

УДК 004.9

А. Ю. МИХАЙЛЮК¹, О. С. МИХАЙЛЮК², Л. М. ОГНІВЧУК³, В. П. ТАРАСЕНКО⁴^{1,3} *Київський Університет імені Бориса Грінченка, Україна*^{2,4} *Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна*

ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕФЕРУВАННЯ ТЕКСТУ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ІЄРАРХІЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Пропонується підхід до побудови системи автоматичного реферування (АР) тексту на основі ієрархічної нечіткої нейронної мережі (ІННМ), котрий орієнтується як на структурні, так і на неструктурні ознаки екстрагування на різних рівнях організації тексту із врахуванням зв'язності тексту первинного документа, що дозволяє крім статистичної інформації врахувати також організаційну та синтаксично-семантичну структуру тексту. Розглядається математичний апарат ІННМ та алгоритм її навчання для розв'язання задачі АР тексту. Виконано експеримент в програмі Matlab для апробації ІННМ і перевірки її ефективності. Показано, що якість реферату, отриманого за допомогою розробленого методу, вища в порівнянні з рефератом, отриманим за допомогою традиційних статистичних методів.

Ключові слова: автоматичне реферування тексту, ієрархічна нечітка нейронна мережа, ознаки екстрагування.

1. Постановка задачі

В умовах суспільства знань для успішної професійної діяльності практично у будь-якій галузі необхідне постійне опрацювання великих обсягів інформації, поданої у формі електронних документів, що все частіше призводить до залучення засобів оперативного розкриття змісту першоджерел. Реферування тексту дає можливість користувачеві швидко зрозуміти та знайти корисну інформацію з величезного обсягу тексту [1].

У наш час багато провідних дослідників та наукових шкіл пропонують свій теоретичний апарат в галузі автоматичного реферування (АР) текстів. Однак із зростанням попиту зростають і вимоги користувачів, які функціональність сучасних засобів реферування не завжди може задовольнити. Це в свою чергу призводить до виявлення недоліків в існуючих та до розробки нових більш ефективних методів реферування.

Переважає більшість сучасних систем АР працює на основі екстрактного підходу [2], коли реферат формується за рахунок вибору важливих речень з документу, що аналізується. Важливість речень визначається через статистичні та мовні особливості цих речень [3].

Аналіз методів екстрагування, які відносяться до різних умовно виділених класів таких методів: поверхневі методи [4], методи побудови тематичної

структури [5], методи на основі теоретико-графового підходу [6], клас методів на основі машинного навчання [7], методи оптимізації рефератів [8], показує, що в більшості систем надається перевага лише неструктурним ознакам екстрагування.

Для більш точного визначення оцінки важливості речень документу для реферату пропонується максимально використовувати всю доступну інформацію з різних рівнів організації тексту, особливих форм його організації та із врахуванням зв'язності тексту первинного документа, тобто враховувати як структурні так і неструктурні ознаки екстрагування.

Наступним кроком є вибір математичного апарату, який з одного боку – дозволив би максимально наблизити оцінку важливості речень вихідного тексту до експертної оцінки, а з іншого – вдало поєднував би як структурні так і не структурні ознаки екстрагування.

В результаті проведеного огляду, виділено теорію нечітких множин. Перевага в застосуванні нечіткої логіки для автоматичного узагальнення тексту полягає в тому, що вона здатна впоратися з неточною та нецілісною лінгвістичною інформацією. Вихідною моделлю для нечіткої логіки є людське мислення, а тому за рахунок використання нечіткої бази правил можна максимально наблизити оцінку важливості речень вихідного тексту до експертної оцінки.

Проведено наступний огляд систем реферування, побудованих на основі методів нечіткої логіки. У роботі [9] запропоновано метод реферування на основі нечіткого логічного виводу у поєднанні з генетичним алгоритмом та генетичним програмуванням. Показано, що у порівнянні із MS Word Summarizer та Copernic Summarizer створена система продемонструвала кращі результати. У роботі [10] запропоновано метод реферування на основі нечіткого логічного виводу, при цьому для точності побудови нечіткої бази правил створено декілька аналізаторів на основі нечіткого логічного виводу. Показано, що у порівнянні із MS Word Summarizer, Copernic Summarizer, SweSum та Pertinence створена система отримала кращі результати. У роботі [11] автор поєднує метод клітинного автомата для визначення подібності між реченнями, метод рою часток для визначення ваги ознак екстрагування та нечіткий логічний вивід для визначення оцінки важливості речень. Показано, що у порівнянні із статистичними методами цей метод працює значно краще.

Серед методів машинного навчання, які найкраще співпрацюють з нечіткою логікою, виділяються нейронні мережі [12]. Перевагою гібридних нечітких нейронних систем є гнучкість, здатність до адаптації за рахунок різних методів навчання, простота реалізації, зручність при налаштуванні [13, 14]. Оскільки нечіткі системи працюють зі слабо структурованою якісною інформацією, а нейронні мережі використовують тільки кількісну інформацію, об'єднання цих двох методів дозволить використовувати всю доступну інформацію про зміст тексту. Технологія, розроблена на цій основі, об'єднує відповідним чином здатність нейронних мереж до самонавчання і здатність нечітких систем обробляти якісну інформацію. Такі системи не тільки використовують апіорну інформацію, але можуть здобувати нові знання, будучи логічно прозорими.

Оскільки складність обчислення в нечітких системах зростає із зростанням кількості вхідних змінних, пропонується розглядати ієрархічну нечітку нейронну мережу, на основі класифікованого набору ознак екстрагування.

В результаті проведеного огляду систем реферування побудованих на основі методів нечіткої логіки виявлено, що вибір і ранжування ознак екстрагування є суб'єктивним, а тому впливати на нього в кінцевому рахунку інші суб'єкти не мають змоги.

Отже, пропонується підхід до побудови системи реферування на основі ієрархічної нечіткої нейронної мережі, яка орієнтується як на структурні, так і на неструктурні ознаки екстрагування на різних рівнях організації тексту із врахуванням зв'язності тексту первинного документа, що дозволить крім статистичної інформації враховувати та-

кож організаційну та синтаксично-семантичну структуру тексту. Застосування апарату теорії нечітких множин дозволить максимально наблизити оцінку важливості речень вихідного тексту до експертної оцінки. При цьому планується надати можливість користувачеві управляти створюваною системою за рахунок налаштування в режимі on-line параметрів вагових коефіцієнтів ознак екстрагування.

Метою даної роботи є:

- провести класифікацію ознак екстрагування;
- запропонувати математичний апарат ієрархічної нечіткої нейронної мережі на основі класифікованого набору ознак екстрагування;
- побудувати алгоритм навчання ієрархічної нечіткої нейронної мережі для задачі AP тексту.

2. Формування ієрархічного набору ознак екстрагування

Згрупуємо виражені неструктурні та структурні ознаки екстрагування, які використовуються в різних наукових дослідженнях, існуючих методах реферування та рекомендаціях по створенню ручних рефератів для отримання їх вичерпної класифікації (рис. 1). Розглянуті ознаки екстрагування, які найбільш тісно пов'язані одна з одною на відповідному рівні організації тексту, пропонується об'єднати у вісім ключових груп.

Позначимо через $x_{p,i}$ вхідні ознаки екстрагування, де $p = 1, \dots, 9$, $i = 1, \dots, N_{x,y_p}$, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_p\}$ – множина ключових груп ознак екстрагування, де p – загальна кількість груп. N_{x,y_p} – загальна кількість ознак екстрагування у відповідній групі.

$$y_1 = \{x_{1,1}, x_{1,2}, x_{1,3}, x_{1,4}, x_{1,5}\}, y_2 = \{x_{2,1}, x_{2,2}, x_{2,3}\},$$

$$y_3 = \{x_{3,1}, x_{3,2}, x_{3,3}, x_{3,4}, x_{3,5}\}, y_4 = \{x_{4,1}, x_{4,2}\},$$

$$y_5 = \{x_{5,1}, x_{5,2}, x_{5,3}\}, y_6 = \{x_{6,1}, x_{6,2}\},$$

$$y_7 = \{x_{7,1}, x_{7,2}, x_{7,3}, x_{7,4}\}, y_8 = \{x_{8,1}\}.$$

Розглядається класифікований набір ознак екстрагування для обчислення оцінок речень:

1) y_1 – загальна оцінка речення за наявністю у ньому бонусних слів:

– $x_{1,1}$ – оцінка речення за наявністю позитивних ключових слів,

– $x_{1,2}$ – оцінка речення за наявністю числових даних,

– $x_{1,3}$ – оцінка речення за наявністю власних назв,

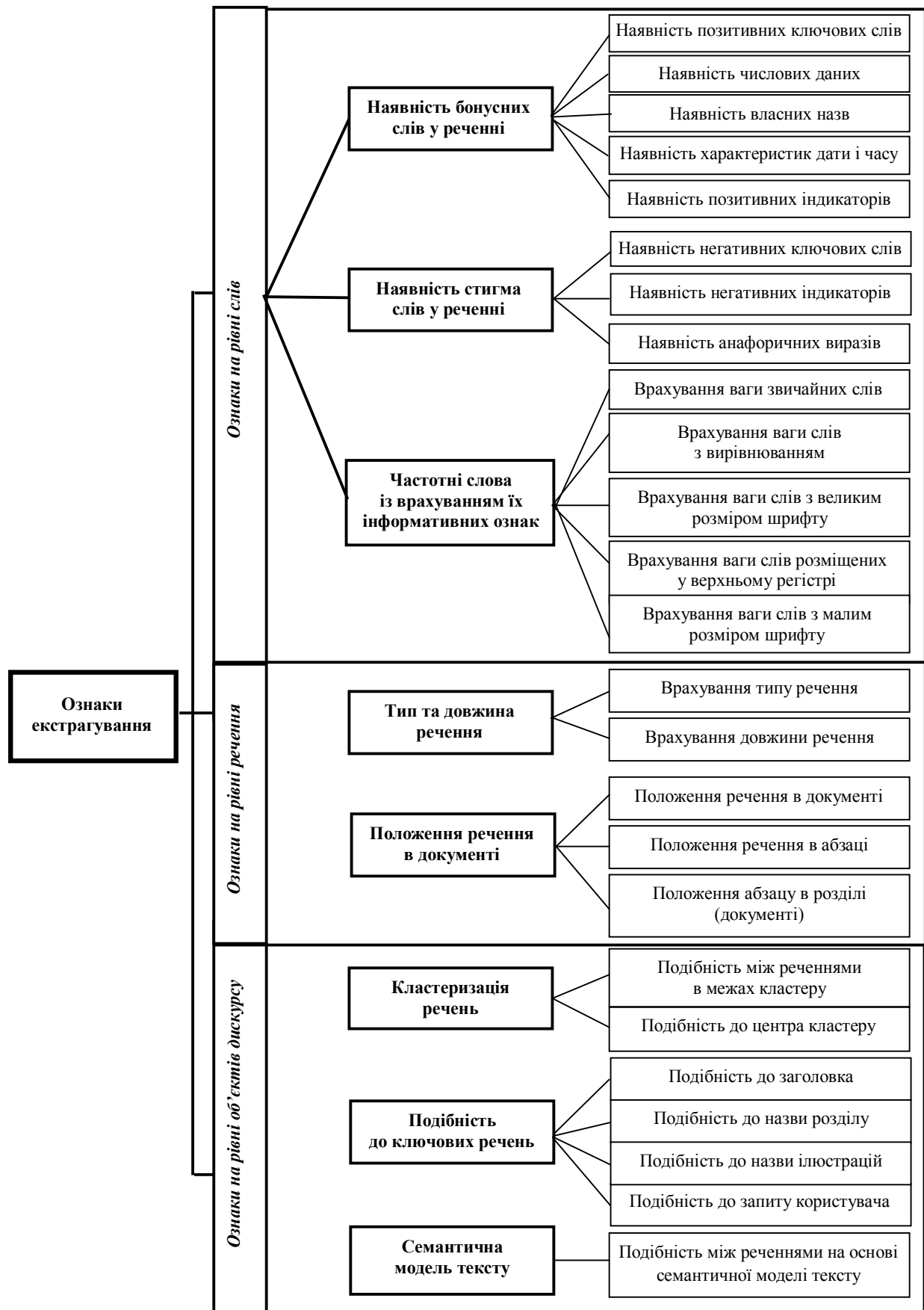


Рис. 1. Класифікація ознак екстрагування

– $x_{1,4}$ – оцінка речення за наявністю характеристик дати і часу,

– $x_{1,5}$ – оцінка речення за наявністю індикаторів позитивного значення,

2) y_2 – загальна оцінка речення за наявністю у ньому стигма слів:

– $x_{2,1}$ – оцінка речення за наявністю негативних ключових слів;

– $x_{2,2}$ – оцінка речення за наявністю індикаторів негативного значення;

– $x_{2,3}$ – оцінка речення за наявністю анафоричних виразів,

3) y_3 – загальна оцінка речення на основі ваги частотних слів із врахуванням їх інформативних ознак:

– $x_{3,1}$ – оцінка речення на основі ваги слів із звичайним типом накреслення,

– $x_{3,2}$ – оцінка речення на основі ваги слів з виділенням (підкреслений, курсив, напівжирний),

– $x_{3,3}$ – оцінка речення на основі ваги слів з великим розміром шрифту,

– $x_{3,4}$ – оцінка речення на основі ваги слів, розміщених у верхньому регістрі,

– $x_{3,5}$ – оцінка речення на основі ваги слів з малим розміром шрифту,

4) y_4 – загальна оцінка речення за його типом та довжиною:

– $x_{4,1}$ – оцінка речення за його типом,

– $x_{4,2}$ – оцінка речення за його довжиною,

5) y_5 – загальна оцінка речення за його положенням в документі:

– $x_{5,1}$ – оцінка речення за його положенням в документі,

– $x_{5,2}$ – оцінка речення за його положенням в абзаці,

– $x_{5,3}$ – оцінка речення за положенням абзацу, в якому воно знаходиться, в розділі (документі),

6) y_6 – загальна оцінка речення за подібністю між реченнями на основі попередньої їх кластеризації:

– $x_{6,1}$ – оцінка речення за подібністю між реченнями в межах кластеру,

– $x_{6,2}$ – оцінка речення за подібністю до центра кластеру,

7) y_7 – загальна оцінка речення за подібністю між реченнями документу та ключовими реченнями, пов'язаними з документом:

– $x_{7,1}$ – оцінка речення за подібністю до заголовка,

– $x_{7,2}$ – оцінка речення за подібністю до назви розділу,

– $x_{7,3}$ – оцінка речення за подібністю до назви ілюстрацій, таблиць,

– $x_{7,4}$ – оцінка речення за подібністю до запиту користувача,

8) y_8 – загальна оцінка речення за подібністю між реченнями на основі семантичної моделі тексту:

– $x_{8,1}$ – оцінка речення за подібністю між реченнями на основі семантичної моделі тексту.

3. Побудова нечіткої ієрархічної нейронної мережі для задачі автоматичного реферування тексту

Базовими поняттями в теорії нечітких множин є поняття функції належності та лінгвістичної змінної.

Нехай $D = \{S_k, k = \overline{1, K}\}$ – множина речень документа, K – загальна кількість речень в документі. Кожен елемент цієї множини характеризується загальним показником y (оцінкою важливості або рангом речення) у вигляді лінгвістичної змінної (ЛЗ), яка визначається кортежем

$$\langle B, B_j, j = \overline{1, 5}; y \in [0; 1]; \mu_{B_j}(y) \in [0; 1] \rangle,$$

де B – назва ЛЗ (в даній задачі B – це «Ранг речення»); $B_j, j = \overline{1, 5}$ – терми ЛЗ; $\mu_{B_j}(y(S_k))$ – функція належності значення оцінки S_k -го речення до терму B_j .

Термами ЛЗ «Ранг речення» можуть бути: B_1 – дуже низьке значення (ДНЗ); B_2 – низьке значення (НЗ); B_3 – середнє значення (СЗ); B_4 – високе значення (ВЗ); B_5 – дуже високе значення (ДВЗ).

Оцінка важливості кожного речення документу проводиться на основі часткових показників – ознак екстрагування $x_{p,i}$, де $p = \overline{1, \dots, 9}$, $i = \overline{1, \dots, N_{x,y_p}}$, N_{x,y_p} – загальна кількість ознак екстрагування у відповідній групі. $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_9\}$ – множина ключових груп ознак екстрагування.

Розрахунок лінгвістичної змінної «Ранг речення» буде проводитись з використанням нечіткого логічного виводу.

Нечітким логічним виводом називається апроксимація залежності $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ кожної вихідної лінгвістичної змінної від вхідних лінгвістичних змінних і отримання виводу у вигляді нечіткої множини, відповідної поточним значенням входів, з

використанням нечіткої бази правил і нечітких операцій. Основу нечіткого логічного виводу складає композиційне правило Л. Заде [15].

До складу кожної нечіткої системи виводів входять наступні елементи: блок приведення до нечіткості (фазифікація), нечітка база правил, механізм виводів та блок приведення до чіткості (дефазифікація).

Нечітка база правил являє собою сукупність правил "ЯКЩО <входи> ТО <вихід> ", які відображають досвід експерта і його розуміння причинно-наслідкових зв'язків, характерних для модельованого об'єкта або евристичні припущення за наявності експериментальних даних. У нашому випадку початкова база нечітких правил будується виходячи з евристичних припущень, а її уточнення проводиться з використанням експериментальних даних (навчальної вибірки) та експертної оцінки. Такий підхід вирішить завдання забезпечення повноти і несуперечливості нечіткої бази правил, оскільки узгодженість думок експертів у питанні реферування тексту відсутня [16].

Механізм нечітких виводів системи, що розглядається, використовує базу правил у вигляді сукупності $R^{(l)}$, $l=1,2, \dots, L$ нечітких предикатних правил виду (варіант IMF-FLS):

$$R^{(l)} : \text{ЯКЩО } x_1 \in A_1^l, x_2 \in A_2^l, \dots, x_n \in A_n^l \text{ ТО } \hat{y} \in B_j^l, \quad (1)$$

де L – число нечітких правил,

$x_1, x_2, \dots, x_n, \hat{y}$ – лінгвістичні змінні,

A_i^l – терми для входних і B_j^l – терми для вихідної лінгвістичної змінної, які використовуються в l -му правилі, $i=1,2, \dots, n$; $j=\overline{1,5}$; $l=1,2, \dots, L$. Операція і інтерпретується як t -норма нечітких множин [17].

Позначимо

$$A^l = A_1^l \times A_2^l \times \dots \times A_n^l, \quad B^l = B_1^l \times \dots \times B_5^l.$$

Знання експерта, що містяться в (1), відображають нечітке відношення передумови і висновку. Тому його можемо записати як нечітку імплікацію: $R^{(l)} : A^{(l)} \rightarrow B^{(l)}$ і представити як нечітке відношення, визначене на множині $X \times Y$, тобто $R^{(l)} \subseteq X \times Y$ є нечіткою множиною з функцією належності наступного виду:

$$\mu_{R^{(l)}}(x, y) = \mu_{A^{(l)} \rightarrow B^{(l)}}(x, y). \quad (2)$$

Для повноти бази нечітких правил повинні виконуватися такі умови:

– для будь-якого терму входної змінної існує хоча б одне правило, в якому цей терм використовується у лівій частині правила;

– існує хоча б одне правило для кожного лінгвістичного терму вихідної змінної.

При розв'язанні задачі АР тексту для збільшення вірогідності отримання відповідності між машинним визначенням найважливіших речень та експертним необхідно навчити систему. Під навчанням мається на увазі налаштування параметрів функцій належності і вагових значень правил. Пропонується налаштовувати ці параметри з використанням штучних нейронних мереж.

Отже, для моделювання багатовимірних залежностей "входи - вихід" при розв'язанні задачі АР тексту використовується ієрархічна нечітка нейронна система. 9 нечітких нейронних підсистем (FS_1, FS_2, \dots, FS_8) і нечітка підсистема FS_9 утворюють ієрархічну нечітку нейронну систему (рис. 2). Для кожної підсистеми першого рівня ієрархії є своя база нечітких правил, n входів та один вихід. Ця система є дворівневою і вихідні змінні підсистем FS_1, FS_2, \dots, FS_8 є входними змінними для підсистеми FS_9 .

Відповідно до класифікованого набору ознак екстрагування формується нечітка база правил, яка описує наступні залежності з використанням восьми нечітких баз правил

$$y_p = f_p(x_{p,i}),$$

де $p=1, \dots, 8$, $i=1, \dots, N_{x,FS_p}$,

N_{x,FS_p} – загальна кількість ознак екстрагування,

які подаються на вхід до підсистеми FS_p .

Загальне число нечітких правил в кожній базі правил відповідно становить: L_1, L_2, \dots, L_8 . Тоді загальна кількість нечітких правил $L = L_1 \times L_2 \times \dots \times L_8$.

Приклад нечіткого правила для бази правил f_5 , що стосується загальної оцінки речення за його положенням в документі (y_5), яка визначається на основі оцінок $x_{5,1}$ (оцінка речення за його положенням в документі), $x_{5,2}$ (оцінка речення за його положенням в абзаці) та $x_{5,3}$ (оцінка речення за положенням абзацу, в якому воно знаходиться, в розділі):

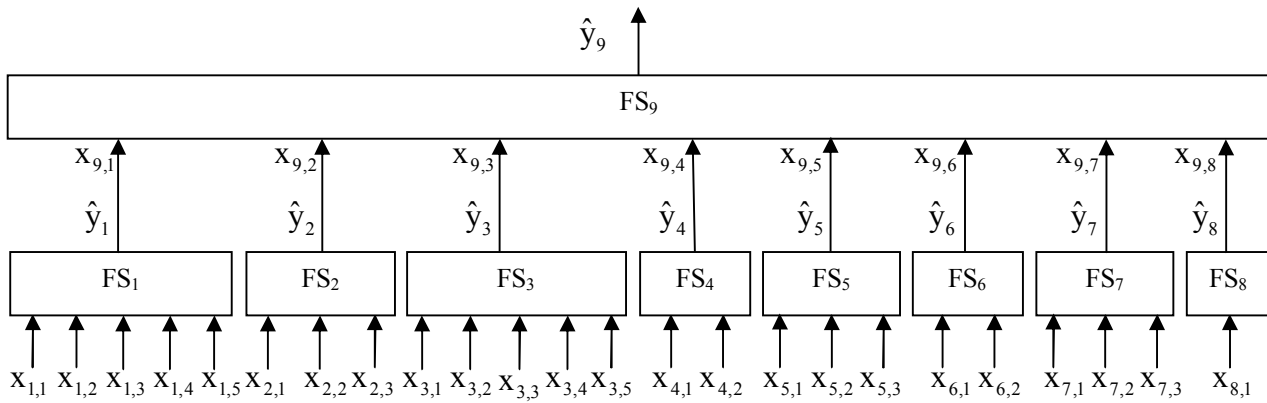


Рис. 2. Структура ієрархічної нечіткої нейронної системи (ІННС)

ЯКЩО $x_{5,1}$ є перше, $x_{5,2}$ є перше і $x_{5,3}$ є верхній
ТО y_5 є дуже високе.

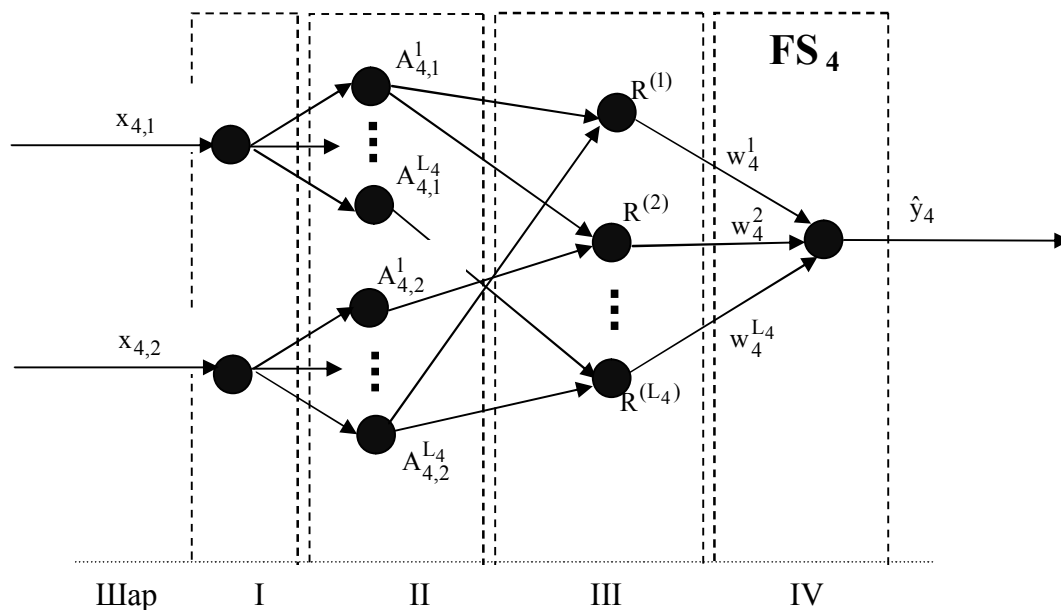
Отже, на вхід до підсистем FS_p , $p=1, \dots, 8$ подаються оцінки речень $x_{p,i}$, де $p=1, \dots, 8$, $i=1, \dots, N_{x,FS_p}$, а на виході отримуються загальні оцінки речень ($y_1 - y_8$) (рис. 2), що повністю відповідає класифікації ознак екстрагування проведених в пункті 2 цієї статті.

Нечіткою нейронною системою називаємо багатопшарову структуру, яка утворилась в результаті злиття процедур двох різних технологій – нейронної мережі та нечіткої логіки [18].

Нечітка нейронна мережа по структурі ідентична багатопшаровій нейронній мережі, навчений, наприклад, по алгоритму зворотного поширення помилки, але приховані в ній шари відповідають етапам нечіткого логічного виводу.

Вибір структури мережі здійснюється у відповідності з особливостями і складністю задачі. Для розв'язання деяких окремих типів задач уже існують оптимальні мережі [19]. Структура нечіткої нейронної мережі подібна до структури нейронної мережі прямого поширення сигналу типу багатопшаровий персептрон, тобто нейронної мережі без зворотних зв'язків, в якій вхідний сигнал перетворюється у вихідний, проходячи послідовно через кілька шарів [19].

Приклад структури нечіткої нейронної мережі для підсистеми FS_4 наведено на рис. 3.

Рис. 3. Структура нечіткої нейронної мережі для підсистеми FS_4

Шар I – це шар вхідних вузлів. Виходи шару II нечіткої нейронної мережі являють собою функції належності $\mu_{A_{p,i}^1}(x_{p,i})$ для конкретних значень $x_{p,i}$ поданих на вхід. Будемо використовувати гаусові функції належності, які визначаються за формулою:

$$\mu_{A_{p,i}^1} = \exp \left[- \left(\frac{x_{p,i} - c_{p,i}^1}{\sigma_{p,i}^1} \right)^2 \right], \quad (3)$$

де $\mu_{A_{p,i}^1}$ – функції належності нечітких множин $A_{p,i}^1$, ($i = 1, \dots, N_{x,FS_p}$; $p = 1, 2, \dots, P$; $l = 1, 2, \dots, L$),

$c_{p,i}^1$ – найбільш можливі значення змінної $x_{p,i}$, а величина $\sigma_{p,i}^1$ являє собою коефіцієнт концентрації або розтягнення функції. Значення цих змінних коректуються в процесі навчання системи. На етапі фазифікації для перетворення чітких вхідних даних у нечіткі множини будемо використовувати синглетонні моделі, оскільки при їх використанні механізм логічного виводу спрощується внаслідок спрощення процедури знаходження рівнів істинності правил.

Конфігурація зв'язків шару III відповідає базі правил, а мультиплікатори – блоку нечіткого логічного виводу. На виході шару формується результат нечіткого логічного виводу. Будемо використовувати нечітку нейронну мережу типу Сугено, яка дає найкращу точність прогнозування [20]. При цьому враховуємо адаптовані вагові значення ознак екстрагування $q_{p,i}$, $i = 1, \dots, N_{x,FS_p}$; $p = 1, 2, \dots, P$.

Для 1-го правила кожної з підсистем першого рівня ієрархії матимемо:

$$m_p^1 = \prod_{i=1}^{N_{x,FS_p}} q_{p,i} \mu_{A_{p,i}^1}(x_{p,i}). \quad (4)$$

Наприклад, для 1-го правила підсистеми FS_4 формула (4) матиме вигляд:

$$\begin{aligned} m_4^1 &= q_{4,1} \mu_{A_{4,1}^1}(x_{4,1}) \cdot q_{4,2} \mu_{A_{4,2}^1}(x_{4,2}) = \\ &= \prod_{i=1}^2 q_{4,i} \mu_{A_{4,i}^1}(x_{4,i}). \end{aligned}$$

Для 1-го правила підсистеми FS_9 формула (4) матиме вигляд:

$$\begin{aligned} m_9^1 &= q_{9,1} \mu_{A_{9,1}^1}(x_{9,1}) \cdot q_{9,2} \mu_{A_{9,2}^1}(x_{9,2}) \cdot \dots \cdot \\ &\cdot q_{9,8} \mu_{A_{9,8}^1}(x_{9,8}) = \prod_{i=1}^{N_{x,FS_9}} q_{9,i} \mu_{A_{9,i}^1}(x_{9,i}). \end{aligned} \quad (5)$$

Очевидно, що кількість елементів цього шару дорівнює кількості правил.

Шар IV являє собою реалізацію блоку дефазифікації, де на виході формується «чітке» вихідне значення, для цього будемо використовувати метод центру тяжіння.

Тоді нечіткий логічний вивід для нечітких нейронних підсистем першого рівня ієрархії буде описуватись наступною формулою:

$$\hat{y}_p = \frac{\sum_{l=1}^{L_p} w_p^l \prod_{i=1}^{N_{x,FS_p}} q_{p,i} \mu_{A_{p,i}^1}(x_{p,i})}{\sum_{l=1}^{L_p} \prod_{i=1}^{N_{x,FS_p}} q_{p,i} \mu_{A_{p,i}^1}(x_{p,i})}, \quad (6)$$

де $p = 1, 2, \dots, P$, P – загальна кількість нечітких нейронних підсистем першого рівня ієрархії, тобто $P = 8$; w_p^l – число точок вихідної змінної, в яких B^l досягає максимального значення.

Через експоненціальний характер залежності між кількістю вхідних параметрів нечіткої моделі та кількістю задіяних правил загальну оцінку речення будемо знаходити без використання нечіткої бази правил. Оскільки вихідні змінні \hat{y}_p підсистем FS_p , є вхідними змінними для підсистеми FS_9 , то при розрахунку загальної оцінки речення y_9 для кожного однакового за змістом (ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ) терму отримаємо оцінки:

$$\gamma_j = \sum_{i=1}^{N_{\hat{y}_p,FS_9}} q_{9,i} \mu_{A_{9,i}^1}(\hat{y}_p), \quad (7)$$

де $\mu_{A_{9,i}^1}$ – функції належності нечітких множин $A_{9,i}^1$ підсистеми FS_9 ,

$$i = 1, \dots, N_{\hat{y}_p,FS_9};$$

$N_{\hat{y}_p,FS_9}$ – загальна кількість вихідних змінних \hat{y}_p підсистем FS_p , які подаються на вхід до підсистеми FS_9 ; $q_{9,i}$ – вагові значення вихідних змінних \hat{y}_p , які для прикладу отримаємо за методом Фішберна:

$$q_{9,i} = \frac{2(N_{\hat{y}_p, FS_9} + 1 - \tau_i)}{N_{\hat{y}_p, FS_9} (N_{\hat{y}_p, FS_9} + 1)}, \quad (8)$$

$$y = \sum_{j=1}^5 \gamma_j \varepsilon_j,$$

де τ_i – номер i -ї вихідної змінної \hat{y}_p підсистем FS_p в порядку її важливості.

Загальна оцінка речення знаходиться за формулою:

де ε_j – середина α -зрізу нечіткого терму E_j [21].

Лінгвістичні значення нечітких множин для вхідних та вихідних змінних ієрархічної нечіткої нейронної системи описуються так як показано в табл. 1.

Таблиця 1

Лінгвістичні значення нечітких множин для вхідних та вихідних змінних

Нечітка нейронна підсистема	Вхід/Вихід	Назва змінної	Множина нечітких термів
FS ₁	вхід	x _{1,1}	Н (нуль), НЗ (низьке значення), СЗ (середнє значення), ВЗ (високе значення)
	вхід	x _{1,2}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вхід	x _{1,3}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вхід	x _{1,4}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вхід	x _{1,5}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вихід	y ₁	ДНЗ (дуже низьке значення), НЗ (низьке значення) СЗ (середнє значення), ВЗ (високе значення), ДВЗ (дуже високе значення)
FS ₂	вхід	x _{2,1}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вхід	x _{2,2}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вхід	x _{2,3}	Н (нуль), О (один)
	вихід	y ₂	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
FS ₃	вхід	x _{3,1}	НЗ, СЗ, ВЗ
	вхід	x _{3,2}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вхід	x _{3,3}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вхід	x _{3,4}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вхід	x _{3,5}	Н, НЗ, СЗ, ВЗ
	вихід	y ₃	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
FS ₄	вхід	x _{4,1}	Н, О
	вхід	x _{4,2}	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вихід	y ₄	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
FS ₅	вхід	x _{5,1}	Н, НЗ, СЗ, О
	вхід	x _{5,2}	Н, О
	вхід	x _{5,3}	Н, О
	вихід	y ₅	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ

Закінчення табл. 1

Нечітка нейронна підсистема	Вхід/Вихід	Назва змінної	Множина нечітких термів
FS ₆	вхід	x _{6,1}	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	x _{6,2}	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вихід	y ₆	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
FS ₇	вхід	x _{7,1}	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	x _{7,2}	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	x _{7,3}	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	x _{7,4}	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вихід	y ₇	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
FS ₈	вхід	x _{8,1}	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вихід	y ₈	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
FS ₉	вхід	y ₁	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	y ₂	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	y ₃	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	y ₄	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	y ₅	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	y ₆	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	y ₇	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вхід	y ₈	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ
	вихід	y ₉	ДНЗ, НЗ, СЗ, ВЗ, ДВЗ

У багат шарових персептронах навчання з учителем проводиться за допомогою алгоритму зворотного поширення помилки [22], що ґрунтується на корекції помилок. Суть навчання за цим методом полягає в розрахунку оптимальних синаптичних вагових значень, тобто в підборі таких вагових значень дуг, які мінімізують відмінність між результатами нечіткої нейронної апроксимації і реальною поведінкою об'єкта.

Навчання методом зворотного поширення помилки припускає два проходи по всіх шарах мережі: прямий і зворотний. При прямому проході образ (вхідний вектор) подається на сенсорні вузли мережі, після чого поширюється по мережі від шару до шару. У результаті генерується набір вихідних сигналів, який і є фактичною реакцією мережі на даний вхідний образ. Під час прямого проходження усі синаптичні ваги мережі фіксовані, а під час зворотного

ваги налаштовуються згідно з правилом корекції помилок, а саме: фактичний вихід мережі віднімається від бажаного (цільового) відгуку, в результаті чого формується сигнал помилки. Цей сигнал поширюється по мережі у напрямку, зворотному синаптичним зв'язкам. Синаптичні ваги налаштовуються з метою максимального наближення вихідного сигналу мережі до бажаного в статистичному сенсі [23].

Навчання мережі засновано на мінімізації цільової функції:

$$J = \frac{1}{2} (\hat{y}_9 - y_9)^2.$$

Ціль задачі ототожнення полягає у визначенні параметра w_p^1 та параметрів функції належності

$c_{p,i}^1, \sigma_{p,i}^1$ таким чином, щоб вихід нечіткої нейронної мережі \hat{y} збігався б з модельним виходом y .

4. Попередні результати роботи ієрархічної нечіткої нейронної системи

Для апробації ієрархічної нечіткої нейронної системи і перевірки її ефективності при знаходженні оцінок речень документу проводився експеримент в програмі Matlab (Simulink). Структурна схема адаптивної ієрархічної нечіткої мережі для розв'язання задачі AP показана на рис. 4.

Реалізація нечіткої нейронної мережі ANFIS здійснена в середовищі Matlab з використанням пакету розширення Fuzzy Logic Toolbox та за допомогою ANFIS-редактора, який дозволяє автоматично виявляти приховані закономірності в експертних даних і формувати на основі отриманих висновків базу правил нечіткого виводу системи. При цьому навчання в системі виконано автоматично так, щоб мінімізувати відхилення між результатами нечіткого моделювання та експертними даними.

Щоб визначитися щодо ефективності запропонованого підходу проведено порівняння оцінок важливості речень документу (розміщеного в додатку 1) для реферату, отриманих через запропонований підхід (INNN – ієрархічна нечітка нейронна мережа) з оцінками визначеними експертами (позначено, як Exp) [24] (табл. 2).

За даними таблиці 2 видно, що оцінки важливості речень документу для реферату за запропонованим підходом достатньо близькі до експертних оцінок. Реферат, запропонований експертом, та реферат, отриманий на основі методу ІННМ, наведені у Додатку 2 та Додатку 3 відповідно.

Оцінка якості утворених рефератів є досить складною процедурою. Безсумнівно, найбільш правдоподібні оцінки можна отримати за допомогою традиційної «ручної» оцінки шляхом залучення великої кількості експертів. Але даний метод є дуже дорогим і трудомістким. Тому, як правило, використовуються автоматичні методи оцінки якості рефератів ROUGE (Recall-Oriented Understudy for Gisting Evaluation) [25]. Метод ROUGE заснований на автоматичному порівнянні утворених рефератів з еталонними, створеними експертами.

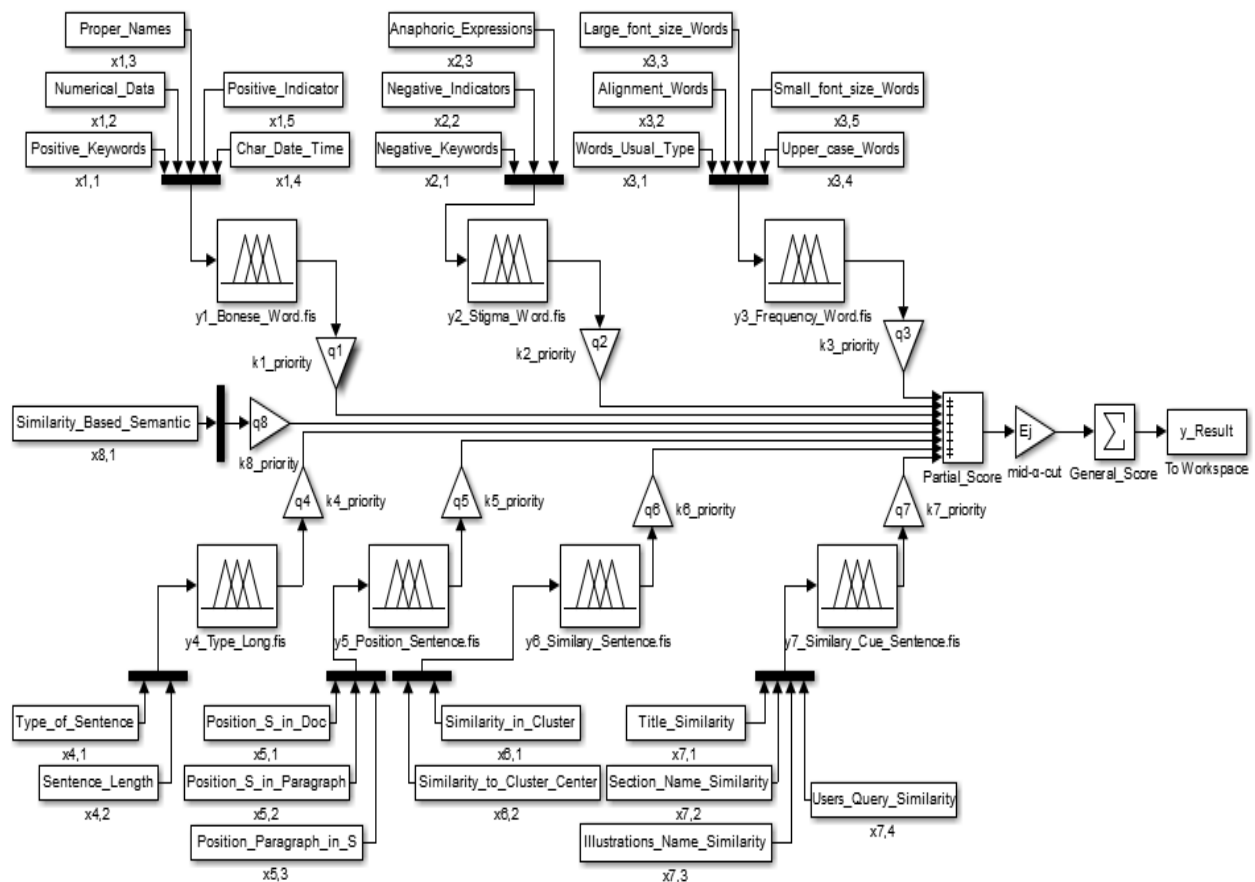


Рис. 4. Simulink модель ієрархічної нечіткої нейронної системи

Таблиця 2

Порівняння оцінок важливості речень документу для реферату

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃
Score	0,45	0,32	0,56	0,59	0,21	0,2	0,58	0,42	0,22	0,68	0,51	0,34	0,33
INNN	13	17-3	8	6	18-2	18-3	7	14	18-1	2	11	17-1	17-2
Exp	13	17	6	7	18	18	8	14	18	3	12	17	17

	S ₁₄	S ₁₅	S ₁₆	S ₁₇	S ₁₈	S ₁₉	S ₂₀	S ₂₁	S ₂₂	S ₂₃	S ₂₄	S ₂₅
Score	0,34	0,5	0,39	0,54	0,69	0,36	0,39	0,4	0,67	0,54	0,6	0,61
INNN	17-1	12	16-2	10	1	16-3	16-1	15	3	9	5	4
Exp	17	11	16	10	1	16	16	15	2	9	4	5

Основним завданням оцінки, отриманої рефератом, є встановлення змістової відповідності або, іншими словами, семантичної тотожності реферату та першоджерела. Для вирішення даної задачі традиційно використовуються оцінки точності реферування та повноти відображення змісту первинного документа в рефераті. Існує закономірність між цими параметрами: збільшення точності призводить до зменшення повноти і, навпаки, збільшення повноти веде до зменшення точності. Тому, крім цих показників, прийнято використовувати показник їх зваженого значення (F-параметр, або гармонійне середнє параметрів повноти і точності), який обчислюється за формулою:

$$F = \frac{2 \cdot \text{Точність} \cdot \text{Повнота}}{\text{Точність} + \text{Повнота}}$$

В таблиці 3 наведено результати оцінки запропонованого алгоритму та для порівняння, пакета *Microsoft Office AutoSummarizer* на основі документа розміщеного в додатку 1 за метрикою ROUGE-2.

Аналіз отриманих результатів показує, що якість реферату, отриманого за допомогою розробленого методу, вища в порівнянні з рефератом, отриманим за допомогою традиційних статистичних методів.

Отже, застосування нечіткої логіки у поєднанні з нейронними мережами та класифікованим набором ознак екстрагування дають можливість отримати реферат максимально наближений до ручного реферату.

Висновки

Запропоновано підхід до побудови системи реферування на основі ієрархічної нечіткої нейронної

мережі, який орієнтується як на структурні, так і на неструктурні ознаки екстрагування. Такий підхід дозволяє об'єднати відповідним чином здатність нейронних мереж до самонавчання і здатність нечітких систем обробляти якісну інформацію та максимально наблизити оцінку важливості речень вихідного тексту до експертної оцінки. Використання всієї доступної статистичної інформації та деякої інформації про організаційну та синтаксично-семантичну структуру тексту дозволить зробити систему більш адаптованою до аналізу тексту різних галузей знань. Тому, що побудована на основі такого підходу, безперечно буде корисною, в першу чергу, для реферування освітніх та наукових текстів різних галузей знань.

Важливою особливістю запропонованого теоретичного апарату є гнучкість по відношенню до вхідних даних для моделювання і здатність використовувати різні джерела знань. Використання нечітких правил дає можливість враховувати при проведенні аналізу експертні знання в галузі реферування тексту, що дозволяє оминати специфічні для задачі пастки некоректної класифікації.

Експеримент, який проводився в програмі Matlab, для апробації ієрархічної нечіткої нейронної мережі і перевірки її ефективності при знаходженні оцінок речень документу показав високі результати роботи у порівнянні з еталонним результатом.

З огляду на те, що вибір і ранжування ознак екстрагування є суб'єктивним, а тому впливати на нього в кінцевому рахунку інші суб'єкти не мають змоги, найбільш перспективним напрямом видається розробка теоретичного апарату, який дозволить користувачеві керувати системою реферування тексту за рахунок налаштування в режимі on-line параметрів вагових коефіцієнтів ознак екстрагування.

Таблиця 3

Результати оцінки автоматичних анотацій методом ROUGE

Метод	Метод на основі ІННС			Microsoft Office AutoSummarizer		
Оцінка	Точність	Повнота	F	Точність	Повнота	F
Документ з додатка 1	0,41748	0,40952	0,41346	0,31148	0,33929	0,324

Література

1. Огневчук, Л. М. Система автоматического реферирования текста как средство повышения эффективности самостоятельного обучения [Текст] / Л. М. Огневчук, А. Ю. Михайлюк // «Высшее техническое образование: проблемы и пути развития»: материалы VII Международной науч.-метод. конф. (Минск, 20 - 21 ноября 2014). – Мн. : БГУИР, 2014. – С. 200-201.
2. Nenkov, A. A Survey of Text Summarization Techniques [Electronic resource] / A. Nenkov, K. McKeown // Mining Text Data Book. – US : Springer, 2012. – P. 43-76. – Access mode: <http://vahabonline.com/wp-content/uploads/2013/06/Survey33.pdf>. – 12.05.2016.
3. Kruengkari, C. Generic Text Summarization Using Local and Global Properties of Sentences" [Text] / C. Kruengkari, C. Jaruskulchai // Proceedings of the IEEE/WIC international Conference on Web Intelligence (WI'03), 2003. – P. 201-206.
4. Mani, I. Automatic Summarization [Electronic resource] / I. Mani // John Benjamins Publishing Co. – Netherlands : Amsterdam, 2001. – 286 p. – Access mode: <http://benjamins.com/#catalog/books/nlp.3/main>. – 12.05.2016.
5. Barzilay, R. Text summarizations with lexical chains. Inderjeet Mani and Mark Maybury. Advances in Automatic Text Summarization [Text] / R. Barzilay, M. Elhadad. – MIT Press, 1999. – P. 111-121.
6. Erkan, G. Lexrank: graph-based centrality as salience in text summarization [Text] / G. Erkan, D. Radev // Journal of Artificial Intelligence Research. – 2004. – vol. 22. – P. 457-479.
7. Khosrow, Kaikhah. Text Summarization Using Neural Networks [Text] / Kaikhah Khosrow. – Faculty Publications-Comp. Science Texas State University, 2004. – P. 1-4.
8. Gillick, D. A scalable global model for summarization [Electronic resource] / D. Gillick, B. Favre // Proceedings of the Workshop on Integer Linear Programming for Natural Language Processing. – 2009. – P. 10-18. – Access mode: <http://www.aclweb.org/anthology/W/W09/W09-18.pdf#page=20>. – 12.05.2016.
9. Arman Kiani, Akbarzadeh. Automatic Text Summarization Using: Hybrid Fuzzy GA-GP [Text] / Akbarzadeh Arman Kiani, // IEEE International Conference on Fuzzy Systems. – 2006. – P. 1-7.
10. Extraction Based Text Summarization using Fuzzy Analysis [Text] / F. Kyoomarsi, H. Khosravi, E. Eslami, M. Davoudi // Iranian Journal of Fuzzy Systems. – 2010. – Vol. 7, No. 3. – P. 15-32.
11. Ghalehtaki, R. A. A combinational method of fuzzy, particle swarm optimization and cellular learning automata for text summarization [Text] / R. A. Ghalehtaki, H. Khotanlou, M. Esmailpour // Intelligent Systems (ICIS). – 2014. – P. 1-6.
12. Борисов, В. В. Нечёткие модели и сети [Текст] / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федюлов. – М. : Горячая линия– Телеком, 2007. – 284 с.
13. Kar, S. Applications of neuro fuzzy systems: A brief review and future outline [Text] / S. Kar, P. Das, K. Ghosh // Applied Soft Computing. – 2014. – Vol. 15. – P. 243-259.
14. Grabmeier, J. Techniques of cluster algorithms in data mining [Text] / J. Grabmeier, A. Rudolph // Data Mining and Knowledge Discovery. – 2002. – Vol. 4. – P. 303-360.
15. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств [Текст] / А. Кофман. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.
16. Лутовинова, В. І. Реферування як процес мікроаналітичного згортання інформації [Текст] : практ. посібн. / В. І. Лутовинова. – К. : Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В. О. Сухомлинського, 2007. – 72 с.
17. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование [Текст] / А. В. Леоненков. – СПб : BHV – Петербург, 2003. – 736 с.
18. Jang, J. S.R. Neurofuzzy and Soft Computing [Text] / J. S. R. Jang, C. T. Sun, E. Mizutani. – Prentice-Hall, Upper Saddle River, 1997. – 245 p.
19. Круглов, В. В. Искусственные нейронные сети [Текст] / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
20. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MathLab [Текст] / С. Д. Штовба. – Москва, 2009. – 288 с.
21. Василевич, Л. Ф. Количественные методы принятия решений в условиях риска [Текст] / Л. Ф. Василевич, К. Н. Маловик, С. Б. Смирнов. – Севастополь : СХУЭИ П., 2006. – 232 с.
22. Rummelhart, D. E. Learning Internal Representation by Back-Propagation Errors [Text] / D. E. Rummelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams // Nature. – 1986. – vol. 23. – P. 533-536.
23. Haykin, S. Neural Networks [Text] / S. Haykin. – Second Edition. – A Comprehensive Foundation, New Jersey : Prentice-Hall, 1998. – 823 p.
24. Лутовинова, В. І. Реферування як процес мікроаналітичного згортання інформації [Текст] :

прат. посіб. / В. І. Лутовинова // АПН України, ДНПБ України ім. В. О. Сухомлинського. Сер. „На допомогу професійній самоосвіті працівників освітянських бібліотек”. – К., 2007. – 73 с.

25. Lin C.-Y. ROUGE: a package for automatic evaluation of summaries [Text] / C.-Y. Lin // *Proceedings of the Workshop on Text Summarization Branches Out (ACL'2004), Barcelona, Spain. – 2004. – P. 74-81.*

References

1. Ognivchuk, L. M., Mikhailyuk, A. Yu. Sistema avtomaticheskogo referirovaniya teksta kak sredstvo povysheniya effektivnosti samostoyatel'nogo obucheniya [A system of automatic text summarization as a tool for improving the efficiency of self-learning]. *Higher technical education: problems and ways of development": Proceedings of the VII International scientific-method. Conf. Minsk, BGUIR Publ., 2014, pp. 200-201.*

2. Nenkova, A., McKeown, K. *A Survey of Text Summarization Techniques*. Mining Text Data Book. US, Springer Publ., 2012, pp. 43-76. Available at: <http://vahabonline.com/wp-content/uploads/2013/06/Survey33.pdf> (accessed 12.05.2016).

3. Canasai, Kruengkari., Chuleerat, Jaruskulchai. Generic Text Summarization Using Local and Global Properties of Sentences. *Proceedings of the IEEE/WIC international Conference on Web Intelligence (WI'03)*, 2003, pp. 201-206.

4. Mani, I. *Automatic Summarization* [Electronic resource]. John Benjamins Publishing Co. Netherlands, Amsterdam, 2001. 286 p. Available at: <http://benjamins.com/#catalog/books/nlp.3/main> (accessed 12.05.2016).

5. Barzilay, R., Elhadad, M. *Text summarizations with lexical chains*. Inderjeet Mani and Mark Maybury. *Advances in Automatic Text Summarization*. MIT Press Publ., 1999, pp. 111-121.

6. Erkan, G., Radev, D. Lexrank: graph-based centrality as salience in text summarization. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 2004, vol. 22, pp. 457-479.

7. Khosrow, Kaikhah. *Text Summarization Using Neural Networks*. Comp. Science Texas State University Publ., 2004, pp. 1-4.

8. Gillick, D., Favre, B. A scalable global model for summarization. *Proceedings of the Workshop on Integer Linear Programming for Natural Language Processing*, 2009, pp. 10-18. Available at: <http://www.aclweb.org/anthology/W/W09/W09-18.pdf#page=20> (accessed 12.05.2016).

9. Arman Kiani, Akbarzadeh. Automatic Text Summarization Using: Hybrid Fuzzy GA-GP. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 2006, pp.1-7.

10. Kyoomarsi, F., Khosravi, H., Eslami, E., Davoudi, M. Extraction Based Text Summarization using Fuzzy Analysis. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 2010, vol. 7, no. 3, pp. 15-32.

11. Ghalehtaki, R. A., Khotanlou, H., Esmaeilpour, M. A combinational method of fuzzy, particle swarm optimization and cellular learning automata for text summarization. *Intelligent Systems (ICIS)*, 2014, pp. 1-6.

12. Borisov, V. V., Kruglov, V. V., Fedulov, A. S. *Nechetkie modeli i seti* [Fuzzy models and networks]. Moscow, Goryachaya liniya-Telekom Publ., 2007. 284 p.

13. Kar, S., Das, S., Ghosh, P. K. Applications of neuro fuzzy systems: A brief review and future outline, *Applied Soft Computing*, 2014, vol. 15, pp. 243-259.

14. Grabmeier J., Rudolph, A. Techniques of cluster algorithms in data mining. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2002, no. 4, pp. 303-360.

15. Kofman, A. *Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv* [Introduction to the theory of fuzzy sets]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1982. 432 p.

16. Lutovynova, V. I. *Referuvannya yak protses mikroanalitichnoho zhortannya informatsiyi praktichnyy posibnyk* [Referencing as a process of the microanalytical coagulation of information]. Kyiv, Fourth wave Publ., 2007. 72 p.

17. Leonenkov, A. V. *Nechetkoe modelirovanie* [Fuzzy modeling]. BHV- Peterburg Publ., 2003. 736 p.

18. Jang, J. S. R., Sun, C. T., Mizutani, E. *Neurofuzzy and Soft Computing*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, 1997. 245 p.

19. Kruglov, V. V., Borisov, V. V. *Iskustvennye neironnye seti* [Artificial neural networks]. Moscow, Goryachaya liniya-Telekom Publ., 2001. 382 p.

20. Shtovba, S. D. *Proektirovanie nechetkikh sistem sredstvami MatLab* [Designing fuzzy systems with MatLab means]. Moscow, 2009. 288 p.

21. Vasilevich, L. F., Malovik, K. N., Smirnov, S. B. *Kolichestvennye metody prinyatiya reshenii v usloviyakh riska* [Quantitative methods of decision making under conditions of risk]. Sevastopol', SNUYaEiP Publ., 2006. 232 p.

22. Rummelhart, D. E., Hinton, G. E., Williams, R. J. Learning Internal Representation by Back-Propagation Errors. *Nature*, 1986, vol. 323, pp. 533-536.

23. Haykin, S. *Neural Networks*. A Comprehensive Foundation, Second Edition, New Jersey, Prentice-Hall Publ., 1998. 823 p.

24. Lin, C.-Y. ROUGE: a package for automatic evaluation of summaries. *Proceedings of the Workshop on Text Summarization Branches Out (ACL'2004)*, Barcelona, Spain, 2004, pp. 74-81.

Додаток 1

Інформаційна культура вчителя

s1. Реформування народної освіти, спричинене радикальними соціально-економічними змінами в житті держави, загострило проблему професійної компетенції вчителя.

s2. Однією з найсуттєвіших професійних якостей вчителя є його здібність постійно підвищувати свою кваліфікацію, самостійно здобувати знання.

s3. Але значне збільшення обсягів інформації, зумовлене прискореними темпами розвитку науково-технічного прогресу, неминує розсіювання інформації, спричинене диференціацією та інтеграцією сучасної науки, швидке застарівання знань через зміни наукових і соціальних парадигм, а також постійний дефіцит часу в сучасного педагога – все це переводить завдання самоосвіти й підвищення кваліфікації в розряд досить складних, які важко вирішувати.

s4. Суттєві позитивні зрушення в галузі інформаційного забезпечення всіх категорій спеціалістів, серед них і педагогів, прийнято пов'язувати з інформацією, широким використанням засобів автоматизації пошуку і оброблення інформації.

s5. Але, як засвідчує вітчизняний досвід, оснащення сучасною технікою може й не давати реальних відчутних результатів.

s6. Збереження в пам'яті комп'ютера наявних ресурсів ще не означає, що вони будуть знайдені і використані.

s7. Колосальний потенціал національних інформаційних ресурсів, що зберігається в бібліотеках, службах науково-технічної інформації, архівах, найчастіше залишається без запиту через низьку інформаційну культуру, невміння правильно висловити свою інформаційну потребу, оперативно знайти, проаналізувати й вилучити потрібну інформацію, раціонально її представити.

s8. Таким чином, розв'язання проблеми ефективного використання інформаційних ресурсів з метою підвищення професійної кваліфікації вчителів, організації їхньої самоосвіти пов'язано не лише, як це звичайно вважають, з комп'ютеризацією та інформатизацією, але й – значно більше – з потребою підвищення інформаційної культури.

s9. Для цього треба забезпечити спеціальну інформаційну підготовку вчителів.

s10. У N-ській державній академії культури і мистецтв протягом кількох років вивчають стан інформаційної культури багатьох професійних категорій, серед них і вчителів, досліджують форми й методи інформаційної освіти та підвищення інформаційної культури.

s11. У процесі дослідження було встановлено, що інформаційну культуру у вітчизняних освітніх установах формують на основі багатодисциплінарного підходу, пов'язаного, як правило, з одним із чотирьох напрямків:

- основи бібліотечно-бібліографічних знань;
- основи інформатики (основи теорії науково-технічної інформації);

– обчислювальна техніка і основи комп'ютерної грамотності;

– культура читання, основи раціональної роботи з книгою.

s12. Кожен з цих напрямків сам по собі не викликає сумнівів, але локальний характер, уособленість багатодисциплінарного підходу не забезпечує цілісного уявлення про феномен інформаційної культури, не дає можливості опанувати систему знань, вмінь, навичок роботи з інформацією, не дає змоги розв'язати проблему загалом – формування інформаційної культури як цілісного явища, в якому інтегруються всі ці, а також низка інших, додаткових напрямків.

s13. Наступною особливістю, виявленою в процесі аналізу, виявилася недиференційованість навчання різних категорій користувачів.

s14. Особливо турбує те, що немає концептуальних і методичних розробок з формування інформаційної культури вчителів загальноосвітніх шкіл та вищих спеціальних навчальних закладів, що ставить під сумнів можливість реального виконання завдання підвищення масової інформаційної культури, тому що саме ці професійні категорії визначають стан інформаційної культури суспільства загалом.

s15. У процесі дослідження виявлено суттєвий дефіцит навчально-методичної літератури, потрібної для формування інформаційної культури.

s16. Для порівняння можна зіставити різноманіття сучасного набору навчальної книжки з таких навчальних дисциплін, як історія, література, обчислювальна техніка тощо, зі скупим набором одноманітних за структурою й жанром, архаїчних через минулу заідеологізованість методичних посібників з основ бібліотечно-бібліографічних знань – основ науково-технічної інформації, культури читання, раціональних прийомів роботи з книгою тощо.

s17. Як засвідчують результати проведеного аналізу, зміст навчання основ бібліотечно-бібліографічних знань, інформатики, комп'ютерної грамотності тощо має багато в чому описовий характер, за своєю природою схоластичний, а рівень узагальнення матеріалу низький, арсенал засобів навчання бідний.

s18. Результати проведеного дослідження дали змогу сформулювати концепцію формування інформаційної культури; розробити типову модель програми курсу „Основи інформаційної культури”; створити і впровадити в навчальний процес низки освітніх установ N-ської області комплекс програм з основ інформаційної культури, розрахований на різні категорії тих, хто навчається – старшокласників, студентів, викладачів ВНЗ; визначити перспективи дальших досліджень.

s19. В основу концепції покладено ідеї діяльнісного підходу й блочно-модульний принцип побудови комплексу навчальних програм.

s20. Реалізація ідей діяльнісного підходу означає, що курс „Основи інформаційної культури” побудовано не з позицій бібліотекаря, інформаційного працівника, який намагається пояснити школяреві, студентові, вчителю, як побудовано бібліотеку, інформаційну службу або комп’ютер і ознайомити його (бібліотекаря, інформаційного працівника) з тонкощами бібліотечно-бібліографічної, інформаційної, комп’ютерної технології, а з позицій користувача, споживача інформації, виходячи з тих інформаційних завдань, які він має виконувати в процесі своєї навчальної або професійної діяльності.

s21. Використання блочно-модульного принципу передбачає, що навчальні програми моделюють, відбираючи діяльнісні характеристики згідно з категорією тих, хто навчається, і основними видами їхньої навчальної або професійної діяльності.

s22. Навчальну програму курсу „Основи інформаційної культури”, призначену для вчителів, побудовано з урахуванням багатогранної діяльності педагога: навчальної, виховної, методичної, дослідно-експериментальної, організаційної тощо.

s23. Оскільки ще немає загальноприйнятого тлумачення поняття *інформаційна культура* в межах запропонованого курсу „Основи інформаційної культури”, його тлумачать як систематизовану сукупність знань, вмінь, навичок, що забезпечує оптимальне проведення індивідуальної інформаційної діяльності, спрямованої на задоволення як професійних, так і непрофесійних потреб в інформації.

s24. Розроблений курс дає можливість учителям одержати цілісне уявлення про феномен інформаційної культури, опанувати сучасні методи й технологію пошуку, передачі, оброблення й аналізу інформації.

s25. Запропонована програма курсу „Основи інформаційної культури” пройшла апробацію в освітніх установах міста N-ської області (педагогічні училища й коледжі, загальноосвітні школи, школи-гімназії).

Додаток 2

Реферат, запропонований експертом

s10. У N-ській державній академії культури і мистецтв протягом кількох років вивчають стан інформаційної культури багатьох професійних категорій, серед них і вчителів, досліджують форми й методи інформаційної освіти та підвищення інформаційної культури.

s18. Результати проведеного дослідження дали змогу сформулювати концепцію формування інформаційної культури; розробити типову модель програми курсу „Основи інформаційної культури”; створити і впровадити в навчальний процес низки освітніх установ N-ської області комплекс програм з основ інформаційної культури, розрахований на різні категорії тих, хто навчається – старшокласників, студентів, викладачів ВНЗ; визначити перспективи дальших досліджень.

s22. Навчальну програму курсу „Основи інформаційної культури”, призначену для вчителів, побудовано з урахуванням багатогранної діяльності педагога: навчальної, виховної, методичної, дослідно-експериментальної, організаційної тощо.

s24. Розроблений курс дає можливість учителям одержати цілісне уявлення про феномен інформаційної культури, опанувати сучасні методи й технологію пошуку, передачі, оброблення й аналізу інформації.

Додаток 3

Реферат, отриманий на основі методу ІННМ

s10. У N-ській державній академії культури і мистецтв протягом кількох років вивчають стан інформаційної культури багатьох професійних категорій, серед них і вчителів, досліджують форми й методи інформаційної освіти та підвищення інформаційної культури.

s18. Результати проведеного дослідження дали змогу сформулювати концепцію формування інформаційної культури; розробити типову модель програми курсу „Основи інформаційної культури”; створити і впровадити в навчальний процес низки освітніх установ N-ської області комплекс програм з основ інформаційної культури, розрахований на різні категорії тих, хто навчається – старшокласників, студентів, викладачів ВНЗ; визначити перспективи дальших досліджень.

s24. Розроблений курс дає можливість учителям одержати цілісне уявлення про феномен інформаційної культури, опанувати сучасні методи й технологію пошуку, передачі, оброблення й аналізу інформації.

s25. Запропонована програма курсу „Основи інформаційної культури” пройшла апробацію в освітніх установах міста N-ської області (педагогічні училища й коледжі, загальноосвітні школи, школи-гімназії).

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕФЕРИРОВАНИЯ ТЕКСТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

А. Ю. Михайлюк, О. С. Михайлюк, Л. М. Огнівчук, В. П. Тарасенко

Предлагается подход к построению системы автоматического реферирования (АР) текста на основе иерархической нечеткой нейронной сети (ИННС), который ориентируется как на структурные, так и на неструктурные признаки экстрагирования на различных уровнях организации текста с учетом связности текста первичного документа, позволяющего, кроме статистической информации, учесть также организационную и синтаксическо-семантическую структуру текста. Рассматривается математический аппарат ИННС и алгоритм ее обучения для решения задачи АР текста. Выполнен эксперимент в программе Matlab для апробации ИННС и проверки ее эффективности. Показано, что качество реферата, полученного с помощью разработанного метода, выше по сравнению с рефератом, полученным с помощью традиционных статистических методов.

Ключевые слова: автоматическое реферирование текста, иерархическая нечеткая нейронная сеть, признаки экстрагирования.

ORGANIZATION OF A TEXT AUTOMATIC SUMMARIZATION SYSTEM BASED ON FUZZY HIERARCHICAL NEURAL NETWORK

A. Yu. Mikhailiuk, O. S. Mikhailiuk, L. M. Ognivchuk, V. P. Tarasenko

The approach to the construction of the automatic text summarization (ATS) system based on hierarchical fuzzy neural network (HFNN), which is oriented on structural and non-structural features for extraction at different levels of the text, taking into account connectivity initial text of the document, which allows consider not only statistical information, but also organizational and syntax-semantic structure of the text, is proposed. The mathematical apparatus HFNN and its learning algorithm for solving ATS task are considered. By means of Matlab the experiment for HFNN approbation and also verifying its effectiveness is done. It is shown that the quality of the summary, obtained using the proposed method is higher compared to the summary, obtained by conventional statistical methods.

Keywords: automatic summarization text, hierarchical fuzzy neural network, features extraction.

Михайлюк Антон Юрійович – канд. техн. наук, викладач кафедри інформатики, Київський Університет імені Бориса Грінченка, Україна, e-mail: may-62@ukr.net.

Михайлюк Олена Станіславівна – наук. співробітник кафедри системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна, e-mail: mes@scs.ntu-kpi.kiev.ua.

Огнівчук Леся Миколаївна – викладач кафедри інформаційних технологій і математичних дисциплін, Київський Університет імені Бориса Грінченка, Україна, e-mail: Bigun_lm@ukr.net.

Тарасенко Володимир Петрович – д-р техн. наук, проф., зав. каф. системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна, e-mail: vtarasen@scs.ntu-kpi.kiev.ua.

Mikhailiuk Anton Yuriiovych – Candidate of Technical Science, lecturer of the Informatics Dep., Borys Grinchenko Kyiv University, Ukraine, e-mail: may-62@ukr.net.

Mikhailiuk Olena Stanislavivna – Department of System Programming and Specialized Computer Systems, NTUU “Igor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute”, e-mail: mes@scs.ntu-kpi.kiev.ua.

Ognivchuk Lesia Mykolaivna – lecturer of the Department of Information Technology and Mathematic Sciences, Borys Grinchenko Kyiv University, Ukraine, e-mail: Bigun_lm@ukr.net.

Tarasenko Volodymyr Petrovich – PhD, prof., Head of the Department of System Programming and Specialized Computer Systems, NTUU “Igor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute”, e-mail: vtarasen@scs.ntu-kpi.kiev.ua.