

УДК 004.519.7 (045)

А. І. Вавіленкова, канд. техн. наук

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ЛОГІКО-ЛІНГВІСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕКСТОВОГО ДОКУМЕНТУ

***Анотація.** Проаналізовано актуальні проблеми обробки електронних текстів, виокремлено лінгвістичний аналіз як одну з найскладніших методологічних задач. Запропоновано логіко-лінгвістичну модель тексту як формальну модель представлення знань текстової інформації. На основі виявлення закономірностей створення логічних зв'язків у електронних текстах сформовано алгоритм побудови логіко-лінгвістичної моделі текстового документу.*

***Ключові слова:** лінгвістичний аналіз, семантична структура, логіко-лінгвістична модель, природна мова, засоби когезії, логічні зв'язки*

A. I. Vavilenkova, PhD.

AN ALGORITHM FOR CONSTRUCTING LOGICO-LINGUISTIC MODEL OF TEXT DOCUMENT

***Abstract.** The study analyzes the current problems of electronic text processing and linguistic analysis singled out as one of the most difficult methodological problems. Logic and linguistic model of text is proposed to be the formal model of knowledge representation of text information. Based on the identification of patterns of logical relationships in electronic texts it was created an algorithm for constructing logic and linguistic model of text document.*

***Keywords:** linguistic analysis, semantic structure, logic and linguistic model, natural language, means of cohesive, logical relationships*

A. И. Вавиленкова, канд. техн. наук

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ЛОГІКО-ЛІНГВІСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕКСТОВОГО ДОКУМЕНТА

***Аннотация.** Осуществлен анализ актуальных проблем обработки электронных текстов, лингвистический анализ текста выделен как одна из самых сложных методологических задач. Предложена логико-лингвистическая модель текста как формальная модель представления знаний текстовой информации. На основании закономерностей построения логических связей в электронных текстах создан алгоритм построения логико-лингвистической модели текстового документа.*

***Ключевые слова:** лингвистический анализ, семантическая структура, логико-лингвистическая модель, естественный язык, способы когезии, логические связи*

Вступ. Постійне зростання кількості електронних документів спричиняє дублювання матеріалів в інформаційних мережах. У зв'язку з цим у всіх сферах соціального середовища виникає проблема появи ідентичних за змістом копій документів. Так, в освіті – це плагіат курсових та дипломних робіт, у політичній сфері – створення суперечливих законопроектів, в інформаційних технологіях – відсутність можливості здійснення коректної пошукової оптимізації, в економіці – створення однотипних проектів та ін. Все це відбувається через відсутність засобів автоматичного аналізу текстових електронних документів за змістом.

Адже, існуючі системи обробки текстової інформації здатні здійснювати пошук дублікатів лише використовуючи статистичні методи.

Тому сьогодні важливою темою є розробка як теоретичної основи, так і практичних засобів автоматичного лінгвістичного аналізу текстових документів, що дасть можливість аналізувати тексти за змістом, а також знаходити в електронних документах логічні протиріччя та збіги. Тобто необхідним є виведення на ринок нового програмного забезпечення, що покращить рівень захисту інтелектуальної власності в освіті, науці, законотворчості, патентуванні, інноваційній діяльності; підвищить відсоток релевантних відповідей на запити користувачів у сучасних пошукових системах; збільшить швидкість перевірки дисертаційних та дипломних робіт у вищих навчальних закладах та атестаційній комісії України; підвищить точність відшукування дублікатів серед електронних документів, а також зменшить об'єм ресурсів, що використовуються сьогодні для здійснення аналітичної обробки текстів.

© Вавіленкова А.І., 2014

Текст вважається універсальним засобом представлення, накопичення та передачі знань, тому технології роботи з природно-мовними текстами завжди вважалися найважливішими для штучного інтелекту [1].

Лінгвістичний аналіз тексту є однією з найскладніших методологічних задач, адже текст – це засіб передачі складної суми змістів, один із варіантів нескінченної кількості комбінацій у мові [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сьогодні радянськими та зарубіжними ученими здійснюється багато спроб створити програмне забезпечення, яке дозволило б працювати зі знаннями. Так, у своєму курсі лекцій «Комп'ютерна лінгвістика» В. Селегей дає характеристику сучасним статистичним підходам для обробки текстової інформації, а також пропонує новий підхід для машинного навчання – на розмічених корпусах [3]. Широков В.А. у своїй теорії пропонує загальну формулу семантичного стану для одиниць лексичного рівня [4]. Dirk Geeraerts, Rene Dirven [5] та V. Evans, M. Green [6] у працях з когнітивної лінгвістики пропонують різносторонні підходи до граматичного аналізу текстів, проте зміст тексту при цьому не враховується.

У свою чергу філологи проводять лінгвістичний аналіз текстів шляхом пошуку закономірностей побудови текстових документів різних стилів [7]. Наприклад, американські комп'ютерні лінгвісти Dan Jurafsky та Christopher Manning пропонують схеми алгоритмів пошуку синонімів з використанням кількісних величин (відстані між концептами у тезаурусі) [8].

Спробами об'єднати теоретичні основи лінгвістики та інформаційних технологій є створена уніфікована формула логіко-лінгвістичної моделі речення природної мови [9]. Саме ці розробки послужили основою для створення логіко-лінгвістичної моделі текстового документу, алгоритм створення якої описується у статті.

Формулювання цілей статті

Автоматизувати процес лінгвістичного аналізу текстових документів можна лише шляхом роботи з формалізованою змістовною моделлю тексту. Для цього необхідно

дослідити семантико-синтаксичну структуру текстів; створити базу знань, що міститиме правила формування логічних зв'язків між структурними елементами текстів; сформулювати змістовну модель тексту як аналог математичних моделей, що досліджуються за допомогою чисельних методів; розробити алгоритм побудови логіко-лінгвістичної моделі електронного документу.

Одна з теорій, що трактує онтологічний статус тексту, це концепція І. Р. Гальперіна [2], за якою текст – це деяке утворення, до якого можна застосувати методи та прийоми граматичних досліджень, метою яких є виявлення закономірностей, без яких неможливо досягнути природу створення текстових документів в цілому.

Таким чином, основним завданням, яке вирішується у статті, є створення алгоритму побудови логіко-лінгвістичної моделі тексту.

Виклад основного матеріалу дослідження

Якщо розглядати текст як семантичну структуру, то головною проблемою, яку необхідно вирішити при побудові логіко-лінгвістичної моделі, – сегментувати зміст тексту, класифікувати кванти інформації, що утворюють зміст. Адже, різні елементарні текстові фрагменти співвідносяться з ситуаціями, формуючи ієрархію семантичних складових. Таким чином, у розрізі семантичного простору текст розглядається як сукупність лінійно розташованих знаків та як сукупність змістів. Запропонований у статті алгоритм враховує обидві ці позиції шляхом аналізу логіко-лінгвістичних моделей речень, що формують текст.

Логіко-лінгвістична модель текстового документу – це абстрактна модель, яка об'єднує в собі властивості тексту та його складових частин, відображає взаємозв'язки між структурними компонентами, представляє собою впорядковану четвірку [10]:

$$t = \langle C, F, B, A \rangle, \quad (1)$$

де $t \in T$ – конкретний електронний текст із всієї множини текстів; $C = \{c_1, \dots, c_i, \dots, c_n\}$ – множина існуючих типів текстів, $i = \overline{1, n}$, n – кількість типів;

$F = \{f_1, \dots, f_j, \dots, f_m\}$ – множина складних синтаксичних частин тексту, $j = \overline{1, m}$, m – кількість складних синтаксичних частин;
 B – текстова база, що складається з набору ключових слів тексту та взаємопов'язаних пропозицій; $A = \{a_1, \dots, a_k, \dots, a_q\}$ – множина абзаців тексту, $k = \overline{1, q}$, q – кількість абзаців.

Алгоритм побудови логіко-лінгвістичної моделі тексту складається з таких кроків (рис. 1).

1. Членування тексту. На даному етапі відбувається побудова схематичної структури

ри документу, тобто текст розбивається на розділи, частини, абзаци, а абзаци в свою чергу – на речення. Членування тексту – це суто технічний крок, на якому не враховуються синтаксичні та семантичні зв'язки.

2. Визначення ключових слів та словосполучень. Цей крок дає можливість частково побудувати текстову базу та з'ясувати тематику тексту:

$$B = \langle K, SJ, D \rangle,$$

де K – множина ключових слів тексту; SJ – множина ключових словосполучень тексту $S_j, j = \overline{1, m}$; D – множина пропозицій.

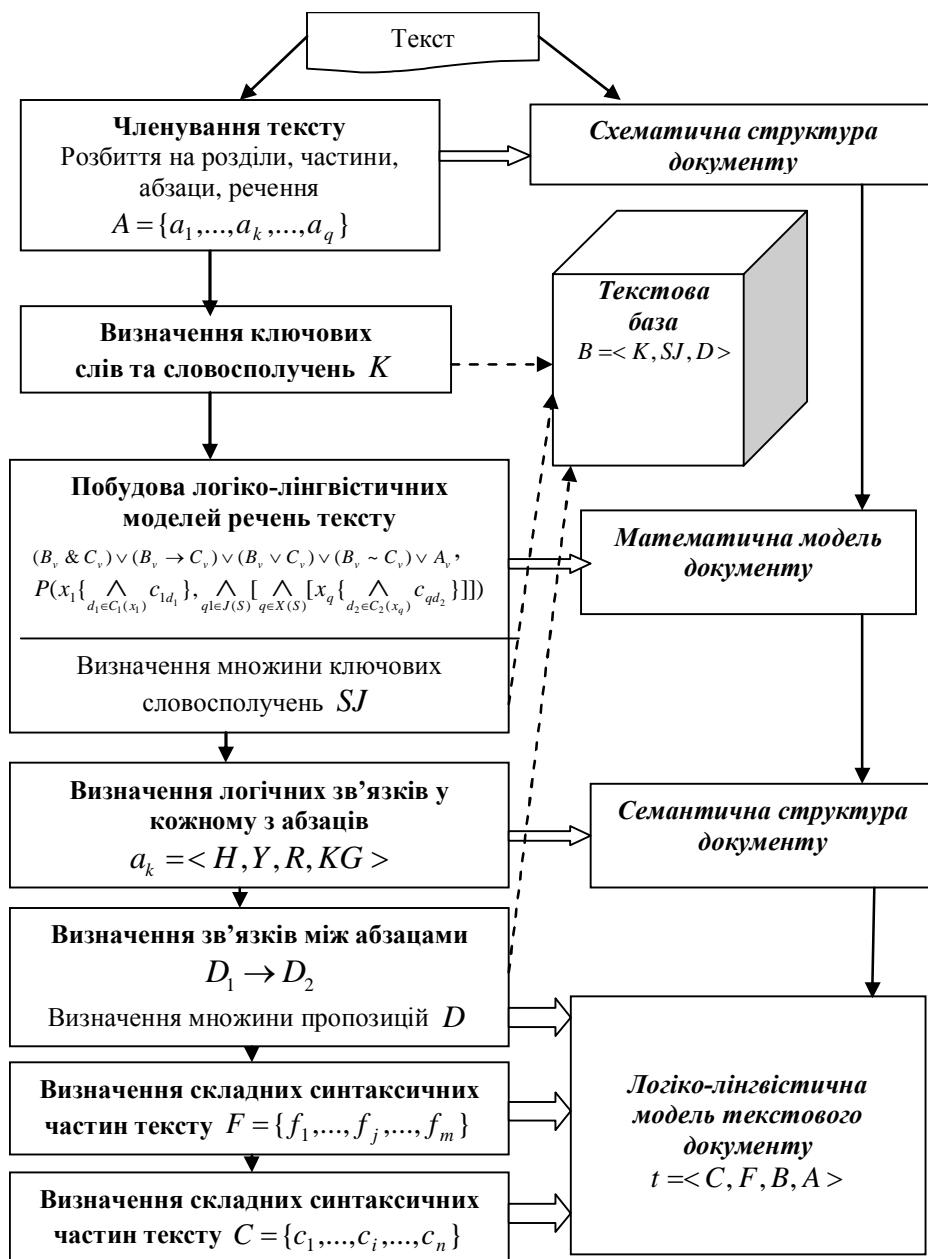


Рис. 1. Схема побудови логіко-лінгвістичної моделі тексту

3. Побудова логіко-лінгвістичних моделей речень тексту. На даному етапі застосовується метод автоматизованої побудови логіко-лінгвістичних моделей текстової інформації, в результаті чого кожне речення перетворюється в логічну формулу [11].

Також продовжує формуватися текстова база, в яку входять синтаксичні конструкції, виявлені при формуванні логіко-лінгвістичних моделей (словосполучення).

4. Визначення логічних зв'язків у кожному з абзаців $a_k \in A$. На даному етапі аналізуються логіко-лінгвістичні моделі речень природної мови, побудовані на третьому кроці алгоритму та визначаються засоби когезії, що використані в абзаці $a_k \in A, k = \overline{1, q}$.

Ланцюговий зв'язок – думка проходить від одного речення до іншого та здійснюється зазвичай при повторі слова з попереднього речення.

Паралельний зв'язок – полягає у вживанні речень, в яких однаковий порядок слів та однотипні граматичні форми вираження членів речення.

За Ф. Данешом розрізняють п'ять видів **тематичних прогресій** (абстрактних моделей, що лежать в основі побудови текстів), які вживаються в текстах у вигляді комбінацій [12].

Проста лінійна прогресія – для неї характерне послідовне розгортання інформації, коли рема попереднього речення стає темою наступного речення. Тобто розгортання тексту відбувається від даного (теми) до нового (реми).

Прогресія з наскрізною темою – характеризується наявністю однієї теми, що повторюється у кожному реченні тексту. Таким чином, одна і та сама тема пронизує весь текст. У моделі такої прогресії перший елемент тематичного ланцюга може бути факультативним.

Прогресія з похідними темами – кожне речення тексту, не маючи у своєму складі елементів послідовної лематизації (перший тип тематичних прогресій) або наскрізної тематизації (другий тип), використовується для вираження загальної тематичної направленості тексту. Тобто ряд окремих тем роз-

криває одну загальну гіпертему, яка може бути названа у тексті, а може бути відсутня.

Прогресія з розщепленою темою – основу складає подвійна рема, компоненти якої при тематизації утворюють початкові точки для розвитку окремих тематичних прогресій:

Прогресія з тематичним стрибком – передбачає наявність розриву в тематичному ланцюгу, який можна відновити з контексту:

У реальних текстах тематичні лінії переплітаються по-різному, тому вище перераховані тематичні прогресії не можуть охопити всі види зв'язків у тексті. Проте тематичні прогресії використовують для спостереження за рухом інформації у тексті.

Залежно від лексико-граматичного представлення реми, розрізняють [13] шість тематичних домінант: предметна, статальна, динамічна, якісна, імпресивна, комбінована.

Зважаючи на всі перераховані вище типи зв'язків, кожен абзац a_k можна представити у вигляді четвірки:

$$a_k = \langle H, Y, R, KG \rangle,$$

де $H = \{1, 2\}$ – множина типів зв'язків між реченнями (ланцюговий чи паралельний);

$Y = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ – множина типів тематичних прогресій, що вжиті у абзаці $a_k \in A$;

$R = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ – множина рематичних домінант у абзаці $a_k \in A$; KG – одновимірний масив засобів когезії, що використовуються у даному абзаці [10].

5. Визначення зв'язків між абзацами
Призначення реми у тексті полягає не лише у репрезентації нового змісту та актуалізації комунікативної значимості інформації, але і в організації семантики тексту. За межами речення рема вступає в змістовні зв'язки з ремами сусідніх речень, при цьому вона створює рематичну домінанту текстового фрагменту, що сигналізує її семантичну єдність. Аналогічно попередньому етапу уже не речення, а абзаци піддаються перевірці на засоби когезії.

Відбувається остаточне формування текстової бази, в яку входять пропозиції, сформовані на основі отриманих зв'язків між абзацами тексту:

$$D_1 \rightarrow D_2,$$

D_1 – частину тексту з абзацу $a_k \in A$, що за змістом передує або з якої випливає частина тексту D_2 з абзацу $a_{k+1} \in A$, $k = \overline{1, q}$.

6. Визначення складних синтаксичних частин тексту $f_j \in F$, $F = \{f_1, \dots, f_j, \dots, f_m\}$.

В результаті отриманих зв'язків між абзацами на попередньому етапі алгоритму текст ділиться на складні синтаксичні частини (контекстно-варіативне членування).

7. Визначення типу тексту c_i . На основі визначених на попередніх етапах типах змістовних зв'язків між складними та простими синтаксичними конструкціями, визначається тип тексту $c_i \in C$, $C = \{c_1, \dots, c_i, \dots, c_n\}$ – множина існуючих типів текстів, $i = \overline{1, n}$, n – кількість типів.

Кожен тип тексту має свої мовні та когнітивні особливості, на основі чого для кожного з них можна побудувати текстову базу та ситуаційну модель. Властивості тексту як єдиного цілого визначаються особливими цілями, які переслідує його автор.

Нехай потрібно зробити лінгвістичний аналіз наступного фрагменту тексту.

«Аналогічні спроби лексикографування семантичних структур не лише відбивають загальну тенденцію до лексикографічного опису всіх мовних явищ, а й відповідають потребам практики щодо розроблення найдосконаліших систем лінгвістичного забезпечення.

Із викладеного випливає методологічна коректність включення одиниць будь-якого мовного рівня до складу елементарних інформаційно-лексикографічних одиниць тієї чи іншої лексикографічної системи. У такий спосіб лексикографуються семантичні, синтаксичні, когнітивні та інші структури, які, як правило, не мають безпосереднього вербального представлення в системі природної мови. До такого типу робіт близькі й праці зі створення словників: ідеографічних, дієслівного керування, еквівалентів слів, фразеологізмів тощо» [4].

1. Відбувається членування тексту, зокрема визначено, що це уривок тексту, скла-

дається з однієї частини, двох абзаців та чотирьох речень.

2. На другому кроці визначається множина ключових слів: «лексикографування», «семантичні», «структури», «лексикографічна», «лінгвістичне», «мовних», «синтаксичні», «когнітивні». Всі ці слова утворюють множину K .

3. Логіко-лінгвістичні моделі для даного фрагменту тексту матимуть вигляд:

– лише & відбивають (спроби {аналогічні}[лексикографування [структур {семантичних}]], тенденцію {загальну[опису {лексикографічного}[явищ{всіх & мовних}]]} & відповідають (спроби {аналогічні} [лексикографування [структур {семантичних}]], потребам[практики [розроблення {найдосконаліших}[систем[забезпечення {лінгвістичного}]]]]]);

Впливає (коректність{методологічна}, включення [одиниць {будь-якого& мовного}[рівня [складу{елементарних & інформаційно-лексикографічних}[одиниць [системи {тієї & іншої & лексикографічної}]]]]]);

Лексикографуються (структури {семантичні & синтаксичні & когнітивні&інші}, спосіб {такий}) ~ ⊢ мають (структури {семантичні & синтаксичні & когнітивні&інші}, представлення {безпосереднього&вербального} [системі [мови {природної}]]]);

Близькі (праці [створення[словників {ідеографічних & дієслівного [керування]& еквівалентів [слів] & фразеологізмів]]], робіт [лексикографування]).

До множини ключових словосполучень SJ входять: «лексикографування семантичних структур», «лексикографічного опису», «систем лінгвістичного забезпечення», «лексикографічної системи», «семантичні структури», «синтаксичні структури», «когнітивні структури», «системі природної мови».

4. Визначаються логічні зв'язки у кожному з абзаців.

Для тексту, що розглядається, множина абзаців представляє собою $A = \{a_1, a_2\}$.

Перший абзац характеризується четвіркою:

$$a_1 = \langle 1, 1, 6, \left\{ \begin{array}{l} \text{еліпсис, дискурс_слова,} \\ \text{тематич_повтор} \end{array} \right\} \rangle$$

Тобто, у абзаці використано ланцюговий тип зв'язку, проста лінійна прогресія, вжито комбіновану домінанту (предметну та якісну), одновимірний масив засобів когезії включає еліпсис (внаслідок чого друга частина логіко-лінгвістичної моделі містить той самий суб'єкт, що і перша частина), дискурсивне слово «а» та тематичне повторення (слово «лексикографування» вжито у різних формах).

У другому абзаці також використано ланцюговий тип зв'язку, проста лінійна прогресія, вжито предметну домінанту, масив засобів когезії включає в себе дискурсивні слова «такий», «які», «такого»; вставні слова «як правило»; єдність граматичних значень. Тому другий абзац можна охарактеризувати наступною четвіркою:

$$a_2 = \langle 1, 1, 1, \left\{ \begin{array}{l} \text{дискурс_слова, вставні_слова,} \\ \text{єдність_грам_значень} \end{array} \right\} \rangle$$

Визначаються зв'язки між абзацами. У даному випадку a_1 і a_2 пов'язані за допомогою тематичного повторення. Також їх пов'язує комбінована домінанта (предметна та якісна).

На цьому ж етапі відбувається остаточне формування текстової бази, в яку входять пропозиції, сформовані на основі отриманих зв'язків між абзацами тексту:

«Система лінгвістичного забезпечення»
→ «лексикографічна система»;

«лексикографування семантичних структур» → «створення словників».

5. Увесь текст складається із однієї складної синтаксичної частини f_1 .

6. Для даного тексту характерна точність, однозначність слова, у різних абзацах часто повторюються ключові слова, у тексті переважають іменники, а також сполучення «іменник + іменник у Р.в.» та «дієслово + іменник у Р.в.», тому даний текст наукового стилю, $c_1 = 1$.

Висновки

Процес автоматичного вилучення знань з текстової інформації супроводжується аналізом змістовної структури текстового документу. Це не можливо без побудови формальної моделі тексту. Такою формальною мо-

деллю може стати запропонована автором статті логіко-лінгвістична модель текстового документу. Вона будується на основі проведення лінгвістичного аналізу. Ключовим моментом у його здійсненні є простеження логічних зв'язків між структурними частинами тексту.

На основі роботи алгоритму побудови логіко-лінгвістичної моделі текстового документу створено комп'ютерну технологію лінгвістичного аналізу електронних документів. Результатами роботи даної технології є формальні моделі текстових документів, сформовані за єдиним принципом, що дозволяє порівнювати електронні документи за змістом та вилучати з них знання. Із застосуванням розробленого алгоритму ефективність порівняння текстових документів за змістом зросла на 6% в порівнянні з попередніми результатами роботи комп'ютерної технології порівняльного аналізу.

Алгоритм побудови логіко-лінгвістичної моделі текстового документу створено на основі синтезу знань, отриманих зі структурної лінгвістики та теорії баз даних.

Список використаної літератури

1. Глазков А. Текст и текстуальность [Электронный ресурс] / А. Глазков. – 2009. – Режим доступа к журн.: zaw-kaf.narod.ru/text.htm (24.06.2014).

2. Гальперин И. Р. Текст как объект лингвистического исследования. Изд. 5-тое, стереотипное / И. Р. Гальперин. – М. : КомКнига, 2007. – 144 с.

3. Селегей В. От автоматической обработки текста к машинному пониманию [Электронный ресурс] / В. Селегей. – М., 2013, Режим доступа к журн.: http://polit.ru/article/2013/03/26/vladimir_seleгей/ (30.03.2013).

4. 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.

5. Dirk Geeraerts, Rene Dirven, and John R., (2006), Taylor Cognitive linguistics: Basic

Readings Research, Berlin-New York, *Publ. Mouton de cruyter*, 486 p.

6. Evans V., and Green M. (2006), *Cognitive Linguistics*, *Edinburg: Edinburg University Press Publ.*, 830 p.

7. Лайонз Дж. Лингвистическая семантика: [монография] / Дж. Дайонз. – М. : Языки славянской культуры, 2003. – 400 с.

8. Dan Jurafsky, and Christopher Manning, (2012), *Natural Language Processing*, Available at: <https://www.coursera.org/course/nlp> (accessed 15.05.2014).

9. Вавіленкова А. І. Извлечение смысла из предложений естественного языка / А. І. Вавіленкова // Программные продукты и системы. – Тверь : Главная редакция международного журнала НИИ "Центрпрограммсистем". – 2012. – № 4(100). – С. 87 – 90.

10. Вавіленкова А. І. Теоретичні основи аналізу електронних текстів: [монографія] / А. І. Вавіленкова, Д. В.Ланде, О. Є. Литвиненко. – К. : НАУ, 2014. – 258 с.

11. Вавіленкова А. І. Методи та алгоритми автоматизованого формування логіко-лінгвістичних моделей текстової інформації: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.13.06 / НАН України, Інститут проблем математичних машин і систем. – Київ, 2010. – 20 с.

12. Філіппов К. А. Лингвистика текста: [курс лекцій] / К. А. Філіппов. – СПб. : Изд-во С.-Петербуржского университета, 2008. – 336 с.

13. Головкина С. Х. Лингвистический анализ текста // С. Х. Головкина, С. Н. Смольников. – Вологда : Издательский центр ВИРО, 2006. – 124с.

References

1. Glazkov A. *Tekst i tekstualnost* [Text and Textuality], 2009 (in Russian). Available at: zaw kaf.narod.ru/text.htm (accessed 26.04.2014).

2. Galperin I.R. *Tekst kak objekt lingvистического issledovaniya* [Text as an Object of Linguistic Research], (2007), Moscow, Russian Federation, *Komkniga Publ.*, 144 p (In Russian).

3. Selegey V. *Ot avtomaticheskoy obrabotki teksta k mashinnomy ponimaniyu* [From Automatic Text Processing to Machine Understanding], (2013) (In Russian). Available at: http://polit.ru/article/2013/03/26/vladimir_selegey/ (accessed 30.03.2013).

4. Shirokov V.A., Bilonozhenko V.M., and Bugakov O.V. *Lingvistichni ta tehnologichni osnovu tлумachnoi leksukografii* [Linguistic and Technological Bases of Interpretative Lexicography], (2010), Kiev, Ukraine, *Dovira Publ.*, 295 p (In Ukraine).

5. Dirk Geeraerts, Rene Dirven, and John R., (2006), *Taylor Cognitive Linguistics: Basic Readings Research*, Berlin-New York, *Publ. Mouton de cruyter*, 486 p (In English).

6. Evans V., and Green M., (2006), *Cognitive Linguistics*, *Edinburg: Edinburg University Press Publ.*, 830p (In English).

7. Layons D. *Lingvisticheskaya semantika* [Linguistic Semantics], Moscow, Russian Federation, *Languages Slavic Culture Publ.*: 2003, 400 p (In Russian).

8. Dan Jurafsky, (2012), Christopher Manning, *Natural Language Processing* (In English). Available at: <https://www.coursera.org/course/nlp> (accessed 15.05.2014).

9. Vavilenkova A.I. *Iz vlecheniy estestvennogo yazuka* [Extracting Meaning from Sentences of Natural Language], (2012), *Program Products and Systems*, Tver, Russian Federation, No. 4 (100), pp. 87–90 (In Russian)/

Отримано 26.05.2014

10. Vavilenkova A.I., Lande D.V., and Litvinenko O.E. *Teoretichni osnovu analizu elektronnykh tekstiv* [Theoretical Basis of Analysis of Electronic Texts], (2014), Kiev: Ukraine, *NAU Publ.*, 258 p. (In Ukraine).

11. Vavilenkova A.I. *Metodu ta algoritmu avtomatuvanogo formuvannya logoko-lingvistichnykh modeley tekstovoi informatsii* [Methods and Algorithms for Automated Generation of Logic and Linguistic models of Text Information], (2010), Avtoreferat, Kiev, Ukraine, 20 p (In Ukraine).

12. Phillipov K.A. *Lingvistika teksta* [Text Linguistics], (2008), St. Petersburg, Russian Federation, *St. Petersburg University Publ.*, 336 p (In Russia).

13. Golovkina C. Kh., and Smolnikov C.N. *Lingvisticheskiy analiz teksta* [Linguistical Text Analysis], (2006), Vologda, Russian Federation, *VIRO Publ.*, 124 p (In Russia).



Вавіленкова
Анастасія Ігорівна,
канд. техн. наук, доц.
каф. комп'ютеризова-
них систем управління
Інституту комп'ютер-
них інформаційних те-
хнологій, Нац. авіацій-
ного ун-ту.
E-mail:
a_vavilenkova@mail.ru