. В. Палагін, В. А. Широков, М. І. Шлезінгер, А. В. Анісімов, Ю. П. Шабанов-Кушнаренко, С. Л. Кривий, М. Ф. Бондаренко, Ю. Р. Валькман, Н. В. Шаронова, В. П. Широчин та ін. Проте відчутна парадоксальність проблеми розв’язання семантико-залежних задач вимагає засто-

сування нових підходів і методів. Значна частина моделей лінгвістичної та когнітивної семантики будується на основі знань кваліфікованих експертів, але існуючі формальні засоби не досягають того рівня розуміння тексту, що демонструє звичайна дитина, яка ще не навчилася цей текст читати.

Недостатньо враховується в сучасних підходах до семантичного аналізу текстової інформації природний шлях отримання людиною більшості знань про навколишній світ за рахунок феноменів образного мислення. Відомі інтроспективні спроби логічного узагальнення інформаційних ознак психічних процесів людини, як правило, не відзначаються належним науковим обґрунтуванням. Теоретичного та експериментального дослідження потребує підтверджена результатами наук когнітивного напряму гіпотеза про витоки прагматичних і семантичних аспектів сенсу з понять образу, асоціації, потреб і емоцій [31]. Проте відсутність чіткої та зрозумілої картини процесів, що відбуваються у головному мозку людини, змушує дослідників користуватися моделями непрямої аналогії, які забезпечують лише окремі результати для окремих задач, які прийнято відносити до інтелектуальної діяльності.

Структурно-функціональний підхід до образного аналізу та синтезу природно-мовних конструкцій, що пропонується, також є спробою отримати нову модель непрямої аналогії для розв'язання широкого кола семантико-залежних задач обробки природно-мовного контенту. Саме така мета дослідження змусила автора зайвий раз прискіпливо проаналізувати відповідні результати наук когнітивного блоку – філософії, фізіології вищої нервової діяльності, психології, нейропсихології та лінгвістики. Насамперед для того, щоб отримані формальні конструкції не суперечили загальновизнаним на міждисциплінарному рівні положенням щодо образних підвалин розуміння сенсу природномовної інформації людиною.

Монографія, матеріал якої базується на роботах [1–75], складається з п'яти розділів. У першому з них окрім вже згаданого аналізу мультидисциплінарних основ моделювання когнітивної сфери людини для обґрунтування структурно-функціонального підходу проведено аналіз відомих методів моделювання процесів обробки природномовної інформації. Визначені проблема, мета і задачі дослідження, а також його провідна ідея – отримати розв'язки актуальних семантико-

залежних задач у вигляді комплексу функцій інформаційної системи обробки природно-мовного контенту.

У другому розділі розглянуто формалізацію образного аналізу текстової інформації на основі понять інфологічної системи та онтогенетичного принципу, змістовного поєднання образних та природномовних концептів. За допомогою формальної теорії визначено поняття образної конструкції, отримано її кількісні оцінки на основі нечіткої міри та одиниці образного сенсу з урахуванням понять ентропії та кількості інформації. Обґрунтовано методологію синтезу структурно-функціональних моделей інфологічної системи шляхом кібернетичної інтерпретації процесів інтелектуальної діяльності людини.

У третьому та четвертому розділах у розвиток запропонованого підходу розроблено методи моделювання процесів образної обробки природно-мовного контенту та синтезовано базові функції відповідної інформаційної системи, що забезпечують розв’язання семантико-залежних задач на основі образного пошуку та самовдосконалення бази знань. З цією метою застосовано математичний апарат теорій множин, графів, алгебраїчних систем і алгоритмів.

У п’ятому розділі розглянуто практичну реалізацію отриманої інформаційної технології та розв’язання актуальних семантико-залежних задач, визначених вимогами до інфологічної системи. За допомогою розробленого програмного забезпечення проведено експериментальні дослідження, що демонструють переваги отриманих та впроваджених розв’язків у порівнянні з існуючими аналогами.

Автор буде дуже вдячний за відгуки на цю книгу, які можна надсилати за адресою: кафедра АІВТ, ВНТУ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, 21021 або на E-mail: obisikalo@gmail.com.

# РОЗДІЛ 1
# АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ПРИРОДНО-МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПІДХОДУ

На основі аналізу відомих методів моделювання процесів обробки природно-мовної інформації та загальновизнаних результатів наук когнітивного напряму визначаються проблема, мета і задачі дослідження. Обґрунтовуються характерні особливості структурно-функціонального підходу, що пропонується, та провідна ідея дослідження – отримати розв’язки актуальних семантико-залежних задач у вигляді комплексу функцій інформаційної системи обробки природно-мовного контенту (СОПМК).

## 1.1 Аналіз існуючих методів моделювання процесів обробки природно-мовної інформації та побудови баз знань

Актуальним завданням більшості задач штучного інтелекту та інтелектуальних інформаційних технологій є визначення семантичних характеристик процесів, що моделюються. Проте, не дивлячись на значні зусилля дослідників, семантичний аналіз як природно-мовних конструкцій (ПМК), так і інших продуктів інтелектуальної діяльності людини лишається найбільш проблемним і до цього часу. Корінь цієї надзвичайно складної проблеми насамперед пов’язаний з важкою формалізованістю предметної області внаслідок відсутності науково обґрунтованого спільного погляду на семантику в науках, які відносять до когнітивного напряму досліджень [31].

Дослідження в галузі оброблення ПМК проводяться вітчизняними науковцями Українського мовно-інформаційного фонду НАН України [76], Інституту кібернетики та Інституту проблем математичних машин і систем, Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій і систем, Національного університету ім. Т. Шевченка, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», Національного університету «Львівська політехніка», Харківського національного університету радіоелектроніки, Донецького інституту проблем штучного інтелекту тощо.

Серед провідних закордонних наукових закладів, що приділяють велику увагу проблемі розпізнавання природної мови, можна виділити й такі відомі, як Інститут проблем інформатики РАН, РосНДІ штучного інтелекту, Санкт-Петербурзький державний політехнічний університет, Ульяновський державний технічний університет, Massachusetts Institute of Technologies, Carnegie Mellon University, Stanford University, Princeton University, компанії IBM, Xerox, Sun, Microsoft, Google та багато інших.

Проблема розуміння сенсу природної мови тісно пов'язана з когнітивним напрямом штучного інтелекту та моделюванням пізнавальної діяльності людини. Побудова експертних систем, у тому числі інтелектуальних електронних підручників, базується на використанні уніфікованих структур бази знань у вигляді семантичних мереж, фреймів, онтологій, матриць семантичних ознак, реляційних моделей тощо. Використання сучасних баз знань все ще обмежено вузькими предметними областями, оскільки ускладнюється питаннями «вилучення знань» з експерта і відсутністю в системі загальних представлень «здорового глузду» [77]. В той же час мовленнєва діяльність людини природним чином забезпечує навчання та отримання нових знань на основі вербальної інформації у вигляді тексту [78].

Сучасний електронний контент, семантика якого лежить у площині проблеми дослідження, на даний час, безумовно, став мультимедійним. До складу контенту входять не тільки текст і окремі ПМК, але й, згідно зі стандартами W3C, графічні, аудіо-, відео- та анімаційні об'єкти різних типів (форматів). ПМК потрібно вважати провідною складовою контенту хоча б тому, що в метадані всіх об'єктів записуються слова, словосполучення або речення. Отже, інтегральним поняттям для аналізу семантики залишається образ – мовний, графічний, музичний, анімаційний тощо.

Починаючи з моменту свого зародження у штучному інтелекті історично склалися два підходи до моделювання інтелектуальних процесів людини. Так, на основі досягнень фізіології і генетики виник так званий висхідний або м'який напрям (нейронні мережі, методи розпізнавання образів і генетичні алгоритми) [79]. Дослідники низхідного або жорсткого напряму в штучному інтелекті запропонували математичну інтерпретацію усвідомлених процесів абстрактного мислення (алгебра логіки та нечітка логіка, продукційні моделі, семантичні ме-

режі, фрейми, онтології, об’єктно-орієнтоване програмування, формальні граматики у лінгвістиці, евристичні моделі тощо) [80]. Дещо осторонь, як на наш погляд, розташовані в другому напрямі інфологічне моделювання та нормування відношень у базах даних, а також *Data mining* – пошук семантичної інформації у великих масивах даних. Окрім цього, порівняно молодим і ще до кінця несформованим напрямом досліджень можна вважати моделювання образного мислення людини [81].

Розглянемо існуючі підходи до моделювання семантики в окреслених вище напрямах та формальних методах. Якщо генетичні алгоритми частіше використовуються для розв’язання оптимізаційних задач, то розпізнавання образів за допомогою штучних нейронних систем найбільш тісно пов’язане з первинним семантичним аналізом навколишньої інформації. З математичної точки зору коло задач розпізнавання образів перетинається з задачами кластеризації, статистичної ідентифікації, побудови аксонометрій, факторним аналізом тощо [82]. У нейронних мережах традиційно моделюються принципи асоціативного сприйняття інформації людиною, проте, як правило, поняття «образ» застосовується у вузькому обмеженому сенсі, наприклад, візуальних об’єктів. Такий підхід не дозволяє поєднати основи низхідного та висхідного напрямів штучного інтелекту з точки зору когнітивної семантики.

Предметна область більшості розробок в галузі інженерії знань, як вже було зазначено раніше, має безпосереднє відношення до парадигматичної будови мови. До цього напряму досліджень належать логічні та евристичні моделі представлення знань [81]. У групу логічних моделей включають числення предикатів, псевдофізичні та багатомодальні логіки, реляційні моделі, а евристичними вважаються мережеві, фреймові і сценарні моделі. До останньої групи відносять також такі популярні останнім часом напрями, як онтології та об’єктно-орієнтоване програмування (ООП) [80,83].

Терміном «семантична мережа», що має безпосереднє відношення до предмету дослідження, позначається множина представлень, побудованих, як правило, на графах. Такі представлення відрізняються, головним чином, іменами вузлів, зв’язків та висновками, які можна робити в таких структурах [84]. З самого початку семантичні мережі моделювали поняття, в основному, абстрактного характеру та відношен-

ня між ними. Цей формалізм є візуально виразним і дозволяє представити будь-який вид знань, проте збільшення типів відношень викликає необхідність програмування зростаючої у геометричній прогресії кількості фактів та правил. Тому в сучасних розробках мереж намагаються досягти стандартизації відношень шляхом вибору мінімального набору семантичних примітивів.

Сценарії [85] та фрейми [86] являють собою оригінальні евристичні моделі, що мають явні витоки з результатів когнітивної семантики. Обравши за основу психологічні дослідження процесів мислення та пам'яті людини, означені моделі дають непогані результати розуміння семантики у вузьких предметних областях, проте поняття сенсу в них має чітко виражений функціональний характер. Варто відмітити, що для всіх трьох розглянутих напрямів евристичного моделювання на сьогоднішній день немає прикладів успішного застосування у випадках розуміння довільного тексту природної мови.

Одним з найбільш відомих результатів мінімізації семантичної мережі можна вважати парадигму об'єктно-орієнтованого програмування (ООП), що передбачає використання таких концептів, як об'єкт, метод та якість. Дуже важливе практичне значення з точки зору автоматизації та візуалізації програмування має використання трьох головних принципів ООП: наслідування, інкапсуляції та поліморфізму [87]. Ці принципи можна вважати такими, що відображають особливості парадигматичного мислення людини. Але важливу також роль грає абстрактне поняття, що узагальнює інші концепти, а якість властива як для об'єктів, так і для методів. Об'єднавчим концептом для поняття, об'єкта, методу та якості (об'єкта і методу) можна вважати образ.

Виявлення семантики у великих масивах інформації від самого початку супроводжує розвиток популярних в програмних технологіях реляційних моделей даних. З цією метою в практику створення та експлуатації СУБД разом з реляційною алгеброю та реляційним численням було впроваджено теорію нормалізації відношень, що застосовується на етапі інфологічного моделювання предметної області бази даних [88]. Проте в цьому випадку знаходять формальне представлення лише знання щодо структури сутностей предметної області та відношень між ними [89]. Зрештою всі інші семантичні властивості, у

т. ч. статистичні характеристики наявних зв'язків потребують додаткового моделювання засобами реляційної алгебри [90, 91].

Проблема розуміння природних мов як одна з ключових проблем штучного інтелекту завжди була рушійною силою досліджень в області представлення знань [92, 93, 94]. На відміну від формалізації синтаксису та морфології природно-мовних конструкцій, моделювання семантики у комп'ютерній лінгвістиці має значно скромніші досягнення. Ця ситуація є наслідком того, що основними моделями цього напряму досліджень є ті ж самі семантичні мережі у найбільш складному своєму варіанті [95], оскільки природна мова вільна від будь-яких обмежень, що можуть накладатися на штучні системи на зразок [96]. Окрім цього, існуючі системи орієнтуються на статистичний аналіз ключових слів тексту, а не асоціативних зв'язків між ними.

Розв'язання проблеми явно потребує нових підходів, що моделюють природний процес поступового накопичення знань про навколишній світ [97, 98]. На відміну від традиційних лінгвістичних методів сучасні інформаційні технології, які підтримуються такими велетнями комп'ютерної індустрії як Google, започаткували розвиток альтернативного статистичного підходу до аналізу ПМК [99]. Отримані результати розв'язку задач комп'ютерної лінгвістики, наприклад, у перекладі наближаються до існуючих досягнень, проте, ще далекі до рівня людини-експерта [77].

Принципово суб'єктивний характер будь-якого мовного висловлювання спирається на семантичні засоби лексики, що відображається у його змісті (значенні). З іншого боку, висловлювання завжди спрямоване на досягнення певної внутрішньої мети (мотиву, потреби) суб'єкта, тобто має прагматичну характеристику у вигляді сенсу цього акту мовлення. І хоча семантика та прагматика мовного висловлювання тісно пов'язані між собою, історична традиція математичної лінгвістики віддає безумовну перевагу першій складовій [100, 101]. Чи не вперше поняття змісту з'явилося в роботах Московської семантичної школи, де закладено витоки моделі «Зміст–текст». Під змістом висловлювання розумілося послідовне накопичування лінгвістичних відношень для ланцюга морфологія–синтаксис–семантика в умовах інтегрального опису словарної та граматичної компонент мови [102, 103]. Проте формальне визначення змісту і на сьогодні значно поступається природному практично в усіх семантико-залежних задачах

комп'ютерної лінгвістики. Це яскраво ілюструється парадоксом розуміння «смысла речи» неосвіченими людьми, які зовсім не тямлять у лінгвістиці, але чудово орієнтуються в бажаннях співрозмовника.

Розглянемо термінологію лінгвістичної семантики згідно з [104]. Основними поняттями, що характеризують предмет цієї дисципліни є зміст (*содержание*), значення (*значение*) та смисл/сенс (*смысл*). Оскільки предмет дослідження охоплює як семантику, так і прагматику природно-мовних виразів, то будемо притримуватися в роботі терміну сенс для перекладу російського *смысл*. Окрім цього, покажемо відмінності понять смисл та сенс.

Для предметної області «СЛОВО» [109] поняття смислу пов'язано з екстенсіоналом слова – множиною вказівників на ті сутності, які позначаються цим словом та асоціаціями і конотаціями – асоційованими у свідомості того, хто застосовує слово представленнями як фактичного, так оцінювального характеру. В асоціативному розумінні смисл отримує всю гаму визначень, що характеризують відчуття та емоції суб'єкта, викликані усвідомленням асоціативно пов'язаної з словом інформації [104].

На відміну від смислу поняття значення закріплює за певною одиницею мови відносно стабільний у часі стійкий зміст, інваріантний для всіх носіїв мови. Отже, значення *X*-а – це інформація, пов'язана з *X*-ом конвенційно, згідно з загальноприйнятими правилами використання *X*-а як засобу передачі інформації. В той же час смисл *X*-а для *Y-а* – це інформація, пов'язана з *X*-ом у свідомості *Y-а* в період часу *T*, коли *Y* застосовує або сприймає *X* як засіб передачі інформації [104]. Виходячи з цього та задач дослідження будемо вважати, що сенс *X*-а для *Y-а* – це інформація, пов'язана з *X*-ом у когнітивній сфері *Y-а* (не тільки у свідомості, але й на рівні рефлексів та підсвідомості) в період часу *T*, коли *Y* застосовує або сприймає *X* як засіб передачі інформації.

Прийняті визначення через екстралінгвістичні знання розширюють кордони предмета дослідження з «чистої» лінгвістики до близьких наук когнітивного напряму – філософії, психології, фізіології, педагогіки та прагматики. Такий підхід добре ілюструється цитатою з [104]: «…численні напрямки сучасної семантики можна звести до двох концепцій, що протистоять одна одній, існування яких об'єктивно обумовлене двоїстістю подвійністю) предмета семантики. Ці дві концепції семантики можна умовно назвати вузькою і широ-

кою. Вузька концепція семантики робить своїм предметом значення одиниць мови і побудованих із них мовних виразів. В широкій концепції семантики її предметом, крім того, є і сенс мовних виразів в конкретних умовах їхнього вживання.».

Проблема дослідження також тісно пов'язана з теорією інформації та спорідненими з нею теоріями ймовірностей і нечітких множин. Цінність інформації за Харкевичем пропорційна збільшенню імовірності досягнення системою мети [105], проте цей показник відображає, насамперед, прагматичну сторону повідомлення і лише опосередковано враховує семантичну. Функція належності в нечіткій логіці акумулює суб'єктивне бачення експерта відносно належності певного елемента до деякого класу елементів [106, 107], але будується на описовому принципі і не супроводжується конструктивним алгоритмом свого визначення поза участю експертів. Окрім цього, відомі нечіткі міри [108] характеризують саме ступінь належності, можливості, достатності, необхідності тощо, але при цьому лише опосередковано відображають той зростаючий обсяг знань, який накопичується у людини і, зрештою, дає підстави зробити той чи інший логічний висновок. З іншого боку, існуючі технології побудови словників на основі лексикографічної системи вводять поняття псевдотопології, за рахунок якого встановлюється ступінь близькості слів та/або лексем, а також обґрунтовують необхідність побудови специфічної формальної метамови для опису лексико-семантичних відношень природно-мовних конструкцій [109].

Формальною структурою для оцінки змісту речення на природній мові може служити штучна нейронна мережа, при цьому нейрон застосовується як математична основа кванта змісту, що масштабується для символу, частини слова, слова, словосполучення, речення, абзацу, всього тексту [110, 111]. Такий підхід передбачає, що зміст тексту або іншого мовного поняття закладено у предикат, що приймає значення «істина» чи «хибність», проте окрім верифікації повідомлень залишаються відкритими питання синтезу, наприклад, генерація адекватного відгуку системи на зовнішні впливи.

В роботі [112] запропоновано використати для вивчення природної мови таку комп'ютерну модель «дитини», в яку не закладено лінгвістичні знання. Опосередковано ця ідея використовується і в статистичному підході до аналізу ПМК [99], хоча варто зазначити, що схожі думки висловлювалися А. Тьюрингом ще на початку становлення

штучного інтелекту як наукового напряму [226]. Опубліковані підходи до теоретико-модельної формалізації процесів мислення та рефлексії, де враховуються поняття свідомості, представлення, образу, онтології, але лишається поза розглядом онтогенез психічних функцій людини [113]. В літературі висуваються ідеї моделювати комп'ютерну особистість шляхом використання спеціальних математичних методів для генерації нових знань та реалізації цілеспрямованої поведінки [114, 115]. Проте багато авторів відзначають, що існуючі підходи до моделювання операцій образного мислення мають поки що скоріше концептуальний, ніж практичний характер [116].

Не можна не відмітити, що навіть за наявного теоретично недостатнього рівня формалізації процесів семантичного аналізу вже існують приклади масштабних та амбітних технологічних проектів. Актуальність цього напряму досліджень підтверджують не тільки академічні розробки [117], але й фінансово та ресурсно вражаючі зусилля лідерів комп'ютерної індустрії IBM, ABBYY, GOOGLE [118, 119, 120].

Отже, загальний аналіз існуючих підходів до моделювання процесів обробки природно-мовної інформації та побудови баз знань дозволяє зробити такі висновки:

1. Не дивлячись на надзвичайну актуальність семантичного аналізу, в технологіях обробки тексту відсутні концептуальні підходи та відповідні теорії, за головну мету яких покладено визначення сенсу як прагматичної першооснови змісту.
2. Відсутнє поняття одиниці сенсу, не розроблено критерії для кількісної оцінки сенсу в ПМК та інших продуктах когнітивної діяльності людини.
3. Моделювання образного мислення на відміну від логічних та евристичних моделей має поки що, переважно, концептуальний характер і не доведено до практичної реалізації у комп'ютерній лінгвістиці.
4. Ідею Тьюринга про онтогенетичний характер моделювання продуктів інтелектуальної діяльності практично не розвинуто у низхідному (жорсткому) напряму штучного інтелекту.
5. Відомі формальні методи не забезпечують прийнятного рівня розв'язку широкого кола актуальних семантико-залежних задач, а тому потребують розробки нові комплексні підходи та методи, що враховують недоліки існуючих.

## 1.2 Мультидисциплінарні основи моделювання когнітивної сфери людини

Дослідження когнітивної сфери людини мають глибокі історичні корені та пов'язані з видатними діячами науки. Ще давньогрецький вчений Платон, зацікавлений феноменологічним характером процесів мислення, розглядав асоціацію як основу людської пам'яті і поведінки. Його співвітчизника Аристотеля вважають автором найпершої класифікації асоціацій за схожістю (червоне – пурпурне або кішка – тигр), за часовою послідовністю (день – ніч) та за контрастом (велике – маленьке або холодне – гаряче), яка стала основою для наступних численних класифікацій і типологій [121].

Протягом віків окремими філософськими системами у поняття асоціації вкладався різний зміст. Це поняття по-різному трактували та вивчали відомі дослідники. Так, Р. Декарт використовував асоціацію для розуміння процесів оволодіння власними пристрастями, а Б. Спіноза пояснював асоціаціями певні особливості «руху думок». Т. Гоббс, у свою чергу, створив першу систему механістичної психології, де елементи свідомості (відчуття та представлення) взаємодіють на основі механістичних за своєю суттю зв'язків за суміжністю відчуттів у просторі та часі [122].

Власне сам термін «асоціація» було введено в науковий світ в XVII сторіччі Дж. Локком з метою пояснення причин виникнення забобонів та «помилкових ідей». Якщо Дж. Берклі пояснював за допомогою асоціацій сприйняття простору, то у Д. Юма асоціація стає наріжним каменем всієї пізнавальної сфери психіки. Юм також розрізняв три типи переходів від однієї ідеї до іншої – подібність, суміжність у просторі (шия – голова) та часі, причинно-наслідковий зв'язок.

XVIII та перша половина XIX століть вважаються періодом класичного асоціанізму, який супроводжувався низкою гучних імен Д. Гартлі, Д. Прістлі, Джеймса Мілля і Т. Брауна. З другої половини XIX сторіччя предмет дослідження цікавив Джона Стюарта Мілля, А. Бена, Г. Спенсера, Г. Еббінгауза, представників англійської школи В. Вундта, Т. Цігена, Г. Мюллера [123, 124]. Протягом перших десятиліть XX сторіччя гостра криза асоціанізму привела до його остаточного зникнення як цілісного напряму психології та асиміляції його ідей в різних галузях психологічної теорії та практики. Важкий час

кризи сприяв появі нових гучних імен і напрямів в психології – Зиґмунда Фрейда, Карла Г. Юнга, Альфреда Адлера (психоаналіз), німецької школи гештальтпсихології, американської школи біхевіоризму, Ж. Піаже та Л. С. Виготського, російської школи фізіології І. П. Павлова та багатьох інших [122, 125–128].

Сучасний період розвитку вільного асоціативного експерименту пов'язаний з виникненням психолінгвістики та зміщенням фокуса досліджень на проблеми мовленнєвої діяльності людини і формування її мовної здатності. Визначення асоціативного значення слова ввів у сучасну наукову парадигму Дж. Діз [129], а Ч. Осгуд застосовував метод шкал для вимірювання смислових полів і показав, що афективне значення слова представляє собою координати в багатовимірному просторі [130]. За образним виразом Х. Хермана, «значення не є асоціація, але знання асоціації» [131]. Радянська школа психолінгвістики була створена зусиллями вітчизняних дослідників А. А. Залевської, І. Г. Овчиннікової, Н. О. Золотової, Ю. М. Караулова [132–136].

До наук когнітивного спрямування належить філософія. Практично всі філософи погоджуються з тим, що психічне – якісно своєрідна форма буття [137–142]. Життєздатність суб'єкта забезпечується властивостями живої системи використовувати носіїв інформації, що входять до складу суб'єкта, про стани зовнішнього і внутрішнього середовища при регуляції поведінки. Тоді психіку можна вважати саме такою властивістю суб'єкта. Аналогічної точки зору дотримувався російський математик О. Ляпунов, який стверджував, що життя – це стійкий стан речовини, який використовує для вироблення реакцій самозбереження інформацію, що кодується складом елементів цієї речовини [140].

Відомо, що людина відрізняється від тварин наявністю мови як системи кодів, що позначають предмети і такі відносини, за допомогою яких предмети вводяться у певні системи і категорії. Ця система кодів веде до формування абстрактного логічного мислення і формування «категоріальної» свідомості [137]. Здатність людини переходити за межі наочного, безпосереднього досвіду до відвернутого, раціонального досвіду є фундаментальною особливістю її свідомості. Інтроспективно або самоспостереженням суб'єкт принципово може визначити такі психологічні феномени, як: відчуття, сприйняття образу,

## ЛІТЕРАТУРА


1. Бисикало О. В. Игровой тренажер «Эффект» / О. В. Бисикало, А. Н. Мудрый, М. Л. Литвинов // Проблемы создания и применения автоматизированных обучающих комплексов в курсах высшей и прикладной математики : тез. докл. на межвуз. научно-метод. конф. – Винница : ВПИ, 1989. – С. 20.
2. Адаптивная информационно-обучающая система / О. В. Бисикало, А. С. Васюра, В. М. Дубовой, Ю. А. Пасихов // Приборостроение–93 и новые информационные технологии : тез. докл. на научно-техн. конф. с международным участием. – Николаев : НКИ, 1993. – С. 60.
3. Волков О. А. Підхід до створення інформаційно-аналітичної системи міністерства аграрної політики України / Олександр Андрійович Волков, Олег Володимирович Бісікало // Зб. наук. праць Вінницького державного аграрного університету (Серія «Технічні науки»). – 2004. – № 17. – С. 234–239.
4. Методичні рекомендації щодо створення електронних посібників: з досвіду роботи / В. В. Ільїн, М. З. Швиденко, М. М. Пастушенко, О. В. Бісікало. – К. : Наукметодцентр аграрної освіти Мінагрополітики України, 2004. – 35 с.
5. Ільїн В. В. Дидактичні та технологічні вимоги до програми-оболонки для підготовки та використання електронних навчальних посібників / Ільїн В. В., Теплюк В. М., Бісікало О. В. – К. : Аграрна освіта, 2004. – 20 с.
6. Бісікало О. В. Концепція проектування електронного навчального посібника / О. В. Бісікало // Наука і методика. – 2005. – № 3. – С. 73–78.
7. Підготовка змісту електронних посібників: методичний посібник для науково-педагогічних працівників та викладачів аграрних вищих навчальних закладів / В. В. Ільїн, М. З. Швиденко, М. М. Пастушенко, О. В. Бісікало. – К. : Наукметодцентр аграрної освіти, 2005. – 40 с.
8. Бісікало О. В. Дистанційний навчальний процес як об’єкт системного аналізу / О. В. Бісікало // Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія. – 2005. – № 2. – С. 78–83.

9. Бісікало О. В. Проектування процесів дистанційного навчання на основі формалізації пізнавальної діяльності людини / О. В. Бісікало // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2005. – № 3. – С. 274–280.

10. Бісікало О. В. Характеристика і формальна оцінка переваг дистанційної форми навчання / Олег Володимирович Бісікало, Ірина Іванівна Бурденюк // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2005. – № 2 (10). – С. 5–12.

11. Бісікало О. В. Можливості комп'ютерних комунікацій при дистанційній формі навчання на основі Internet-технологій / Олег Володимирович Бісікало, Ірина Іванівна Бурденюк // Зб. наук. праць Вінницького державного аграрного університету (Серія «Технічні науки»). – 2006. – № 24. – С. 147–157.

12. Bisikalo O. V. Principles of concept model developing of image thinking / O. V. Bisikalo // First International Conference «New Information Technologies in Education for All», Extended Conference Proceedings, (Kiev, 29-31 May 2006). – K. : Akademperiodika, 2006. – P. 25–34.

13. Бісікало О. В. Визначення результатів тестового контролю знань засобами нелінійних спискових структур / О. В. Бісікало // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2006. – № 2 (6). – С. 152–155.

14. Бісікало О. В. Принципи побудови бази знань експертної системи в галузі приладобудування / О. В. Бісікало // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – Черкаси, 2006. – СПЕЦВИПУСК-2006. – С. 12–14.

15. Бісікало О. В. Асоціативний пошук інформації в межах моделі образного мислення людини / О. В. Бісікало // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2007. – № 1 (8). – С. 248–252.

16. Bisikalo O. V. The Approach to Automation of Designing Knowledge Base in the Device-Making Industry / O. V. Bisikalo // Proc. of IEEE East-West Design & Test Workshop. EWDTW'06, (Sochi, 15–19 September 2006). – Sochi, Russia, 2006. – P. 440–442.

17. Бісікало О. В. Система «питання–відповідь» у межах моделі образного мислення / О. В. Бісікало // Матеріали XIII міжнар. конф. з автоматичного управління. Автоматика-2006, (Вінниця, 25–28 вересня 2006 р.). – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – С. 537–542.

18. Бісікало О. В. Дослідження простору асоціативних пар в контексті бази знань електронного підручника / О. В. Бісікало // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2006. – № 2 (28). – С. 109–113.

19. Бісікало О. В. Класифікація образного пошуку / О. В. Бісікало // Інтелектуальні системи в промисловості і освіті – 2007 : тези доповідей Першої міжнар. наук.-техн. конф. (Суми, 7–9 листопада 2007 р.). – Суми, 2007. – С. 14–15.

20. Бісікало О. В. Проектування електронного підручника на основі формалізації пізнавальної діяльності людини / О. В. Бісікало // Перспективні технології навчання та освітні простори : зб. наук. праць. – К. : МННЦ ІТіС, 2007. – Вип. 1. – С. 179–190.

21. Bisikalo O. Approach to the modeling of imaging mechanism of operative memory / O. Bisikalo // Second International Conference «New Information Technologies in Education for All», Conference Proc., (Kiev, 21–23 November 2007). – K. : Akademperiodika, 2007. – P. 336–344.

22. Бісікало О. В. Структура блоку пам’яті на основі моделі образного мислення людини / О. В. Бісікало // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 461–468.

23. Bisikalo O. V. The Determination of Results of Knowledge Test Control by Means of the Hierarchic Structures / Oleg Vladimirovich Bisikalo, Robert Gevorkovich Tadevosyan // Proc. of IEEE East-West Design & Test Symposium. EWDTS’07, (Yerevan, 7–10 September 2007). – Yerevan, Armenia, 2007 – P. 585–588.

24. Бісікало О. В. Конструювання образу-рішення для моделі інтелектуального управління / О. В. Бісікало // Системні технології: регіональний міжвуз. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 3(56). – Т. 2. – С. 123–128.

25. Bisikalo O. Knowledge base of teaching system construction supported by creative thinking model / O. Bisikalo // Third International Conference «New Information Technologies in Education for All: e-education», Proc., (Kiev, 1–3 October 2008). – Kiev: Akademperiodika, 2008. – P. 413–421.

26. Бісікало О. В. Методика побудови тезауруса навчальної системи на основі моделі образного мислення / О. В. Бісікало // Искусственный интеллект. – 2008. – № 4. – С. 730–735.

27. Bisikalo O. V. Model of image thinking based development of glossary / O. V. Bisikalo // Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы: материалы IX междунар. научн.-техн. конф. – Донецк : ИПИИ «Наука і освіта», 2008. – Т. 2. – С. 87–91.

28. Бісікало О. В. Реалізація модульно-рейтингової системи у вигляді додатку до бази даних / О. В. Бісікало // Наука і методика. – 2008. – № 14. – С. 42–49.

29. Бісікало О. В. Орієнтувальний рефлекс як задача моделювання образного механізму оперативної пам'яті людини / О. В. Бісікало // Бионика интеллекта. – 2008. – № 2 (69). – С. 89–94.

30. Бісікало О. В. Класифікація образного пошуку та моделювання інсайту / О. В. Бісікало // Вісник СумДУ (Серія «Технічні науки»). – 2008. – № 2. – С. 53–59.

31. Бісікало О. В. Концептуальні основи моделювання образного мислення людини / О. В. Бісікало. – Вінниця : ПП Балюк І.Б., ВДАУ, 2009. – 163 с.

32. Бісікало О. В. Побудова ланцюга образів у межах моделі асоціативного образного мислення [Електронний ресурс] / О. В. Бісікало // Наукові праці Вінницького національного технічного університету: електронне наукове фахове видання. – 2009. – № 2. – С. 1–8. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/VNTU/2009_2/2009-2.files/uk/09ovbapt_ua.pdf.

33. Бисикало О. В. Ассоциативный поиск для задач обучения на основе электронного тезауруса образов / О. В. Бисикало // Управляющие системы и машины. – 2009. – № 2. – С. 28–33. – ISSN 0130-5395.

34. Бісікало О. В. Інфологічний підхід до моделювання образного мислення людини [Електронний ресурс] / О. В. Бісікало // Вісник СумДУ (Серія «Технічні науки»). – 2009. – № 2. – С. 15–20. – Режим доступу: http://visnyk.sumdu.edu.ua/arhiv/2009/Tech_2_09/09bovoml.pdf.

35. Бісікало О. В. Формалізація образної пам'яті людини у вигляді графа / О. В. Бісікало // Бионика интеллекта. – 2009. – № 1 (70). – С. 127–131.

36. Бісікало О. В. Комплекс інфологічного моделювання образного мислення людини / О. В. Бісікало // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 2/2 (38). – С. 14–17.

37. Бісікало О. В. Представлення пізнавальної діяльності на основі інфологічної моделі образного мислення людини / О. В. Бісікало //

Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2009. – № 1 (17). – С. 90-97.

38. Бисикало О. В. Принципы построения тезауруса на основе модели образного мышления / О. В. Бисикало // Междунар. науч.-практ. конф. «Е-обучение в высшей школе – проблемы и перспективы» (INCEL–08). – Одесса, 2008. – 5 с.

39. Бісікало О. В. Представлення асоціативної мережі образів за допомогою графів / Олег Володимирович Бісікало, Роберт Геворкович Тадевосян // Вісник Національного ун-ту «Львівська політехніка»: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – 2009. – № 650. – С. 73–80.

40. Бісікало О. В. Моделювання складових парадигматичної будови мови / О. В. Бісікало // Искусственный интеллект. – 2009. – № 4. – С. 188–194.

41. Бисикало О. В. Субъективная единица смысла образных конструкций / О. В. Бисикало // Nauka: teoria i praktyka – 2009 : materialy V miedzynar. naukowi-praktycznej konf., (Przemysl, 7–15 sierpnia 2009). – Przemysl : Nauka i studia, 2009. – Vol. 6. – P. 9–12.

42. Бісікало О. В. Модель визначення синонімічного зв'язку у просторі асоціативних пар / О. В. Бісікало // Системи та засоби штучного інтелекту: тези доповідей міжнар. наук. молодіжної школи. – Донецьк: ІПШІ «Наука і освіта», 2009. – С. 33–35.

43. Бісікало О. В. Аксіоматизація простору сенсу образних конструкцій / Олег Володимирович Бісікало, Роман Наумович Квєтний // Зб. наук. праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К. : ВІКНУ, 2009. – Вип. 20. – С. 121–127.

44. Бисикало О. В. Об одном подходе к созданию обучающих систем в области оперативного управления приборостроительным производством / О. В. Бисикало, Ю. Я. Пасихов // Приборостроение-93 и новые информационные технологи : тез. докл. на научно-техн. конф. с международным участием. – Николаев : НКИ, 1993. – С. 59.

45. Бісікало О. В. Концептуальні основи корпоративної бази даних з WEB-технологіями доступу / О. В. Бісікало // Прикладні комп'ютерні програми для навчальної, методичної та організаційної роботи у вищих аграрних навчальних закладах III-IV рівнів акредита-

ції. Доповіді, виступи та повідомлення семінару, (Суми, 1–3 листопада 2000 р.). – К. : Аграрна освіта, 2001. – С. 86–90.

46. Бісікало О. В. Організація самостійної роботи студентів в умовах дистанційного навчання / Олег Володимирович Бісікало, Ірина Іванівна Бурденюк // Контроль та управління в складних системах. (КУСС-2003) : матеріали VII міжнар. наук.-техн. конф., (Вінниця, 8–11 жовтня 2003 р.). – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – С. 224–227.

47. Бісікало О. В. Підхід до створення електронних підручників з тестуючими компонентами на основі моделі адаптивного навчання / О. В. Бісікало // Контроль та управління в складних системах. (КУСС-2003) : матеріали VII міжнар. наук.-техн. конф., (Вінниця, 8–11 жовтня 2003 р.). – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – С. 227–234.

48. Бісікало О. В. Методика проектування процесів дистанційного навчання на основі формалізації пізнавальної діяльності людини / О. В. Бісікало // Контроль та управління в складних системах. (КУСС-2005) : тези доповідей VIII міжнар. наук.-техн. конф., (Вінниця, 24-27 жовтня 2005 р.). – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – С. 287.

49. Бісікало О. В. Методика підготовки електронного посібника на прикладі дисципліни «Моделі та структури даних» / О. В. Бісікало // Сучасні технології підготовки фахівців в умовах подальшого розвитку вищої освіти України : матеріали міжнар. наук.-метод. конф., (Харків, 27–28 жовтня 2005 р.). – Харків : ХНАДУ, 2005. – С. 41–43.

50. Бісікало О. В. Проектування архітектури бази знань експертної системи для створення електронних посібників / О. В. Бісікало // Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2006) : матеріали V Всеукраїнської конф. молодих науковців, (Черкаси, 3-5 травня 2006 р.). – Черкаси : ЧНУ, 2006. – С. 98.

51. Бісікало О. В. Архітектура електронного підручника на основі бази знань навчальної експертної системи / О. В. Бісікало // Інформаційні технології в освіті: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., (Мелітополь, 24–26 травня 2006 р.). – Мелітополь : МДПУ, 2006. – С. 7–9.

52. Бісікало О. В. Алгоритм пошуку інформації на основі моделі асоціативної пам’яті людини / О. В. Бісікало // ІНТЕРНЕТ–ОСВІТА–НАУКА–2006 (ІОН–2006) : зб. матеріалів V міжнар. конф., (Вінниця,

10–14 жовтня 2006 р.). – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – Т. 2. – С. 560–565.

53. Бисикало О. В. Принципы построения лингвистической системы на основе модели образного мышления / О. В. Бисикало // Труды восьмой международной научно-практ. конф. «Современные информационные и электронные технологии», (Одесса, 21–24 мая 2007 г.). – Одесса : СИЭТ–2007, 2007. – С. 63.

54. Бисикало О. В. Подход к построению ассоциативной памяти на основе модели образного мышления / О. В. Бисикало // Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы (ИИ–2007) : материалы междунар. научн.-техн. конф., (Дивноморское, 24–29 сентября 2007 г.). – Донецк–Таганрог–Минск, 2007. – С. 6–10.

55. Бисикало О. В. Использование понятия «пирамида смысла» для построения лингвистического процессора / О. В. Бисикало // Труды девятой международной научно-практ. конф. «Современные информационные и электронные технологии», (Одесса, 19–23 мая 2008 г.). – Одесса : СИЭТ–2008, 2008. – Т. 1. – С. 35.

56. Бісікало О. В. Алгебраїчна модель лінгвістичного процесора / О. В. Бісікало // Информационные технологии в управлении сложными системами : сб. докладов и тезисов междунар. научн.-практ. конф., (Днепропетровск, 22–23 мая 2008 г.). – Днепропетровск : ИТМ НАНУ и НКАУ, 2008. – С. 23–24.

57. Об одной модели взаимодействия «пользователь–ПК» / Р. Г. Тадевосян, О. В. Бисикало, Н. П. Ильницкий [и др.] // Нові технології навчання. Розвиток духовності та професіоналізму в умовах глобалізації : зб. наук. праць V міжнар. наук.-метод. конф. – Київ–Вінниця, 2008. – Спецвип. 55. – Ч. 2. – С. 257–259.

58. Бісікало О. В. Розуміння сенсу навчального контенту на основі моделювання образного мислення людини / О. В. Бісікало // Тези доповідей П’ятої наук.-практ. конф. з міжнар. участю «Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС’2010», (Київ, 21–25 червня 2010 р.). – К., 2010. – С. 183–185.

59. Бісікало О. В. Концептуальне поєднання понять образного мислення та мовленнєвої діяльності / О. В. Бісікало // Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія. – 2010. – № 1(17). – С. 72–77.

60. Бісікало О. В. Онтогенетичний підхід до розуміння сенсу навчальних об’єктів / О. В. Бісікало // Теоретичні та прикладні аспекти

побудови програмних систем (TAAPSD’2010) : тези доповідей 7-ї міжнар. конф., (Київ, 4–8 жовтня 2010 р.). – Київ, 2010. – С. 85–94.

61. Бісікало О. В. Когнітивний простір образних конструкцій / О. В. Бісікало // Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы. (ИИ–2010) : материалы международной научно-техн. конф., (Кацивели, 20–24 сентября 2010 г.). – Донецк : ИПИИ «Наука і освіта». – 2010. – Т. 1. – С. 17–21.

62. Квєтний Р. Н. Морфологічний аналіз слова на основі асоціативно-статистичного підходу / Р. Н. Квєтний, О. В. Бісікало, І. А. Кравчук // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2010. – № 3. – С. 132–135.

63. Бісікало О. В. Інтелектуальний пошук графічних даних на основі фолксонометричних даних / Олег Володимирович Бісікало, Марина Володимирівна Савєлова // Veda a technologie: krok do budoucnosti – 2011 : materialy VII mezinar. vedecko-prakticka konf., (Praha, 27 unora – 05 brezen 2011). – Praha : Publishing House «Education and Science», 2011. – Dil. 16. – P. 6–8.

64. Бісікало О. В. Використання морфологічного аналізу в задачах дистанційної освіти / Олег Володимирович Бісікало, Ірина Анатоліївна Кравчук // Системні технології : регіональний міжвуз. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 4 (75). – С. 41–47.

65. Бісікало О. В. Побудова нечітких відношення і простору сенсу образних конструкцій / О. В. Бісікало // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: фізико-математичні науки. – 2011. – Вип. № 1. – С. 70–73.

66. Бісікало О. В. Концептуальні алгоритми виокремлення морфем для реалізації інформаційної технології обробки природномовних текстів / О. В. Бісікало, І.А. Кравчук // Системи обробки інформації. – Харків : ХУПС, 2011. – Вип. 3 (93). – С. 7–9.

67. Бісікало О. В. Розв’язання задач дистанційного навчання на основі формалізації психодидактичного середовища / Олег Володимирович Бісікало, Тетяна Василівна Вінійчук // Europejska nauka XXI powieka – 2011 : materialy VII miedzynar. naukowi-praktycznej konf., (Przemysl, 7–15 maja 2011). – Przemysl : Nauka i studia, 2011. – Vol. 19. – P. 6–9.

68. Бісікало О. В. Аналіз морфологічної структури слова на основі асоціативно-статистичного підходу / О. В. Бісікало, І. А. Кравчук //

Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – № 4. – С. 134–136.

69. Бісікало О. В. Формальна теорія та модель комутативної напівгрупи образних конструкцій / О. В. Бісікало, Р. Г. Тадевосян // Математичні машини і системи. – 2011. – № 4. – С. 39–47.

70. Бісікало О. В. Онтогенетичний метод побудови нечіткого відношення сенсу / О. В. Бісікало // Штучний інтелект. – 2011. – № 1. – С. 134–140.

71. Bisikalo O. Formalization of semantic network of image constructions in electronic content [Електронний ресурс] / O. Bisikalo, I. Kravchuk // Cornell University Library (Computer Science, Computation and Language), arXiv: 1201.1192v1. – January 2012. – 4 с. – Режим доступу: http://arxiv.org/abs/1201.1192v1.

72. Бісікало О. В. Застосування поняття ентропії для чисельної оцінки образного сенсу вербальних конструкцій / О. В. Бісікало, Н. В. Кондратюк // Сучасні інформаційні системи і технології (AIST-2012) : матеріали I міжнар. наук.-практ. конф. (Суми, 15-18 травня 2012 р.). – Суми : СДУ. – 2012. – С. 213–214.

73. Квєтний Р. Н. Визначення сенсу текстової інформації на основі моделі розповсюдження обмежень [Електронний ресурс] / Р. Н. Квєтний, О. В. Бісікало, І. О. Назаров // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2012. – № 1. – С. 93–96. – ISSN 2219-9365. – Режим доступу:
http://www.nbuv.gov.ua/portal/Natural/Vtot/2012_1/46kve.pdf.

74. Бісікало О. В. Формалізація понять мовного образу та образного сенсу природно-мовних конструкцій / О. В. Бісікало // Математичні машини і системи. – 2012. – № 2. – С. 70–73.

75. Бісікало О. В. Образний аналіз текстової інформації з Wikipedia / О. В. Бісікало, І. О. Назаров // Вісник інженерної академії України. – 2012. – № 2. – С. 52–56.

76. Широков В. А. Комп’ютерна лексикографія / В. А. Широков. – К. : Наукова думка, 2011. – 351 с.

77. Искусственный интеллект: в 3 кн. – Кн. 1 : Системы общения и экспертные системы : справочник / Под. ред. Э. В. Попова. – М. : Радио и связь, 1990. – 464 с.

78. Козеренко Е. Б. Формальные модели анализа и распознавания языковых структур [Електронний ресурс] / Е. Б. Козеренко // Диалог :

междунар. конф. по компьютерной лингвистике : форум. – Режим доступу: http://www.dialog-21.ru/trends/?id=2026&forum_id=17&f=1.

79. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта / Н. Нильсон. – М. : Радио и связь, 1985. – 376 с.

80. Люггер Дж. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Дж. Люггер – 4-е изд. – М. : Вильямс, 2003. – 864 с.

81. Стюарт Р. Искусственный интеллект: современный подход / Р. Стюарт, Н. Питер –2-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – 1408 с.

82. Шлезингер М. И. Математические средства обработки изображений / М. И. Шлезингер. – К. : Наукова думка, 1989. – 198 с.

83. Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Т. Джонс. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 312 с.

84. Представление и использование знаний / под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М. : Мир, 1989. – 220 с.

85. Schank R. Scripts, plans, goals and understanding: An inquiry into human knowledge structures / R. Schank, R. Abelson. – Hillsdale, N.J : L. Erlbaum, 1977. – 248 p.

86. Минский М. Фреймы для представления знаний / М. Минский; пер с англ. под ред. Ф. М. Кулакова. – М. : Энергия, 1979. – 151 с.

87. Грэхем И. Объектно-ориентированные методы. Принципы и практика = Object-Oriented Methods: Principles & Practice / Грэхем И – 3-е изд. – М. : Вильямс, 2004. – 880 с.

88. Codd E. F. Extending the database relational model to capture more meaning / E. F. Codd // ACM Trans. on Database Systems. – 1979. – № 4. – P. 397–434.

89. Конноли Т. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Конноли, К. Бегг, А. Страчан – 3-е изд. – М. : Вильямс, 2003. – 1440 с. – ISBN 5-8459-0527-3.

90. Цаленко М. Ш. Моделирование семантики в базах данных / М. Ш. Цаленко. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 288 с.

91. Рубашкин В. Ш. Представление и анализ смысла в интеллектуальных информационных системах / В. Ш. Рубашкин . – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 192 с.

92. Попов Э. В. Общение с ЭВМ на естественном языке / Э. В. Попов. – М. : Наука, 1982. – 360 с.

93. Gelbukh A. Use of a weighted topic hierarchy for text retrieval and classification / A. Gelbukh, G. Sidorov, A. Guzman-Arenas // Vaclav Matoušek et al. (eds.). Text, Speech and Dialogue. Proc. TSD-99. Lecture Notes in Artificial Intelligence. – No. 1692, Springer-Verlag, 1999. – P. 130–135.

94. Попов Э. В. Общение с базами данных на ограниченном языке: прошлое, настоящее, будущее / Э. В. Попов // Новости искусственного интеллекта. – 2002. – № 1. – С. 21–26.

95. Осипов Г. С. Реляционно-ситуационный метод поиска и анализа текстов и его приложения / Г. С. Осипов, И. В. Смирнов, И. А. Тихомиров // Искуственный интеллект и принятие решений. – 2008. – № 2. – С. 3–10.

96. Виноград Т. Программа, понимающая естественный язык / Т. Виноград. – М. : Мир, 1976. – 296 с.

97. Арбиб М. Мозг, машина и математика / М. Арбиб. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1968. – 224 с.

98. Аткинсон Р. Человеческая память и процесс обучения / Р. Аткинсон. – М. : Прогресс, 1980. – 528 с.

99. Temple J. How Google understands language like a 10-year-old [Електронний ресурс] / James Temple // Business Report, The Chronicle with Bloomberg. – 18.10.2010. – Режим доступу: www/URL:
http://www.sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?f=/c/a/2010/10/18/BUJ61FTF9I.DTL.

100. Поспелов Г. С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии / Г. С. Поспелов. – М. : Наука, 1988. – 280 с.

101. Широков В. А. Елементи лексикографії / В. А. Широков. – К. : Довіра, 2005. – 304 с.

102. Apresyan J. ETAP-3 Linguistic Pricessor: a full-fledged NLP implementation of the MTT / J. Apresyan, I. Boguslavsky, L. Iomdin etc. // MTT 2003, First International Conference on Meaning – Text theory (Paris, June 16-18, 2003). – Paris, ENS, 2003. – P. 279–288.

103. Большаков И. А. Модель «Смысл ↔ Текст»: тридцать лет спустя [Електронний ресурс] / И. А. Большаков, А. Ф. Гельбух // J. International Forum on Information and Documentation. – 2000. – № 1. – Режим доступу: www/URL:
http://gelbukh.com/CV/Publications/2000/Forum-MTM-rus.htm.

104. Кобозева И. М. Лингвистическая семантика : учебное пособие / И. М. Кобозева. – М. : Эдиториал УРСС, 2000. – 352 с.

105. Харкевич А. А. О ценности информации / А. А. Харкевич // Проблемы кибернетики. – М. : Физматгиз, 1960. – Вып. 4. – С. 53–57.

106. Заде Л. А. Размытые множества и их применение в распознавании образов и кластер-анализе / Л. А. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М. : Мир, 1976. – С. 172–215.

107. Гаврилова Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.

108. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.

109. Широков В. А. Информационный подход в моделировании лексикографических систем [Електронний ресурс] / В. А. Широков // Библиотеки и ассоциации в меняющемся мире: новые технологии и новые формы сотрудничества : материалы 4-й междунар. конф. «Крым-97». – 1997. – Т. 2. – Режим доступу:
http://www.nbuv.gov.ua/articles/crimea/1997/DOC/sem11/s11doc8.html.

110. Garlick D. Intelligence and the Brain: Solving the Mystery of Why People Differ in IQ and How a Child Can Be a Genius / D. Garlick. – Burbank : Aesop Press, 2010. – 241 p.

111. Дударь З. В. Семантическая нейронная сеть, как формальный язык описания и обработки смысла текстов на естественном языке / Зоя Владимировна Дударь, Дмитрий Евгениевич Шуклин // Радиоэлектроника и информатика. – 2000. – № 3. – С. 72–76.

112. Попов Э. В. «Естественный» подход к обучению модели ребенка естественному языку [Электронный ресурс] / Э. В. Попов // Десятая национальная конф. по искусственному интеллекту с междунар. участием КИИ–2006, (Обнинск, 25–28 сентября 2006 г.). – Режим доступа: www/URL: www.raai.org/resurs/papers/kii-2006/doklad/Popov.doc.

113. Пальчунов Д. Е. Моделирование мышления и формализация рефлексии. Теоретико-модельная формализация онтологии и рефлексии / Д. Е. Пальчунов // Философия науки. – 2006. – № 4 (31). – С. 86–113.

114. Гладун В. П. Партнерство с компьютером / В. П. Гладун. – К. : Port-Royal, 2000. – 128 с.

115. Куссуль Э. М. Ассоциативные нейроподобные структуры / Э. М. Куссуль. – К. : Наукова думка, 1992. – 140 с.

116. Валькман Ю. Р. О языке образного мышления / Ю. Р. Валькман, Л. Р. Исмагилова // Доклады международной конференции «Диалог 2004». – Верхневолжский, 2004. – С. 90–97.

117. Talbot D. Extracting Meaning from Millions of Pages [Електронний ресурс] / David Talbot // Technology Review, MIT. – 10.03.2009. – Режим доступу: www/URL:

http://www.technologyreview.com/computing/22773/.

118. The DeepQA Project [Електронний ресурс] / The IBM Jeopardy! Challenge, IBM. – Режим доступу:

http://www.research.ibm.com/deepqa/deepqa.shtml.

119. Голубицкий С. Чудо Compreno [Електронний ресурс] / С. Голубицкий // Компьютерра-Онлайн. – 28.02.2012. – Режим доступу: www/URL: http://www.computerra.ru/sgolub/663954/.

120. Schneider David. Google Brings New Meaning to the Web [Електронний ресурс] / D. Schneider // IEEE Spectrum inside technology. – June 2012. – Режим доступу:

http://spectrum.ieee.org/telecom/internet/google-brings-new-meaning-to-the-web/?utm_source=techalert&utm_medium=email&utm_campaign=061412 .

121. Горошко Е. И. Интегративная модель свободного ассоциативного эксперимента / Е. И. Горошко. – М. : Харьков : ИЯ РАН ; Каравелла, 2001. – 318 с.

122. Ron S. The Cambridge Handbook of Computational Psychology / S. Ron. – New York : Cambridge University Press, 2008. – 432 p.

123. Спенсер Г. Основания психологии; Циген Т. Физиологическая психология в 14 лекциях // Основные направления психологии в классических трудах: Ассоциативная психология. – М. : АСТ-ЛМД, 1998. – 560 с.

124. Эббингауз Г. Очерк психологии; Бэн А. Психология // Основные направления психологии в классических трудах: Ассоциативная психология. – М. : АСТ-ЛМД, 1998. – 544 с.

125. Глейтман Г. Основы психологии / Г. Глейтман, А. Фридлунд, Д. Райсберг. – СПб. : Речь, 2001. – 1247 с.

126. Фрейд З. Психология бессознательного : сб. произведений / Фрейд З. ; сост. М. Г. Ярошевский. – М. : Просвещение, 1990. – 448 с.

127. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – СПб. : Питер, 2009. – 712 с.

128. Шульц Д. П. История современной психологии / Д. П. Шульц, С. Э. Шульц. – СПб. : Евразия, 1998. – 528 с.

129. Белянин В. П. Основы психолингвистической диагностики (Модели мира в литературе) / В. П. Белянин. – М. : Тривола, 2000. – 248 с.

130. Лурия А. Р. Язык и сознание / Лурия А.Р. ; под ред. Е. Д. Хомской. – М. : Издательство Московского университета, 1979. – 320 с.

131. Зейгарник Б. В. Введение в патопсихологию / Б. В. Зейгарник. – М. : Издательство Московского университета, 1969. – 172 с.

132. Залевская А. А. Значение слова и возможности его описания / А. А. Залевская // Языковое сознание: формирование и функционирование : сб. статей / Отв. ред. Н. В. Уфимцева. – М., 1998. – С. 35–54.

133. Овчинникова И. Г. Ассоциации и высказывание: Структура и семантика : учебное пособие по спецкурсу / И. Г. Овчинникова. – Пермь : Перм. гос. ун-т, 1994. – 124 с.

134. Золотова Н. О. Ядро лексикона человека как феномен языкового сознания / Н. О. Золотова // Языковое сознание: содержание и функционирование : тезисы докладов XIII Международного симпозиума по психолингвистике и теории коммуникации (Москва, 1–3 июня 2000 г.) / Под ред. Е. Ф. Тарасова, И. Г. Овчинниковой. – М., 2000. – С. 94.

135. Караулов Ю. Н. Активная грамматика и ассоциативно-вербальная сеть / Караулов Ю. Н. – М. : ИРЯ РАН, 1999. – 180 с.

136. Караулов Ю. Н. Семантический гештальт ассоциативного поля и образы сознания / Ю. Н. Караулов // Языковое сознание: содержание и функционирование : тезисы докладов XIII Международного симпозиума по психолингвистике и теории коммуникации (Москва, 1–3 июня 2000 г.) / Под ред. Е. Ф. Тарасова. – М., 2000. – С. 107–108.

137. Прист С. Теории сознания / Прист С. ; пер. с англ. и предисл. А. Ф. Грязнова. – М. : Идея-пресс, 2000. – 287 с.

138. Гуссерль Э. Идеи к чистой феноменологии и феноменологической философии / Э. Гуссерль. – М., 1999. – Т. 1. – 336 с.

139. Портнов А. И. Язык и сознание: основные парадигмы исследования проблемы в философии XIX – XX вв. / А. И. Портнов. – Иваново, 1994. – 370 с.

140. Metzinger T. Being No One – The Self Model Theory of Subjectivity / T. Metzinger. – Cambridge : MIT Press, 2003. – P. 349–366.

141. Тихомиров О. К. Структура мыслительной деятельности человека / О. К. Тихомиров. – М. : МГУ, 1969. – 350 с.

142. Сержантов В. Ф. Человек как предмет философского и естественнонаучного познания / В. Ф. Сержантов, В. В. Гречаный. – Л., 1980. – 216 с.

143. Мамардашвили М. К. Стрела познания: набросок естественноисторической гносеологии / М. К. Мамардашвили ; под. ред. Ю. П. Сенокосова. – М. : Языки русской культуры, 1997. – 304 с.

144. Теплов Б. М. Психология и психофизиология индивидуальных различий : избранные психологические труды / Теплов Б. М. ; под ред. М. Г. Ярошевского. – М. : Институт практической психологии, Воронеж : МОДЭК, 1998. – 544 с.

145. Павилёнис Р. И. Проблема смысла : современный логико-фило-софский анализ языка / Р. И. Павилёнис. – М., 1983. – 286 с.

146. Хабаров И. А. Философские проблемы семиотики / И. А. Хабаров. – М., 1978. – 160 с.

147. Лотман Ю. М. Внутри мыслящих миров: Человек–текст–семиосфера–история / Ю. М. Лотман. – М., 1999. – 447 с.

148. Пономарев Я. А. Психология творения / Я. А. Пономарев. – М. : Московский психолого-социальный институт, Воронеж : МОДЭК, 1999. – 480 с.

149. Абушенко В. Л. Структурно-функциональный анализ [Електронний ресурс] / В. Л. Абушенко // Новейший философский словарь. – Режим доступу: www/URL:
http://www.gumer.info/bogoslov_Buks/Philos/fil_dict/767.php.

150. Jurafsky D. Speech and Language Processing [Електронний ресурс] / D. Jurafsky, J. Martin // An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition (2nd edition). – Prentice-Hall, 2009. – Режим доступу: www/URL:
http://www.cs.colorado.edu/~martin/slp.html#top.

151. Физиология человека : в 3 т. / пер. с англ. под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М. : Мир, 1996. – 880 с.

152. Павлов І. П. Двадцятирічний досвід об’єктивного вивчення вищої нервової діяльності (поведінки) тварин / Павлов І. П. – К., 1953. – 531 с.

153. Общий курс физиологии человека и животных : в 2 кн. / под ред. А. Д. Ноздрачева. – М. : Высшая школа, 1991. – 1040 с.

154. Соколов Е. Н. Механизм памяти / Е. Н. Соколов. – М. : Издательство Московского университета, 1969. – 175 с.

155. Ратанова Т. А. Субъективное шкалирование и объективные физиологические реакции человека / Т. А. Ратанова. – М. : Педагогика, 1990. – 216 с.

156. Хомская Е. Д. Нейропсихология / Е. Д. Хомская. – М. : Издательство Московского университета, 1987. – 288 с.

157. Анохин П. К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса / П. К. Анохин. – М. : Медицина, 1968. – 548 с.

158. Черниговская Т. В. Билингвизм и функциональная асимметрия мозга / Т. В. Черниговская, Л. Я. Баллонов, В. Л. Деглин // Учен. зап. ТГУ : труды по знаковым системам. – 1983. – XVI. – С. 62–83.

159. Данилова Н. Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н. Н. Данилова, А. Л. Крылова. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2005. – 478 с.

160. Лурия А. Р. Основные проблемы нейролингвистики / Лурия А. Р. – М.: Издательство Московского университета, 1975. – 253 с.

161. Heilbronner R. Forensic Neuropsychology Casebook / R. Heilbronner. – New York, London : The Guilford Press, 2005. – 362 p.

162. Зейгарник Б. В. Патопсихология / Б. В. Зейгарник. – 2-е изд. – М. : Издательство Московского университета, 1986. – 287 с.

163. Урусов В. В. Инфология (R). Тема: метапсихология. Экибана [Електронний ресурс] / В. В. Урусов. – Режим доступу: http://read.bookam.net/read/urusov_v_/page0/metapsihologija__yekibana.html.

164. Лохоня В. И. Моделирование поведения человека при помощи новых технологий Искусственного Интеллекта [Електронний ресурс] / В. И. Лохоня. – Режим доступу: http://melos.info/rus/index.shtml.

165. Saygin A. P. Turing Test: 50 Years Later / A. P. Saygin, I. Cicekli, V. Akman // Minds and Machines. – 2000. – Vol. 10, № 4. – P. 463–518.

166. Зейгарник Б. В. Теория личности в зарубежной психологии / Б. В. Зейгарник. – М. : Издательство Московского университета, 1982. – 128 с.

167. Блюм Г. Психоаналитические теории личности / Блюм Г. ; пер. с англ. и вступ. ст. А. Б. Хавина. – М. : КСП, 1996. – 247с.

168. Психология личности : словарь–справочник / под ред. П. П. Горностая и Т. М. Титаренко. – К. : Рута, 2001. – 320 с.

169. Олпорт Г. Становление личности / Г. Олпорт // Избранные труды. – М. : Смысл, 2002. – С. 166–216.

170. Маслоу А. Мотивация и личность / Маслоу А. – СПб : Питер, 2003. – 352 с. – (Серия: Мастера психологии).

171. Роджерс К. Теория личности / К. Роджерс // Клиентоцентрированная терапия. – К. : Ваклер, 1997. – С. 28–83.

172. Леонтьев А. Н. Деятельность, сознание, личность / А. Н. Леонтьев. – М. : Политиздат, 1975. – 304 с.

173. Сарджвеладзе Н. И. Личность и ее взаимодействие с социальной средой / Н. И. Сарджвеладзе. – Тбилиси : Мецниереба, 1998. – 204 с.

174. Хьелл Л. Теории личности / Л. Хьелл, Д. Зиглер. – СПб : Питер, 2000. – 608 с.

175. Холл К. С. Теории личности / К. С. Холл, Г. Линдсей. – М. : КСП+, 1997. – 720 с.

176. Мадди С. Р. Теория личности: сравнительный анализ / Мадди С. Р. ; Д. А. Леонтьев (науч. ред.), И. Ю. Авидон (пер.). – СПб. : Речь, 2002. – 539 с.

177. Якобсон П. М. Психологические проблемы мотивации поведения человека / П. М. Якобсон. – М. : Просвещение, 1969. – 317 с.

178. Изард К. Э. Психология эмоций / К. Э. Изард. – СПб. : Питер, 2000. – 464 с.

179. Симонов П. В. Высшая нервная деятельность человека. Мотивационно-эмоциональные аспекты / П. В. Симонов. – М. : Наука, 1975. – 173 с.

180. Ахутина Т. В. Порождение речи: Нейролингвистический анализ синтаксиса / Т. В. Ахутина. – 2-е изд. – М. : Изд-во ЛКИ, 2007. – 216 с.

181. Выготский Л. С. Мышление и речь / Л. С. Выготский. – 5-е изд., испр. – М. : Лабиринт, 1999. – 352 с.

182. Выготский Л. С. Развитие высших психических функций / Л. С. Выготский. – М. : Изд-во Ак. пед. наук, 1960. – 500 с.

183. Лурия А. Р. Об историческом развитии познавательных процессов / А. Р. Лурия. – М. : Наука, 1974. – 172 с.

184. Лурия А. Р. Поражения мозга и мозговая локализация высших психических функций / А. Р. Лурия // Этапы пройденного пути : науч-

ная автобиография. – М. : Издательство Московского университета, 1982. – С. 110–121, 130–138.

185. Лурия А. Р. Мозг человека и психические процессы / А. Р. Лурия. – М. : Педагогика, 1970. – Т. 2. – 495 с.

186. Лурия А. Р. Маленькая книжка о большой памяти / А. Р. Лурия. – М. : Издательство Московского университета, 1968. – 87 с.

187. Broks P. Into the Silent Land: Travels in Neuropsychology / P. Broks. – London : Atlantic Books, 2003. – 245 p.

188. Адрианов О. С. Узловые вопросы локализации и организации церебральных функций / О. С. Адрианов // Современные аспекты учения о локализации и организации церебральных функций. – М. : Медицина, 1980. – С. 200–215.

189. Вертгеймер М. Продуктивное мышление / Вертгеймер М. ; общ. ред. С. Ф. Горбова, В. П. Зинченко ; вступ. ст. В. П. Зинченко. – М. : Прогресс, 1987. – 336 с.

190. Аладжалова Н. А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности головного мозга / Н. А. Аладжалова. – М. : Медицина, 1979. – 216 с.

191. Соколов Е. Н. Цветовое зрение / Е. Н. Соколов, Ч. А. Измайлов. – М., 1984. – 175 с.

192. Соколов Е. Н. Геометрическая модель структуры знания / Е. Н. Соколов, А. Ю. Терехина, С. Б. Ребрик // Вопросы психологии. – 1986. – № 6. – С. 130–138.

193. Айзенк Г. Исследования человеческой психики: почему мы ведем себя именно так / Г. Айзенк, М. Айзенк. – М. : ЭКСМО-Пресс, 2002. – 480 с.

194. Якобсон Р. О. Мозг и язык / Р. О. Якобсон // Избранные работы. – М. : Прогресс, 1985. – С. 270–286.

195. Соссюр Ф. Труды по языкознанию / Ф. Соссюр. – М. : Прогресс, 1977. – 696 с.

196. Блумфилд Л. Язык / Л. Блумфилд. – М. : Прогресс, 1968. – 606 с.

197. Бодуэн де Куртенэ И. А. Опыт теории фонетических альтернаций / И. А. Бодуэн де Куртенэ // Избр. труды по общему языкознанию. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – Т. 1. – С. 265–347.

198. Лингвистический процессор для сложных информационных систем / Ю. Д. Апресян, И. М. Богуславский, Л. Л. Иомдин [и др.]. – М. : Наука, 1992. – 256 с.

199. Леонтьев А. А. Язык, речь, речевая деятельность / А. А. Леонтьев. – М. : Просвещение, 1969. – 211 с.

200. Німчук В. В. Мовознавство на Україні в XIV—XVII ст. / В. В. Німчук. – К. : Наукова думка, 1985. – 222 с.

201. Колобаев В. К. Подвижность границ синтагмы: последствия для линвистического и методического знания [Електронний ресурс] / В. К. Колобаев. – СПб. : ГМА им. И. И. Мечникова. – Режим доступу: http://old.mechnik.spb.ru/lat_pb3.htm.

202. Хомский Н. Аспекты теории синтаксиса / Н. Хомский. – М. : Издательство Московского университета, 1972. – 259 с.

203. Chomsky N. Syntactic Structures / N. Chomsky // Walter de Gruyter. – 2nd edition, 2002. – 117 p. – ISBN 3110172798.

204. Демьянков В. З. Доминирующие лингвистические теории в конце XX века / В. З. Демьянков // Язык и наука конца 20 века. – М. : Институт языкознания РАН, 1995. – С. 239–320.

205. Лакофф Дж. Когнитивная семантика / Дж. Лакофф // Язык и интеллект. – М. : Прогресс, 1995. – С. 143–184.

206. Kövecses Z. Metaphor: a practical introduction / Z. Kövecses. – New York : Oxford University Press, 2002. – 285 p.

207. Chu Yun. Human Performance on Insight Problem Solving: A Review [Електронний ресурс] / Yun Chu, J. MacGregor // The Journal of Problem Solving. – 2011. – Vol. 3, Iss. 2, Article 6. – Режим доступу: http://docs.lib.purdue.edu/jps/vol3/iss2/6.

208. Демьянков В. З. Интерпретация, понимание и лингвистические аспекты их моделирования на ЭВМ / Демьянков В. З. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 172 с.

209. Лурия А. Р. Высшие корковые функции человека / А. Р. Лурия. – М. : Академический проект, 2000. – 505 с.

210. Рубинштейн С. Л. Проблема сознания и деятельности в советской психологии / С. Л. Рубинштейн // Принципы и пути развития психологии. – М., 1959. – С. 249–255.

211. Леонтьев А. А. Психолингвистические единицы и порождение речевого высказывания / А. А. Леонтьев. – М. : Наука, 1969. – 307 с.

212. Обухова Л. Ф. Неоконченные споры: П. Я. Гальперин и Ж. Пиаже / Л. Ф. Обухова // Психологическая наука и образование. – 1996. – № 1. – С. 32–39.

213. Леонтьев А. А. Основы психолингвистики / А. А. Леонтьев. – М. : Смысл, 1999. – 287 с.

214. Мельчук И. А. Русский язык в модели «Смысл–Текст» / И. А. Мельчук. – М. : Языки русской культуры, 1995. – 682 с.

215. Allen J. F. Natural Language Understanding / J. F. Allen. – 2nd ed. –Benjamin-Cummings Publishing, 1994. – 654 p.

216. Михайлов М. И. Эпос, лирика, драмы как роды литературы [Електронний ресурс] / М. И. Михайлов // Библиотечный каталог российских и украинских диссертаций. – Режим доступу: http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/183464.html

217. Демьянков В. З. «Теория речевых актов» в контексте современной лингвистической литературы: (Обзор направлений) / В. З. Демьянков // Новое в зарубежной лингвистике. – М. : Прогресс, 1986. – Вып. 17: Теория речевых актов. – С. 223–235.

218. Hausser R. Foundations of computation linguistics / R. Hausser. – Springer, 1999. – 534 p.

219. Роммейтвейт Р. Слова значения и сообщения / Р. Роммейтвейт // Психолингвистика за рубежом: сб. / Отв. ред. А. А. Леонтьев, Л. В. Сахарный. – М. : Наука, 1972. – С. 53–56, 65–66.

220. Щерба Л. В. Языковая система и речевая деятельность / Л. В. Щерба. – Л. : Наука, 1974. – 428 с.

221. Osgood C. E. Lectures on language performance (Springer Series in Language and Communication) / C. E. Osgood. – New-York, Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 1980. – Vol. 7. – 276 p.

222. Солсо Р. Когнитивная психология / Р. Солсо. – 6-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 589 с.

223. Ждан А. Н. История психологии. От Античности до наших дней : уч. для вузов / А. Н. Ждан. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Академический проект, 2004. – 576 с.

224. Пиаже Ж. Речь и мышление ребенка / Ж. Пиаже. – М. : Педагогика-Пресс, 1994. – 528 с.

225. Панов В. И. Психодидактика образовательных систем: теория и практика / В. И. Панов. – СПб. : Питер, 2007. – 352 с.

226. Turing A. Computing Machinery and Intelligence / A. Turing // Mind. – 1950. – Vol. LIX, No. 236. – P. 433–460.

227. Образний відео-комп'ютер око-процесорного типу / В. П. Кожем'яко, Г. Л. Лисенко, А. А. Яровий, А. В. Кожем'яко – Вінниця : Універсум-Вінниця, 2008. – 215 с.

228. Глушков В. М. Введение в кибернетику / Глушков В. М. – К. : Изд-во АНУССР, 1964. – 324 с.

229. Глушков В. М. Алгебра. Языки. Программирование / В. М. Глушков, Г. Е. Цейтлин, В. М. Ющенко ; АН УССР, Ин-т киберн. им. В. М. Глушкова. – К. : Наукова думка, 1989. – 376 с.

230. Pickering A. The cybernetic brain : sketches of another future / A. Pickering. – Chicago : University of Chicago Press, 2010. – 526 p.

231. Широчин В. П. Архитектоника мышления и нейроинтеллект : в 2 кн. – Кн. 1 : Архитектоника мышления и нейроинтеллект; Кн. 2 : Программирование доверия в эволюции интеллекта / под ред. Ю. С. Ковтанюка. – К. : Юниор, 2004. – 560 с.

232. Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей / А. Н. Колмогоров. – 2-е изд. – М. : Наука, 1974. – 120 с.

233. WordNet® [Електронний ресурс] / Princeton University. – Режим доступу: http://wordnet.princeton.edu.

234. Крылов С. А. Некоторые уточнения к определениям понятий словоформы и лексемы / С. А. Крылов // Семиотика и информатика. – 1982. – Вып. 19. – С. 118–136.

235. Анисимов А. В. Компьютерная лингвистика для всех: Мифы. Алгоритмы. Язык / А. В. Анисимов. – К. : Наукова думка, 1991. – 208 с.

236. Бардачов Ю. М. Дискретна математика : підручник / Ю. М. Бардачов, Н. А. Соколова, В. Є. Ходаков ; за ред. В. Є. Ходакова. – К. : Вища школа, 2002. – 287 с.

237. Валькман Ю. Р. Образы и образное мышление: некоторые отношения и структуры [Електронний ресурс] / Ю. Р. Валькман // V Междунар. науч.-практ. конф. «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте», (Коломна, 28–30 мая 2009 г.). – Режим доступу:
http://raai.org/resurs/papers/kolomna2009/doklad/Valkman.doc.

238. Жилякова Л. Ю. Структурирование знаний в ассоциативной модели / Л. Ю. Жилякова // КИИ-2008, (Дубна, 29 сентября – 3 октября 2008 г.). – 2008. – Т. 1. – С. 104–111.

239. Раскин Л. Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения / Л. Г. Раскин, О. В. Серая. – Х. : Парус, 2008. – 352 с.

240. Cox E. The fussy systems handbook / E. Cox. – 2nd ed. – Academic Press Professional, 1999. – 716 p.

241. Штовба С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / [Електронний ресурс] / MATHLAB. Exponenta, Fuzzy Logic Toolbox. – Режим доступу:
http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php.

242. Коллатц Л. Функциональный анализ и вычислительная математика / Коллатц Л.; пер. с нем. – М. : Мир, 1969. – 447 с.

243. Кузьмин И. В. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус. – К. : Вища школа, 1986. – 238 с.

244. Трифонов Е. В. Психофизиология человека [Електронний ресурс] / Е. В. Трифонов. – Режим доступу:
http://www.tryphonov.narod.ru/tryphonov2/terms2/hemcer.htm.

245. Краткая анатомия нервной системы. Большие полушария головного мозга [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.neuro.net.ru/educ/100/ana/an1.html.

246. Professor Mark Dubin - University of Colorado. Brodmann Areas in the Human Brain with an Emphasis on Vision and Language [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://spot.colorado.edu/~dubin/talks/brodmann/brodmann.html.

247. Автоматизированная система научных исследований ассоциативных экспериментов (АСНИ АЭ) [Електронний ресурс] / CLAIM – научно-образовательный кластер. – Режим доступу: www/URL:
http://www.philippovich.ru/Projects/ASIS/index.htm.

248. Столл Р. Множества. Логика. Аксиоматические теории / Р. Столл. – М. : Просвещение, 1968. – 231 с.

249. Беран Л. Упорядоченные множества / Л. Беран. – М. : Наука, 1981.– 64 с.

250. Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов / Ф. А. Новиков. – СПб : Питер, 2001. – 304 с.

251. Черняков А. Г. Онтология времени. Бытие и время в философии Аристотеля, Гуссерля, Хайдеггера / А. Г. Черняков. – СПб. : Высшая религиозно-философская школа. 2001. – 460 с.

252. Успенский В. А. Теорема Гёделя о неполноте / В. А. Успенский. – М. : Наука, 1982. – 110 с.

253. Широков В. А. Феноменологія лексикографічних систем / В. А. Широков ; НАН України, Укр. мов.-інформ. фонд. – К. : Наукова думка, 2004. – 327 с.

254. Нойманн Э. Происхождение и развитие сознания / Э. Нойманн. – К. : Ваклер ; М. : Реал-бук, 1998. – 462 с.

255. Рейнгольд Э. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика / Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельд, Н. Део. – М. : Мир, 1980. – 476 с.

256. Грей П. Логика, алгебра и базы данных / П. Грей. – М. : Машиностроение, 1989. – 360 с.

257. Кук Д. Компьютерная математика / Д. Кук, Г. Бейз. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 384 с.

258. Цейтлин Г. Е. Введение в алгоритмику / Г. Е. Цейтлин. – К. : Сфера, 1998. – 310 с.

259. Основи дискретної математики : підручник / Ю. В. Капітонова, С. Л. Кривий, О. А. Летичевський [та ін.]. – К. : Наукова думка, 2002. – 579 с.

260. Ахо А. Структуры данных и алгоритмы / А. Ахо, Д. Хопкрофт, Д. Ульман. – М. : Вильямс, 2001. – 384 с.

261. Список функций Statistics Toolbox: расчет парных расстояний между объектами исходного множества данных [Електронний ресурс] / Консультационный центр Matlab компании Softline. – Режим доступу: http://matlab.exponenta.ru/statist/book2/14/pdist.php.

262. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. – М. : Мир, 1976. – 165 с.

263. Глонь О. В. Моделювання систем керування в умовах невизначеності : монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 170 с.

264. Капитонова Ю. В. О некоторых тенденциях развития и проблемах искусственного интеллекта / Ю. В. Капитонова, В. И. Скурихин // Кибернетика и системный анализ. – 1999. – № 1. – С. 43–50.

265. Штовба С. Д. Разработка метода моделирования надежности алгоритмических процессов при неопределенных исходных данных : дис... канд. техн. наук : 05.13.02 / Штовба Сергей Дмитриевич ; Винницкий гос. технический ун-т. – Винница, 1996. – 200 с.

266. Ротштейн О. П. Інтелектуальні технології ідентифікації: нечіткі множини, генетичні алгоритми, нейронні мережі / О. П. Ротштейн. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 1999. – 320 с. – ISBN 966-7199-49-5.

267. Николаев В. И. Системотехника: методы и приложения / В. И. Николаев, В. М. Брук. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-е, 1985. – 199 с.

268. Пиз А. Язык телодвижений / А. Пиз. – М. : Изд-во Эксмо, 2006. – 272 с.

269. Ефимов В. И. Решатели интеллектуальных задач / В. И. Ефимов. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. – 320 с.

270. Заманский М. Введение в современную алгебру и анализ / М. Заманский. – М. : Наука, 1974. – 488 с.

271. Gritsenko V. Towards the global e-Learning: approaches and solutions / V. Gritsenko // Second International Conference «New Information Technologies in Education for All», Conference Proceedings, (Kiev, 21–23 November 2007). – K. : Akademperiodika, 2007. – P. 10–17.

272. Программа ЮНЕСКО «Информация для всех» в России : руководящие документы [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.ifap.ru/ofdocs/index.htm.

273. Вінцюк Т. К. Образний комп’ютер: концепції, методологія, підходи / Т.К. Вінцюк // Праці п’ятої міжн. конф. «УкрОБРАЗ’2000» , (Київ, 27 листопада – 1 грудня 2000 р.). – К., 2000. – С. 87–94.

274. The Turing Test Page [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/~asaygin/tt/ttest.html#top.

275. Кобозева И. М. Лингвистическая семантика [Електронний ресурс] / И. М. Кобозева // Диалог. Междунар. конф. по компьютерной лингвистике. Форум. – Режим доступу:
http://www.dialog-21.ru/forum/actualtopics.aspx?bid=16.

276. Russian WordNet [Електронний ресурс] / Петербургский государственный університет путей сообщения. – СПб. – Режим доступу: http://www.pgups.ru/WebWN/wordnet.uix.

277. Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. – К. : НПУ ім. Драгоманова. – 2001. – Вип. 4. – 230 с.

278. Дистанційне навчання / В. М. Кухаренко, О. В. Рибалко, Т. О. Олійник [та ін.] ; за ред. проф. Кухаренка В. М. – Харків : ХДПУ, 1999. – 216 с.

279. Атанов Г. А. Деятельностный подход в обучении / Г. А. Атанов. – Донецк : «ЕАИ-пресс», 2001. – 160 с. – ISBN 966-7200-13-2.

280. Хювенен Э. Мир Лиспа : в 2 т. – Т. 1: Введение в язык Лисп и функциональное программирование / Э. Хювенен, Й. Сеппянен. – М. : Мир, 1990.– 447 с.

281. Manning C. Introduction to Information retrieval [Електронний ресурс] / Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Schutse. – Cambridge University Press, 2008. – ISBN 0521865719. – Режим доступу: http://nlp.stanford.edu/IR-book/.

282. Спостереження та експеримент. Фізика 7-й клас, 12-ти річна школа, 1 семестр [Електронний ресурс] / ФМГ № 17. – Вінниця. – Режим доступу: http://disted.edu.vn.ua/courses/learn/1663.

*Наукове видання*

**Бісікало Олег Володимирович**

# ФОРМАЛЬНІ МЕТОДИ ОБРАЗНОГО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ПРИРОДНО-МОВНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Монографія

Редактор С. А. Малішевська
Оригінал-макет підготовлено О. В. Бісікало

Підписано до друку 29.05.2013 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різографічний. Ум. др. арк. 18,25
Наклад 300 (1-й запуск 1–75) Зам № 06-04

Вінницький національний технічний університет,
КІВЦ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-85-32.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано ФОП Барановська Т. П.
21021, м. Вінниця, вул. Порика, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 4377 від 31.07.2012 р.