

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Лісовенко Анна Ігорівна

УДК 004.912:81'33

ДИСЕРТАЦІЯ

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ФУНКЦІЇ «ЗАПИТАННЯ-
ВІДПОВІДЬ» НА ОСНОВІ ОБРАЗНОГО АНАЛІЗУ ФАХОВИХ ТЕКСТІВ

05.13.06 – Інформаційні технології

Технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ А.І. Лісовенко

Науковий керівник _____ О.В.Бісікало, доктор технічних наук,
професор

Вінниця – 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ПІДТРИМКИ ІНТЕРАКТИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ НА ОСНОВІ ФУНКЦІЇ «ЗАПИТАННЯ-ВІДПОВІДЬ».....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Огляд аналогів та прототипів інформаційної технології підтримки функції «запитання-відповідь»	Error! Bookmark not defined.
1.1.1 Моделі діалогів.....	Error! Bookmark not defined.
1.1.2 Методи інтерактивної взаємодії на основі функції «запитання-відповідь»	Error! Bookmark not defined.
1.1.3 Особливості функціонування систем типу «запитання-відповідь».....	Error! Bookmark not defined.
1.1.4 Характеристика етапів пошуку інформації та формулювання відповіді.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Огляд та порівняльний аналіз відомих систем типу «запитання-відповідь»	Error! Bookmark not defined.
1.3 Недоліки сучасних методів та засобів інтерактивної взаємодії.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Огляд інтернет-ботів як програмної реалізації функції «запитання-відповідь»	Error! Bookmark not defined.
1.5 Висновки до розділу та постановка задач дослідження.....	Error! Bookmark not defined.
2 МЕТОД ПІДТРИМКИ ФУНКЦІЇ «ЗАПИТАННЯ-ВІДПОВІДЬ» НА ОСНОВІ ОБРАЗНОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТОВОГО КОНТЕНТУ.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Етапи аналізу текстового контенту	Error! Bookmark not defined.
2.2 Семантична модель бази знань підтримки функції «запитання-відповідь»	Error! Bookmark not defined.
2.3 Модель пошуку розгорнутої від питального займенника відповіді на питання	Error! Bookmark not defined.
2.4 Алгоритм побудови відповіді на основі семантичного поєднання інформації з багатьох речень тексту	Error! Bookmark not defined.
2.5 Висновки до розділу	Error! Bookmark not defined.

3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ФУНКЦІЇ «ЗАПИТАННЯ-ВІДПОВІДЬ» НА ОСНОВІ ОБРАЗНОГО АНАЛІЗУ ФАХОВИХ ТЕКСТІВ **Error! Bookmark not defined.**

3.1 Структурна схема інформаційної технології підтримки функції «запитання-відповідь» **Error! Bookmark not defined.**

3.2 Формалізація процедур первинної обробки текстового контенту та формування бази знань нечітких відношень **Error! Bookmark not defined.**

3.3 Процедури формування та інтерпретації варіантів відповіді **Error! Bookmark not defined.**

3.4 Удосконалення методу прискореного отримання відповіді на питання користувача шляхом управління динамічною пам'яттю **Error! Bookmark not defined.**

3.4.1 Аналіз методів управління динамічною пам'яттю **Error! Bookmark not defined.**

3.4.2 Метод усунення фрагментації динамічної пам'яті при роботі СЗВ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.5 Алгоритм накопичення образних знань з фахових текстів **Error! Bookmark not defined.**

3.6 Висновки до розділу **Error! Bookmark not defined.**

4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АПРОБАЦІЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1 Загальна архітектура інформаційного конвейера обробки фахових текстів та підтримки функції «запитання-відповідь» **Error! Bookmark not defined.**

4.2 Програмна реалізація інформаційного конвейера обробки фахових текстів **Error! Bookmark not defined.**

4.3 Програмна реалізація функції «запитання-відповідь» **Error! Bookmark not defined.**

4.4.. Апробація та експериментальне дослідження релевантності відповідей інформаційної технології підтримки функції «запитання-відповідь» **Error! Bookmark not defined.**

4.5 Програмна реалізація методу прискореного отримання відповіді на питання користувача шляхом управління динамічною пам'яттю **Error! Bookmark not defined.**

4.6 Апробація та експериментальне дослідження часових та статистичних характеристик інформаційної технології..... **Error! Bookmark not defined.**

4.7 Висновки до розділу **Error! Bookmark not defined.**

ВИСНОВКИ..... **Error! Bookmark not defined.**

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	14
ДОДАТКИ.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток А Акти впровадження.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток Б Аналіз методів експертної оцінки релевантності відповідей СЗВ.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток Б1 Методи експертної оцінки релевантності відповідей системи	Error! Bookmark not defined.
Додаток Б2 Математична обробка результатів експертних оцінок.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток В Приклад застосування теорії Th для речень російською та англійською мовами.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток Г Позначення (маркери) стоп-слів, які застосовано у системі обробки фахового контенту.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток Д Конфігурація розподілу адресного простору розміром 1Кбайт.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток Е Схеми алгоритму роботи програми	Error! Bookmark not defined.
Додаток Ж Тестовий текст для демонстрації релевантності розробленого методу підтримки діалогу для ТОВ СП «Анфол» .	Error! Bookmark not defined.
Додаток З Результати тестування програми розробленим методом підтримки функції «запитання-відповідь» на основі композиції Min_Max.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток І Список публікацій	Error! Bookmark not defined.
Додаток Ї Схема алгоритму програмної реалізації запропонованого методу прискореного отримання відповіді на питання користувача.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток К Коефіцієнт Стьюдента	Error! Bookmark not defined.
Додаток Л Перелік тестових запитань та відповідей систем, обраних для експерименту	Error! Bookmark not defined.
Додаток М Експертні оцінки результатів тестування.....	Error! Bookmark not defined.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АНФ – асоціативно-нормальна форма.

БД – база даних.

БЗ – база знань.

ІС – інфологічна система.

Л-система – лексикографічна система.

НЛП – нейро-лінгвістичне програмування.

ОК – образна конструкція.

ПЗ – програмне забезпечення.

ПМК – природно-мовна конструкція.

СЗВ – система типу «запитання-відповідь»

АЕ – Analytical Engine.

API – Application programming interface

CAS – Common Analysis System.

DKPro – Darmstadt Knowledge Processing.

GST – Greedy String Tiling.

LES – Longest Common Subsequence.

MRR – Mean Reciprocal Rank.

Q&A – Question and Answering System.

STS – Semantic Textual Similarity.

SVS – Structured Vectorial Semantics.

UIMA – Unstructured Information Management Architecture.

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. В сучасних умовах надшвидкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій все більшого значення набуває взаємозв'язок людини та програмно-технічних засобів, зокрема складних інформаційних систем. Актуальність створення систем типу «запитання-відповідь» (СЗВ), які здатні аналізувати питальне речення і давати відповіді користувачам в залежності від власних знань про навколишній світ важко переоцінити. Головною перевагою СЗВ перед пошуковими системами є постановка запитання природною мовою, а не шляхом підбору ключових слів та отримання користувачем короткої відповіді, а не переліку документів або посилань. Спільні питання обох типів систем залишаються в загальному тренді галузі ІТ, зокрема методи накопичення у базі знань (БЗ) нових знань з текстового контенту та підходи до удосконалення механізмів інформаційного пошуку.

Тематикою створення інтерактивних систем взаємодії людина-машина активно займається фірма IBM, яка розробила фреймворк для машинної обробки природних мов Apache UIMA та програмний продукт Watson, а також компанія Wolfram Research з популярними продуктами Wolfram Natural Language Understanding System та Wolfram|Alpha computational knowledge engine.

Значний внесок у розвиток математичних моделей та методів підтримки СЗВ закладено закордонними дослідниками А. Тьюрингом, Д. Маккарті, Д. Вейценбаумом, Т. Виноградом, С. Вольфрамом, А. М. Колмогоровим, Д. А. Поспеловим, Т. А. Гавриловою, П. І. Сосніним, плідно працювали та продовжують дослідження у цьому напрямку вітчизняні науковці В. М. Глушков, П. І. Андон, О. В. Палагін, В. А. Широков, Ю. П. Шабанов-Кушнарєнко, М. Ф. Бондаренко, М. І. Шлезінгер, А. В. Анісімов, Ю. Р. Валькман, Н. В. Шаронова та ін. Розвитком інструментарію для обробки

природномовних текстів займаються у Массачусетському технологічному інституті (Semantic WEB, Tim Berners-Lee; СЗВ «START», Борис Кац), Каліфорнійському університеті (теорія нечітких множин і нечітка логіка, Лотфі Заде), Стендфордському університеті (програма SHRDLU, Terry A. Winograd; пакет Stanford CoreNLP, Christopher D. Manning), Дармштадському технічному університеті (технологія DKPro, Iryna Gurevych).

На відміну від амбітної проблеми забезпечення універсального природномовного діалогу з метою проходження тесту Тьюринга, більш прагматичною задачею є прискорення та покращення релевантності пошуку неструктурованої, зокрема текстової інформації у функціональних межах СЗВ. Характерно, що людина зазвичай «індексує» природно-мовну інформацію не за формальними ознаками, а за результатами образного мислення, що і дозволяє їй відповідати ефективно. З іншого боку, у щоденну практику користувачів інформаційних систем і мереж, зокрема Інтернету увійшли сталі навички застосування пошукових інструментів, які дозволяють досить швидко знайти потрібну текстову інформацію. Тому нові інтерактивні можливості мають не тільки знаходити більш релевантну інформацію з певної текстової колекції, але й не програвати відомим методам пошуку за часом її отримання.

Комплекс технічних питань вилучення знань з неструктурованої інформації, розробки нових моделей і методів підтримки обмеженого вхідною інформацією та формальними ознаками запитань та відповідей у СЗВ, а також побудови відповідної до цих моделей і методів бази знань потребують проведення подальших досліджень. Завдання технологічної побудови СЗВ як інформаційної системи обробки фахового контенту, що підтримує комплекс функцій інтерактивної взаємодії, зокрема псевдо-діалог з користувачем також є відкритим.

На основі вищезазначеного можна зробити висновок, що науково-практичне завдання розробки інформаційної технології для підтримки СЗВ, яка збільшить можливості інтерактивної взаємодії з користувачем за рахунок нових механізмів обробки та аналізу вхідного запитального речення, пошуку та

вилучення відповіді з текстового контенту, зокрема окремих текстів з певної фахової області є актуальним.

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає у підвищенні ефективності інтерактивної взаємодії СЗВ з користувачем шляхом розробки інформаційної технології підтримки функції «запитання-відповідь» на основі образного аналізу фахових текстів.

Для досягнення поставленої мети розв'язувалися такі задачі:

- Аналіз сучасних методів та засобів підтримки функції «запитання-відповідь» як актуального напрямку підвищення інтерактивності інформаційних систем.
- Розробка семантичної моделі бази знань для СЗВ з урахуванням технологічно досяжних етапів аналізу текстового контенту.
- Створення моделі пошуку розгорнутої від питального займенника відповіді на питання.
- Розробка методу підтримки функції «запитання-відповідь» на основі образного аналізу текстового контенту.
- Удосконалення методу прискореного отримання відповіді на питання користувача шляхом управління динамічною пам'яттю.
- Розробка технологічних засобів для побудови СЗВ на основі образного аналізу фахових текстів.
- Програмна реалізація та апробація запропонованої інформаційної технології.

Об'єкт дослідження – процеси взаємодії людини та інформаційної системи з метою пошуку релевантної інформації у текстовому контенті.

Предмет дослідження – методи та засоби генерації відповіді СЗВ на запитання користувача на основі інформації фахового тексту.

Методи дослідження містять загальнонаукову методологію проведення досліджень та принципи системного підходу. У дослідженні використано методи теорії лексикографічних систем для формування бази знань вхідного тексту, запитання користувача та відповіді; методи теорії нечітких множин для

обробки бази знань та забезпечення таких типів псевдо-діалогу, як «дельфійський оракул» та пошуковий; формальна теорія для забезпечення обмеженого питальним займенником до словоформи одного речення типу псевдо-діалогу; методи машинного навчання для формулювання відповіді СЗВ у вигляді короткого речення, а не переліку документів чи посилань; методи об'єктно-орієнтованого аналізу та графічні анотації універсальної мови моделювання UML для проектування програмного забезпечення інформаційної технології; міри семантичної текстової подібності та методи теорії ймовірностей і математичної статистики при аналізі результатів експериментів. Теоретичною основою роботи є наукові праці провідних вітчизняних і зарубіжних вчених у галузі комп'ютерної лінгвістики, нечітких множин, відношень та операцій над ними, проектування інформаційних комп'ютерних технологій та систем типу «запитання-відповідь».

Наукова новизна отриманих результатів

1. *Набула подальшого розвитку* формальна модель пошуку розгорнутої від питального займенника відповіді на основі прикладної теорії першого порядку, відмінність якої полягає у формуванні відповіді на запитання на основі інформації не з одного, а з кількох речень тексту, з урахуванням семантики питального займенника та синтаксичної структури речень.

2. *Вперше створено* метод підтримки функції «запитання – відповідь» на основі образного аналізу текстового контенту, який, на відміну від методів із використанням шаблонів або N-грам, базується на 1) багатоетапному аналізі речень окремого тексту, що завершується образним аналізом та побудовою бази знань, та 2) застосуванні моделей і алгоритмів обробки фахового контенту, зокрема формальній моделі пошуку розгорнутої від питального займенника відповіді на запитання.

3. *Удосконалено* метод отримання відповіді на запитання користувача шляхом прискорення роботи системи, яке забезпечується через управління динамічною пам'яттю. Відмінністю методу є усунення фрагментації динамічної пам'яті за рахунок оптимізації її адресного простору алгоритмом вибору

найкращого блоку, що дозволяє підтримувати 3 типи обмеженого псевдо-діалогу в режимі реального часу.

4. *Вперше розроблено інформаційну технологію підтримки функції «запитання–відповідь» на основі образного аналізу фахових текстів.* Відмінність інформаційної технології полягає в тому, що окрім типових процедур лінгвістичного аналізу тексту, вона застосовує розроблені в дисертації метод підтримки функції типу «запитання – відповідь» на основі образного аналізу текстового контенту та метод прискореного отримання відповіді на запитання користувача шляхом управління динамічною пам'яттю.

Практичне значення отриманих результатів. Інформаційної технології реалізована програмно у вигляді системи типу «запитання-відповідь» з розширеними інтерактивними можливостями. Розроблена програмна система дозволяє автоматизовано проводити лінгвістично-статистичну обробку вхідної текстової інформації та запитань користувача з метою генерації бази знань онтологічного типу. Інтерактивні можливості системи охоплюють 3 типи обмеженого за формальними ознаками та вхідною інформацією псевдо-діалогу, зокрема:

- «дельфійський оракул», для якого відповідь є окремим реченням з підмножини пар словоформ вхідного тексту;
- пошуковий, де відповідь складається з кількох речень вхідного тексту;
- обмежений питальним займенником до словоформи одного речення.

Запропоноване усуненням фрагментації динамічної пам'яті зменшує тривалість пошуку відповіді більше ніж 10% по заданому вхідному текстовому контенту. Застосування методу отримання відповіді забезпечує конкурентне за часом отримання більш релевантної відповіді у порівнянні із аналогами.

Результати дисертаційних досліджень впроваджені:

- у ТОВ «Спільне українсько-угорське підприємство «Анфол», м. Вінниця (акт впровадження від 19.09.2016 р.);
- у ТОВ «Кварк-консалтинг», м. Вінниця (акт впровадження від 29.11.2016 р.);

- при виконанні міжнародного освітнього проекту ERASMUS+ Capacity Building in the field of Higher Education «Створення сучасної магістерської програми в галузі інформаційних систем» (MASTIS), 561592-EPP-1-2015-1- FR-EPPKA2-SBHE-JP (акт впровадження від 31.08.2017 р.);

– в навчальний процес кафедри автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки Вінницького національного технічного університету (акт впровадження від 31.08.2017 р.).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи відповідає науковому напрямку № 41К4 «Інформаційно-комунікаційні технології розв'язання семантико-залежних задач» кафедри автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки Вінницького національного технічного університету. Представлені у дисертації дослідження проводилися у ВНТУ відповідно до держбюджетних науково-дослідних робіт «Інтелектуальна інформаційна технологія образного аналізу тексту та синтезу інтегрованої бази знань природно-мовного контенту» (№ держреєстрації 0114U003462, 2014-2016 рр.), «Ідентифікація прихованих залежностей в онлайн-соціальних мережах на основі методів нечіткої логіки та комп'ютерної лінгвістики» (№ держреєстрації 0117U000575, 2017 р.) та господарської науково-дослідної роботи «Розробка методу підтримки діалогу на основі образного аналізу фахових текстів та впровадження програмного забезпечення для розширення інтерактивних можливостей WEB-ресурсів» (№ держреєстрації 0116U007341, 2016 р.).

Особистий внесок здобувача. Усі результати, що виносяться до захисту, отримані особисто. У роботах [4, 9, 10, 35, 59] здобувачу належать всі теоретичні та практичні результати, окрім постановки задачі. У роботах [5, 6, 7, 12] автором дисертаційної роботи запропоновано використання нечітких відношень, формування БЗ у вигляді матриці, застосування ряду операцій над нечіткими відношеннями, зокрема композиції нечітких відношень для формування відповіді на запитання користувача. У роботах [2, 124, 125, 133] автором запропоновано математичні моделі прискореного отримання відповіді

на питання користувача шляхом усунення фрагментації динамічної пам'яті за рахунок оптимізації адресного простору цієї пам'яті. У праці [3] автору належить моделі і алгоритми усунення фрагментації динамічної пам'яті на основі алгоритму вибору найкращого блоку. У роботах [8, 9, 11, 12, 13] відображено проведені експерименти на основі розробленої інформаційної технології.

Апробація матеріалів дисертації. Основні наукові результати та практичні розробки дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на конференціях:

- VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Aktualne Problemy Nowoczesnych Nauk-2012» (Przemysł 07-15 червня 2012 р.);

- IX міжнародної науково-практичної конференції «Новината за напреднали наука – 2013» (Софія, 17-25 травня 2013 р.);

- XLII науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету за участю співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств ВНТУ (Вінниця, 4-8 березня 2013);

- Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи» (МТН-2015) (Вінниця, 16-17 квітня 2015 р.);

- I міжнародній конференції «Адаптивні технології управління навчанням» (Одеса, 23-25 вересня 2015 р.);

- III міжнародній науковій конференції «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС-2015)» (Вінниця, 27-29 жовтня 2015 р.);

- XLV науково-технічній конференції Вінницького національного технічного університету (НТК ВНТУ) (Вінниця, 23-24 березня 2016 р.);

- XVII Міжнародної заочної конференції «Развитие науки в XXI веке» (Харьков, 16 сентября 2016 г.);

- XIII Міжнародній конференції «Контроль і управління в складних системах – 2016» («ККУС-2016») (Вінниця, 3-6 жовтня 2016 р.);

- XLVI Науково-технічній конференції факультету комп'ютерних систем і автоматики (НТК ВНТУ) (Вінниця, 29-30 березня 2017 р.);

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 17 праць, з них 2 статті у наукових закордонних виданнях, що включені у наукометричну базу даних Scopus, 5 робіт опубліковано у виданнях, затверджених ДАК України, як фахові, 9 – у матеріалах і тезах доповідей міжнародних та регіональних науково-технічних конференцій, отримано свідоцтво про авторське право на твір.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 13 додатків. Повний обсяг дисертації становить 277 сторінок, у тому числі: 164 сторінка основного тексту, 46 рисунків, 35 таблиць, список використаних джерел із 134 найменувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Lison P. Structured Probabilistic Modelling for Dialogue Management / P. Lison // Department of Informatics Faculty of Mathematics and Natural Sciences University of Oslo, Submitted for the degree of Philosophiae Doctor. – 30th October 2013 – 250 pp.
2. Лісовенко А. І. Визначення параметру ефективності методів реалізації динамічного розподілу пам'яті в комп'ютерних системах / А. І. Лісовенко, А. С. Васюра // Вісник Хмельницького національного університету, Хмельницький, 2013. – № 4(203) – С. 188–190.
3. Лісовенко А. І. Комп'ютерна програма «Динамічний розподіл пам'яті» / А. І. Лісовенко, С. М. Довгалець, О. М. Бевз // Свідоцтво на реєстрацію авторського права на твір №49171 – К.: Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 18.05.2013 р.
4. Лісовенко А. І. Розробка моделі людино-машинного діалогу на основі образної індексації природно-мовного контенту [Електронний ресурс] / А. І. Лісовенко, О. В. Бісікало // Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН - 2015). – Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція, 23-26 квітня 2015 р.: тези доповідей. – Режим доступу:<http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/index.php?page=materials&line=11&mat=117>.
5. Визначення змістовних ознак тексту на основі аналізу зв'язків між лексичними одиницями / О. В. Бісікало., А. І. Лісовенко, О. В. Яхимович, С.С. Траченко // Вісник НТУ «ХП», Харків, 2015. – №v21(1130) – С. 83-89. ISSN 2411-2798.
6. Підтримка діалогу з навчальним контентом_ / А. І. Лісовенко, О. В. Бісікало, О. В. Яхимович, С. С. Траченко_// Адаптивні технології управління навчанням: матеріали першої міжнародної конференції. Одеса, 23-25 вересня 2015 р. – Одеса, 2015. – С. 97–100.

7. Моделювання процесів побудови парадигматичних зв'язків між словоформами на основі вимірювання текстової інформації / О.В. Бісікало, С.С. Траченко, О.В. Яхимович, А.І. Лісовенко // Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС-2015): збірник тез доповідей_III міжнар. наук. конф. (Вінниця, 27-29 жовтня_2015 р.). – Вінниця: ПП «ГД «Едельвейс і К», 2015. – С.119–121.

8. Лісовенко А. І. Створення діалогової системи для текстового навчального контенту / А. І. Лісовенко, О. В. Бісікало, С. М. Довгалець // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології, ВНТУ, Вінниця, 2015. – № 2(29)– С.5–11.

9. Developmen of dialog system powered by textual educational content / Oleg V.Bisikalo, Sergei M. Dovgalets, Anna I.Lisovenko, Paweł Pijarski // Proc. SPIE 10031, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2016. – 7 p. 100314E (September 28, 2016); doi:10.1117/12.2248863.

10. Лісовенко А. І. Метод підтримки діалогу на основі образної індексації природно-мовного контенту / А. І. Лісовенко // XLV науково-технічна конференція Вінницького національного технічного університету (НТК ВНТУ). Вінниця, 23-24 березня 2016 р. – Вінниця, 2016. – С. 2 <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2016/paper/view/686>.

11. Лісовенко А. І. Експертна оцінка ревалентності відповідей автоматизованої системи підтримки діалогу для дистанційного навчання / А. І. Лісовенко, О. В. Бісікало // XVII Международная заочная конференция «Развитие науки в XXI веке». г.Харьков, Научно-исследовательский центр «Знание», 16 сентября 2016 г. – г.Харьков, 2016. – С.99–104.

12. System of Computational Linguistic on Base of the Figurative Text Comprehension / Oleg Bisikalo, Anna Lisovenko, Olexandr Jahumovuch, Sergii Trachenko, Mykola Pradivliannyi // Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). – Lviv, Ukraine, August 23-27, 2016. – Publishing House of Lviv Polytechnic National

University, 2016. – Pp. 69–74. – IEEE Catalog Number: CFP16J130PRT. – ISBN 978-1-5090-3735-3.

13. Лісовенко А. І. Застосування методу експертних оцінок до алгоритму підтримки діалогу між користувачем та комп'ютером / О. В. Бісікало, А. І. Лісовенко // XIII Міжнародна конференція Контроль і управління в складних системах – 2016 (ККУС-2016), 3-6 жовтня 2016 р, тези доповідей. – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2016. – С. 89–91.

14. Oracle at TREC 10: Filtering and Question-Answering / S. Alpha, P. Dixon, C. Liao, C. Yang // In Proceedings of the Tenth Text REtrieval Conference (TREC 2001), Gaithersburg, Maryland, 2001. – p. 423.

15. Беляев С. А. Формирование вопросно-ответной системы в условиях ограниченного объема семантически размеченного корпуса / С. А. Беляев, В. С. Кулешов // Электронный журнал: Программный продукты, системы и алгоритмы. № 4, 2016. Режим доступа: <http://swsys-web.ru/formation-of-the-question-answersystem-semantically-marked-up-body.html>.

16. Соловьев А. А. Синтаксические и семантические модели и алгоритмы в задаче вопросно-ответного поиска / А. А. Соловьев // Труды 13й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» - RCDL'2011, Воронеж, Россия, 2011. – С. 201–210.

17. Guda V. Approaches for question answering / V. Guda, S. Kumar Sanamrudi, I. Lakshmi Manyakamba // International Journal of Engineering Science and Technology. 2011. №2. P. 990–995.

18. Георгиев В. О. Сценарный подход в создании диалоговых систем / В. О. Георгиев, А. И. Еникеев // [Электронный ресурс]. – «Программные продукты и системы» № 3, 1991. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2011/fknt/makogon/library/article1.htm>.

19. Pietquin O. A Framework for Unsupervised Learning of Dialogue Strategies / O. Pietquin // UCL presses, 2004. – pp.246 .

20. Levin E. A Stochastic Model of Computer-Human Interaction for Learning Dialogue Strategies / E. Levin, R. Pieraccini // Proc. of the 5 European Conference on Speech Technologies (Eurospeech' 97). Rhodes, Greece, 1997. P. 1883–1886.

21. Gaizauskas R. Combined IR/NLP Approach to Question Answering Against Large Text Collections / R.Gaizauskas, K.A Humphreys // Department of Computer Science. Деп. в University of Sheffield, Sheffield 2010. №10.1.1.26.119.

22. Web Question Answering: Is More Always Better? / S. Dumais, M. Banko, E. Brill, J. Lin, A. Ng // SIGIR Proceedings of the 25th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. New-York, USA: Microsoft Research Center, 2002. P.291–298.

23. An Alignmentbased Surface Pattern for a Question Answering System / Cheng-Lung Sung, Cheng-Wei Lee, Hsu-Chun Yen, Wen-Lian Hsu // Integrated ComputerAided Engineering. 2009. 16. №3. P.259–269.

24. Learning Components for a Question-Answering System / Dan Roth, Gio Kao Kao, Xin Li, Ramya Nagarajan, Vasin Punyakanok, Nick Rizzolo, Wen-tau Yih, Cecilia Ovesdotter Aim, Liam Gerard Moran // TREC, 2001. P. 539–548.

25. The Question Answering Systems: A Survey / Ali Mohammed Nabil Allam, Mohamed Hassan Haggag // International Journal of Research and Reviews in Information Sciences. 2012. 2. №3. P.10–21.

26. Аналитическая группа департамента маркетинга компании «Яндекс» Поиск в интернете: что и как ищут пользователи [Электронный ресурс]. Режим доступа:http://download.yandex.ru/company/yandex_search_mini_report_autumn_2009.pdf.

27. Deep Read: A Reading Comprehension System / Lynette Hirschman, Marc Light, Eric Breck, John D. Burger // Proceedings of the 37th annual meeting of the Association for Computational Linguistics on Computational Linguistics. Stroudsburg,USA: Association for Computational Linguistics, 1999. P.325–333.

28. Соловьёв А. А. Построение вопросно-ответной системы для русского языка: модуль анализа вопросов [Электронный ресурс] / А. А. Соловьёв, О. В. Пескова // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2010. №13. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-voprosno-otvetnoy-sistemy-dlya-russkogo-yazyka-modul-analiza-voprosov> (дата обращения: 06.04.2017).
29. Evaluating Web-based Question Answering Systems / Dragomir R. Radev, Hong Qi, Harris Wu, Weiguo Fan // In Proc. of LREC 2002. – 2002. – pp. 4.
30. Dan I. Moldovan. Composition of Semantic Relations: Model and Applications / Dan I. Moldovan, Eduardo Blanco, Hakki C. Cankaya // Coling 2010: Poster Volume, Beijing, August 2010. – pages 72–80.
31. Richard J Cooper A Simple Question Answering System / Richard J. Cooper, Stefan M Ruger // Деп. в Imperial College of Science, Technology and Medicine, 2007. – pp. 7.
32. Агаев Н. В. Исследование и разработка методов реализации вопросно-ответных систем / Н. В. Агаев // Курсова робота. Московський державний університет ім.М.В.Ломоносова. Факультет Обчислювальної математики та кібернетики. Кафедра Системного програмування. – Москва, 2012. – 35 с.
33. Широков В. А. Феноменологія лексикографічних систем : Моногр. / В. А. Широков // НАН України. Укр. мов.-інформ. фонд. – К. : Наук. думка, 2004. – 327 с.
34. Deepak Ravichandran. Learning surface text patterns for a question answering system / Deepak Ravichandran, Eduard Hovy // Proceedings of the 40th annual meeting on Association For Computational Linguistics, 2002. – pages 41–47.
35. Лісовенко А. І. Порівняльний аналіз систем людино-машинної взаємодії [Електронний ресурс] / А. І. Лісовенко, О. В. Бісікало // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія, ВНТУ, Вінниця, 2014. – № 31 (том 3) – С. 21–24. – Режим доступу: <http://itce.vntu.edu.ua/article/view/3808/5541>.

36. Burger J. Issues. Tasks and Program Structures to Roadmap Research in Question & Answering (Q&A) [Electronic resource] / J. Burger, C. Cardie, V. Chaudhri, [et al.] // Q&A Roadmap Paper – 2014 – P. 1–35. – Mode of access: <http://duc.nist.gov/roadmap.html>.

37. Jordan P. Rapidly. Development Dialogue Systems that Support Learning Studies (Electronic resource) / P. Jordan, M. Ringenberg, Br. Hall // Learning Resource and Development Center University of Pittsburgh – 2006. – P. 1–8. – Mode of access: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.75.652&rep=rep1&type=pdf>.

38. Тест Тьюринга. Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу до статті: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%81%D1%82_%D0%A2%D1%8C%D1%8E%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0

39. BAUDIŠ Petr. YodaQA: A Modular Question Answering System Pipeline / Petr. BAUDIŠ // In: POSTER 2015 — 19th International Student Conference on Electrical Engineering. Prague: CTU, 2015. – pp. 8.

40. Boris Katz, Gary Borchardt and Sue Felshin. Natural Language Annotations for Question Answering. Compilation copyright, American Association for Artificial Intelligence. – FLAIRS Conference, 2006. – pp. 303–306.

41. Traum D. Discourse obligations in dialogue processing Role [Electronic resource] / D. Traum, J. Allen // 32nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. – 1994. – P. 256–266. – Mode of access: http://www.public.asu.edu/~kvanlehn/Stringent/PDF/01AIED_CR_PJ_MR_SS_KVL_AW.pdf.

42. A.L.I.C.E. [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://alice.pandorabots.com/>.

43. A.L.I.C.E. – Вільна енциклопедія Вікіпедія [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/A.L.I.C.E.>

44. Elbot. [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://www.elbot.com/>.

45. Jabberwacky 16-2. [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://www.jabberwacky.com/j2about>.

46. A Natural Language Tutorial Dialogue System For Physics [Electronic resource] / P. Jordan, M. Makatchev, U. Pappuswamy, K. VanLehn, P. Albacete // 19th International FLAIRS conference. – 2006. – P. 521–526. – Mode of access: <http://www.learnlab.org/uploads/mypslc/publications/jordan%20makatchev%20pappuswamy%20et%20al%2006%20conf%20paper.pdf>.

47. [Робот \(программа\)](#). Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82_\(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0)).

48. Surmenok P. Chatbot Architecture [Electronic resource] / P. Surmenok // Available at: \www/URL: <http://pavel.surmenok.com/2016/09/11/chatbot-architecture/>

49. Что такое чат-бот? Система Битрикс24. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dev.1c-bitrix.ru/learning/course/?COURSE_ID=93&LESSON_ID=7901.

50. Корнев М. Боты Telegram: всё, что вы хотели про них спросить. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mediatoolbox.ru/blog/boty-telegram-vsyo-chto-vyi-hoteli-pro-nih-sprosit/>.

51. Боты/FAQ. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F:%D0%91%D0%BE%D1%82%D1%8B/FAQ>.

52. Экспертное оценивание. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: – https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5.

53. Методы экспертных оценок [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/189626/>.

54. Моделі та методи якісної оцінки системи [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.e-biblio.ru/book/bib/01_informatika/Modelirovanie_system/158.1.8.html.

55. Недоліки методу ранжування [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://econtool.com/nedostatki-metoda-ranzhirovaniya.html>.

56. Метод попарних порівнянь (ПС). Лекція №6. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ecsocman.hse.ru/data/466/641/1219/ch6.pdf>.

57. Метод безпосередньої оцінки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://econtool.com/metod-neposredstvennoy-otsenki.html>.

58. Обработка результатов прямого измерения [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://teachmen.ru/methods/phys_prac6.php.

59. Лісовенко А. І. Аналіз характеристик систем типу «запитання-відповідь» [Електронний ресурс] / А. І. Лісовенко, О. В. Бісікало // XLVI Науково-технічна конференція факультету комп'ютерних систем і автоматики (НТК ВНТУ). Вінниця, 29-30 березня 2017 р., тези доповідей. – Вінниця, 2017 – 3 с. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2017/paper/view/2617/2610>.

60. Aldea M. MaRTE OS: An Ada Kernel for Real-Time Embedded Applications. Reliable Software Technologies/ M. Aldea, M. González-Harbour // Ada Europe, Lecture Notes in Computer Science, 2001. – Pp. 305–316.

61. Dynamic Storage Allocation: A Survey and Critical Review. / P. R. Wilson, M. S. Johnstone, M. Neely, and D. Boles // Scotland, UK, Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1995. – №:986. – Pp:1–116.

62. D. Lea. A Memory Allocator [Electronic resource] / D. Lea // Unix, Mail – № 6/96, 1996. Available at: \www/URL: <http://gee.cs.oswego.edu/dl/html/malloc.html>

63. Stephenson C. J. Fast Fits: New Methods for Dynamic Storage Allocation / C. J. Stephenson // In Proc. of the 9th ACM Symposium on Operating Systems Principles, volume 17 of Operating Systems Review, ACM Press, 1983. – Pp. 30–32.

64. First-Fit, Next-Fit та Worst-Fit Memory Allocation for Fixed Partition. [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://thumbsup2life.blogspot.com/2011/02/best-fit-first-fit-and-worst-fit-memory.html>.

65. Open Components for Embedded Real-Time Applications [Electronic resource]. IST 35102 European Research Project. – 2002. – Available at: \www/URL: <http://www.ocera.org>.

66. Peterson J. L. Buddy Systems. Communications of the ACM / J. L. Peterson, T. A. Norman // – 1977. – № 20(6): Pp.421–431.

67. Knuth D. E. The Art of Computer Programming, volume 1: Fundamental Algorithms. Addison / D. E. Knuth // Wesley, Reading, Massachusetts, USA, 1973. – P. 205.

68. Robson J. M. A Bounded Storage Algorithm for Copying Cyclic Structures / J. M. Robson // Communications of the ACM. University of Lancaster, England. 1973. – Pp. 431–433.

69. Peterson J. L. Buggy systems./ J. L. Peterson, T. A. Norman // Communications of the ACM, 1977. – № 20(6). – Pp. 421–431.

70. Estan C. Bitmap algorithms for counting active flows on high speed links / C. Estan, G. Varghese and M.Fisk // Technical Report 0738,CSE Department, USCD, 2003. – P. 14.

71. Iyengar Arun. Scalability of Dynamic Storage Allocation Algorithms / Arun Iyengar // Yorktown Heights, NY. 1996. – P.10.

72. Memory management. [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: http://support.tenasys.com/INtimeHelp_5/ovw_memory.html.

73. Mark S. Johnstone. The Memory Fragmentation Problem: Solve / Mark S. Johnstone, Paul R. Wilson // Texas, 2003. – P. 36

74. Darmstadt Knowledge Processing Repository Based on UIMA [Electronic resource] / I. Gurevych, M. Muhlhauser, Ch. Muller, J. Steimle, M. Weimer, T. Zesch // — February 9, 2007. — Available at: \www/URL: https://www.ukp.tudarmstadt.de/fileadmin/user_upload/Group_UKP/publikationen/2007/gldvuimaukp.pdf.

75. Oleg V. Bisikalo. Solving problems on base of concepts formalization of language image and figurative meaning of the natural-language constructs / Oleg V. Bisikalo, Sławomir Ciężczyk, Gulbahar Yussupova // *Proc. SPIE_9816*, Optical Fibers and Their Applications 2015, 98161U (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229046.

76. Словарь по кибернетике / [ред. академик В. М. Глушков]. – К.: Главная редакция украинской советской энциклопедии, 1979. – 624 с.

77. Хомский Н. Три модели языка / Н. Хомский // Кибернетический сборник. – 1961. – Вып. 2. – С. 81–92.

78. Хомский Н. О понятии «правило грамматики» / Н. О. Хомский. – С. 115-146.

79. Решетникова Н. Д. Языки аналитические и синтетические / Н. Д. Решетникова, А. О. Савинова // Молодой ученый. — 2013. — №12. — С. 873–877.

80. Хопкрофт Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вчисления / Дж. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Ульман // – М.: «Вильямс», 2002. – 528 с.

81. 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.

82. Сокирко А. В. Графематический анализ [Электронный ресурс] / А. В. Сокирко // АОТ: Технологии : Графематический анализ – 2005г. Режим доступа: <http://www.aot.ru/docs/graphan.html>.

83. Седунов А. А. Модель графематического анализа в системе обработки естественного языка / А. А. Седунова // – Вестник ВГУ, серия: Системный анализ и информационные технологии, 2007, № 2 - С. 69–77.

84. Соколовский В. В. Обзор задач и методов смысловой обработки электронных данных, роль метаданных для практических задач смысловой обработки [Электронный ресурс] / В. В. Соколовский // ГПНТБ России. Режим доступа: http://ellib.gpntb.ru/doc/11/d11_12.htm.

85. Грамматический разбор. Словообразовательный, морфемный и морфологический анализ слова. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gumfak.ru>.

86. Ермаков А. Е. Неполный синтаксический анализ текста в информационно-поисковых системах / А. Е. Ермаков // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: труды Международного семинара Диалог'2002. – Москва, Наука. – 2002. – Т. 2. – С. 180-185.

87. Кобозева И. М. Лингвистическая семантика / И. М. Кобозева // – М.: Едиториал УРСС, 2016. – 352 с. – ISBN 978-5-9710-3171-0.

88. Xin-She Yang. Artificial Intelligence, Evolutionary Computing and Metaheuristics: In the footsteps of Alan Turing [Electronic resource]. / Xin-She Yang // National Physical Laboratory, UK. – 2013. – P. 794. – Available at: \www/URL: https://books.google.com.ua/books?id=4Dm6BQAAQBAJ&pg=PA9&redir_esc=y&hl=ru#v=onepage&q&f=false.

89. Лесько О. Н. Моделі та методи, які вживаються в системах спілкування з ЕОМ природною мовою / О. Н. Лесько // Математичні машини і системи. - 1997. - № 2. - С. 49–53.

90. Карпіловська Є. А. Термінологічний підфонд у складі морфемно-словотвірного фонду української мови / принципи формування та можливості використання / Є. А. Карпіловська // Україномовне програмне забезпечення.

Матеріали 4-ої та 5-ої Міжнарод. науково-практ. конф. "УкрСофт". – Львів, 1995. – С. 161–162.

91. Широков В. А. Елементи лексикографії [Текст] / В. А. Широков // – К.: Довіра, 2005. – 304 с.

92. Широков В. А. Феноменологія лексикографічних систем [Текст] / В. А. Широков // – К.: Наукова думка, 2004. – 327 с.

93. Денисов П. Н. Системность и связанность в лексике и система словарей / П. Н. Денисов // Проблематика определений терминов в словарях разных типов. – Л.: Наука, 1976. – С. 63–73.

94. Агрикола Э. Микро-, медио- и макроструктура как содержательная основа словаря / Э. Агрикола // Вопр. Языкознания. – 1984. – №2. – С. 72–87.

95. Гринев С. В. Введение в терминологическую лексикографию / С. В. Гринев // – М.: Изд-во Моск. ун-та, 198. – 106 с.

96. Караулов Ю. Н. Лингвистическое конструирование и тезаурус литературного языка / Ю. Н. Караулов // – М.: Наука, 1981. – 467 с.

97. Широков В. А. Лінгвістичні та технологічні основи тлумачної лексикографії / В. А. Широков, В. М. Білоноженко, О. В. Бугаков та ін. // – К.: Довіра, 2010. – 295 с. – ISBN 978-966-507-283-6.

98. Валенда Н. А. Обробка інформації в складних організаційних системах / Н. А. Валенда // Система обробки інформації, №8 (115), 2013. – Харків: Харківський національний університет радіоелектроніки, 2013. – С. 143–146. – ISSN 1681-7710.

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

100. Бісікало О. В. Метод отримання лексичної онтології з тексту на основі інструментальних засобів WordNet та NLTK / О. В. Бісікало, С. С. Траченко // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2016): тези доповідей XIII міжнар. конф. (Вінниця, 3-6 жовтня 2016 р.). – Вінниця: ВНТУ, ПП «ТД «Едельвейс», 2016. – С. 96–98. – ISBN 978-617-7237-17-3.

101. Бісікало О. В. Формальні методи образного аналізу та синтезу природно-мовних конструкцій : монографія [Текст] / О. В. Бісікало // – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 316 с. – ISBN 978-966-641-528-1.

102. Information Processing in Business, Security and Multimedia. Algorithms / Oleg V. Bisikalo, Roman N. Kvetny, Petro M. Povidayko, Yuriy A. Bunyak and others // Edited by Arkadiusz Liber. – Wroclaw : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej, 2013. – 129 p. – ISBN 978-83-7493-808-2.

103. Bisikalo Oleg. Support for Interactive Features of E-learning Content Based on the Formal Theory / Oleg Bisikalo, Irina Kravchuk // Journal of Applied Computer Science & Mathematics. – Romania, Suceava, 2014. – No. 16 (8). – Pp. 9-15.

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

105. Основи дискретної математики: підручник / Ю. В. Капітонова, С. Л. Кривий, О. А. Летичевський [та ін.] // – К.: Наукова думка, 2002. – 579 с. – ISBN 966-00-0622-5.

106. 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. – ISBN 978-966-02-4754-3.

107. Штовба С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С. Д. Штовба // [Электронный ресурс]. – Доступ: \www/URL: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1_5.php.

108. Бісікало О. В. Статистичний аналіз складних залежностей у тексті / О. В. Бісікало // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка": Інформаційні системи та мережі. – 2015. – № 814. – С. 228–236.

109. Ferrucci D. UIMA: An Architectural Approach to Unstructured Information Processing in the Corporate Research Environment / D. Ferrucci, A. Lally // Natural Language Engineering. – №10. – IX. 2004. – pp. 327–348.

110. Semeval-2012 task 6: A pilot on semantic textual similarity. / E. Agirre, M. Diab, D. Cer, and A. Gonzalez-Agirre // First Joint Conference on Lexical and Computational Semantics. – №1, №2 – 2012. – pp. 385–393.

111. Computing semantic textual similarity by combining multiple content similarity measures. / D. Bar, Ch. Biemann, I. Gurevych, T. Zesch // First Joint Conference on Lexical and Computational Semantics. – №1, №2 – 2012. – pp. 435–440.

112. Kanerva P. Random indexing of text samples for latent semantic analysis. / P. Kanerva, J. Kristofersson, A. Holst // 22nd annual conference of the cognitive science society. – 2000. – pp. 1036.

113. Sahlgren M. An Introduction to Random Indexing / M. Sahlgren // Proceedings of the Methods and Applications of Semantic Indexing Workshop at the 7th International Conference on Terminology and Knowledge Engineering, TKE 2005, August 16, Copenhagen, Denmark. – P.9.

114. Wu St. Structured composition of semantic vectors. / St. Wu, W. Schuler // International Conference on Computational Semantics. – 2011. – pp. 295–304.

115. Mayo Clinic NLP–CORE: Semantic representations for textual similarity / S. Wu, D. Zhu, B. Carterette, H. Liu // Second Joint Conference on Lexical and Computational Semantics. – №1. – VI.2013. – pp.148–154.

116. Natural Language Processing: Integration of Automatic and Manual Analysis [Electronic resource]. — Technischen Universit of Darmstadt, 2014. — Available at: \www/URL: <http://tuprints.ulb.tudarmstadt.de/4151/1/rethesisfinal.pdf>.

117. Чайников С. И. Принципы организации вычислений на базе граф-модели предметной области / С. И Чайников, А. С. Солодовников // [Электронный ресурс]. – Доступ: \www/URL: <http://repo.knmu.edu.ua/bitstream/123456789/3099/1/%D1%81%D1%82%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D1%82.pdf>.

118. Mayflower. Ligguleo [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://lingualeo.com/ru/jungle/mayflower-4659#/page/1>.

119. Notepad++ [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <https://notepad-plus-plus.org/>.

120. Denning P. J. Origin of Virtual Machines and Other Virtualities / P. J. Denning // АНС, 2001. – Vol. 23. – № 3. – P. 73.

121. Denning P. J. Virtual Memory / P. J. Denning // Computing Surveys. – 1970, Vol. 2. – № 3 – Pp. 153 – 189.

122. Кнут Д. Е. Искусство программирования / Д. Е. Кнут // Т. 1. Основные алгоритмы. – М.: Вильмс, 2010 – 720 с.

123. Reducing Memory Fragmentation with Performance-optimized Dynamic Memory Allocators in Network Applications./ S. Mamagkakis, Ch. Baloukas, D. Atienza, F. Catthoor, D. Soudris, A. Thanailakis // Elsevier Science, 2005. – P. 15

124. Лісовенко А. І. Математична модель процесу формування зовнішньої фрагментації динамічної пам'яті / А. І. Лісовенко, О. М. Бевз // Новината за напреднали наука – 2013. – IX международная научно-практическая конференция, 17-25 травня 2013 р.: тези доповідей. – Софія, «БЯЛ ГРАД-БГ» ООД, 2013. – №55 – С. 28–33.

125. Лісовенко А. І. Методи розподілення пам'яті в сучасних комп'ютерних системах [Електронний ресурс] / А. І.Лісовенко // XLII науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств ВНТУ, 2013. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2013/inaeksu/txt/lisovenko.pdf>

126. Лінгвістичні та технологічні основи тлумачної лексикографії / В. А. Широков, В. М. Білоноженко, О. В. Булгаков, С. І. Волошина та ін.// – К.: Довіра, 2010. – 295 с.

127. Широков В. А. Інформаційна теорія лексикографічних систем / В. А. Широков // – К.: Довіра, 1998. – 331 с.

128. Широков В. А. Формалізація у галузі лінгвістики / В. А. Широков, О. Г. Рабулець // Актуальні проблеми української лінгвістики: теорія і практика : Зб. Праць. – К., 2002. – Вип. 5. – С 3–27.

129. Warshall St. A Theorem on Boolean Matrices / St. Warshall // J. ACM. – 1962. – pp. 11–12.

130. Packaging for confectionery industry made of polymer materials. [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: http://eng.anfol.ua/pages/korreksy_dlya_konfet.html.

131. Pareto V. Cours d'Économie Politique / V. Pareto // Nouvelle édition par G.-H. Bousquet et G. Busino, Librairie Droz, Geneva. – 1964. – pp. 299–345.

132. Jack London. White Fang [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: http://royallib.com/read/London_Jack/White_Fang.html#0 .

133. Лісовенко А. І. Підвищення ефективності динамічного розподілення пам'яті в оптоелектронних системах / А. І. Лісовенко, А. С. Васюра, О. М. Бевз // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології, ВНТУ, Вінниця, 2012. – №2(24) – С. 22–26.

134. Гребнев, Л. "Крест Маршалла": альтернативное обоснование и смежные вопросы / Л. Гребнев // – 2013 // Вопросы экономики. – 2013. – 2013 №2. – С.108–120.