

## ОПРАЦЮВАННЯ НЕЧІТКИХ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПІД ЧАС АНАЛІЗУ ЗАПИТІВ, ЗАДАНИХ ПРИРОДНОЮ МОВОЮ

© Ришковець Ю.В., Жежнич П.І., 2009

Розглянуто поняття інтересу користувача, який будується на основі аналізу запитів пошуку, методи аналізу текстової інформації та інформаційні системи, що здійснюють такий аналіз. Запропоновано алгоритм аналізу та опрацювання заданих природною мовою запитів, які містять нечіткі часові параметри.

Ключові слова – віртуальна галерея, інтерес користувача, лінгвістичний аналізатор, нечіткий час.

In this article is considered the concept of users interest which is built on the basis of analysis queries search and also methods of analysis text information and existent informative systems which carry out such analysis. Is offered the algorithm of analysis and working, set a human language, queries which contain fuzzy times parameters.

Keywords – virtual gallery, users interest, linguistic analyzer, fuzzy time.

### Постановка проблеми

Сьогодні в мережі Інтернет розміщена велика кількість віртуальних музеїв, які відрізняються як специфікою своєї роботи, так і способами подання інформації. Всі вони будуються за принципом “категорія-експонат” і за своєю суттю є лише пізнавальними галереями. Вони містять у собі цікаву інформацію і не більше.

Останнім часом в мережі Інтернет значного поширення набувають сервіси, спрямовані на користувача, зокрема, блоги, форуми, вікі тощо. Всі ці послуги скеровані на задоволення інформаційних потреб користувача у різних сферах діяльності, серед яких окреме місце посідають віртуальні галереї, побудова яких здійснюється на основі інтересу користувача. Інтерес користувача розглядається як складна математична структура, однією зі складових частин якої є здійснені користувачем запити пошуку. Спілкування користувача з інформаційною системою забезпечує природомовний інтерфейс, оскільки кінцевому користувачу набагато зручніше звертатись до системи, формуючи свої запити у вигляді звичайних речень природної мови, а не, наприклад, на деякій мові програмування [1, 2, 3].

У цій статті розглядаються проблеми, пов’язані із аналізом запитів користувача, заданих природною мовою, які можуть містити нечіткі часові параметри.

### Зв’язок висвітленої проблеми із науковими завданнями

**Метою** статті є аналіз запитів, заданих природною мовою, які можуть містити нечіткі часові параметри.

**Наукова новизна** статті полягає у визначенні методів опрацювання запитів, заданих природною мовою, які можуть містити нечіткі часові параметри.

**Практична цінність** статті полягає у введенні алгоритму опрацювання запитів, заданих природною мовою, які можуть містити нечіткі часові параметри.

### Аналіз останніх досліджень

Проблема визначення поняття інтересу користувача цікавить багатьох дослідників. У кожній сфері життя поняття інтересу має свої контекст та визначення. Фактично немає універсального визначення цьому терміну, тому що для кожної предметної області він реалізовується індивідуально.

У джерелах [4, 5] описується проблема побудови віртуальних галерей користувача на основі його інтересів, а також дається визначення поняттю “інтерес користувача віртуальної галереї”. Згідно з цими джерелами, віртуальні галереї можуть будуватись двома шляхами – експертом з музейної справи та за інтересом користувача.

При побудові галереї експертом всі кімнати та експозиції формує сам експерт на основі групування віртуальних об’єктів за класифікаційними ознаками, наприклад, за періодом часу, автором, різними побутовими ознаками тощо. Коли відбувається реєстрація нового віртуального об’єкта, експерт вносить в базу даних всю інформацію про нього, а також встановлює йому міри приналежності до певної експозиції та кімнати. Кожний об’єкт описується рядом характеристик, зокрема часових, які можуть задаватись як чіткими, так і нечіткими значеннями.

При побудові віртуальної галереї за інтересом користувача сам інтерес користувача може визначатись на основі аналізу таких трьох складових:

- реєстраційної картки користувача. Під час реєстрації відвідувач вказує, окрім своїх особистих даних, ще й сфери своїх зацікавлень;
- відвіданих користувачем експозицій;
- здійснених користувачем запитів пошуку.

Галерея, побудована на основі інтересу користувача, буде визначатись відображенням  $A \xrightarrow{f_u} A_u$ , де  $A$  – множина об’єктів віртуальної галереї;  $f_u$  – функція користувача, яка визначається як

$$f_u = f_1 \oplus f_2 \oplus f_3, \quad (1)$$

де  $f_1$  – інтерес користувача, який формується на основі інформації з його реєстраційної картки;  $f_2$  – інтерес користувача на основі його поведінки, тобто відвіданих користувачем експонатів та експозицій;  $f_3$  – інтерес користувача, який формується на основі здійснених ним запитів пошуку;  $A_u$  – множина об’єктів галереї користувача

$$A_u = A_u^1 \cup A_u^2 \cup A_u^3, \quad A_u \subseteq A, \quad (2)$$

де  $A_u^i$  – множина об’єктів галереї користувача, побудована на основі функції  $f_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ .

Кожен об’єкт  $a \in A$  визначається множиною атрибутів  $B_1(a), B_2(a), \dots, B_s(a)$ .

Кожному імені атрибута  $B_j(a)$ ,  $j = 1, \dots, s$  ставиться у відповідність множина допустимих для відповідного стовпчика значень. Така множина називається доменом цього імені атрибута і позначається  $D_j$ .

Інтерес користувача, який формується на основі інформації з його реєстраційної картки, визначається за формулою

$$f_1 = p(a_n, D_j^1, t_1, t_2), \quad (3)$$

де  $a_n$  – об’єкт віртуальної галереї;  $D_j^1$  – домени сфер інтересів із реєстраційної картки користувача, де  $j = 1, \dots, k$ , причому  $D_j^1 \subseteq D_j$ ;  $t_1$  – початкове значення часового інтервалу;  $t_2$  – кінцеве значення часового інтервалу.

Інтерес користувача на основі його поведінки визначається за такою формулою

$$f_2 = k(U_m, TimeObjectPreview), \quad (4)$$

де  $U_m$  – користувач віртуальної галереї;  $TimeObjectPreview$  – функція, яка вибирає ті об'єкти віртуальної галереї, які користувач переглядав упродовж часового інтервалу  $(t_1, t_2)$ .

$$TimeObjectPreview = b(a_n, t_1, t_2) \quad (5)$$

Інтерес користувача, який формується на основі здійснених ним запитів пошуку, визначається як  $f_3 = g(UserQuery, t_1, t_2)$ .

де  $UserQuery$  – множина запитів, заданих користувачем протягом часового інтервалу  $(t_1, t_2)$ .

Побудова галереї за інтересом користувача, який формується на основі здійсненого ним запиту пошуку, здійснюється на основі аналізу цього запиту.

Для аналізу запиту користувача використовують лінгвістичні аналізатори, що складаються з трьох рівнів пофразного представлення тексту – морфологічного, синтаксичного та семантичного:

- синтаксичний аналіз здійснює синтаксичний розбір фрази;
- семантичні конструкції містять інформацію про можливі конструкції мови, що характеризують взаємозв'язки між членами речення;
- граматичний аналіз, беручи до уваги апріорну інформацію про порядок слів, формує найкоректнішу послідовність слів з можливих альтернативних розміщень.

Спроби реалізації таких систем були за кордоном. Наприклад, система LIFER/LADDER була розроблена як інтерфейс природної мови до бази даних з інформацією про кораблі ВМС США і використовувала семантичну граматику для аналізу питань та запитів розподіленої бази даних. Ще однією такою системою була система NLP, яка призначалась для роботи з базами даних Computer Integrated Manufacturing, які містили цілком різні поняття – від бухгалтерського обліку до комп'ютерного дизайну та графіка планування. Система IRUS надавала незалежний інтерфейс природної мови до системи з базою знань, що містила процедурні компоненти, які не залежали від конкретної галузі та структури бази даних [6, 7].

Всі перераховані вище системи некоректно опрацьовують речення, написані українською мовою, оскільки вони адаптовані для англійської мови. Їхні лінгвістичні аналізатори не призначені для опрацювання українських словоформ.

Лінгвістичні аналізатори, призначені для аналізу та обробки речень, написаних українською мовою, також існують та успішно функціонують в пошукових системах Рамблер, МЕТА тощо [8].

Аналіз досліджень показав, що кожна із відомих систем сприймає повідомлення користувача як запит і формує відповідь на основі існуючих знань, які зберігаються в базі знань.

Сьогодні популярним є підхід до побудови бази знань на основі онтологій – явних формальних описів понять предметної області та зв'язків між ними. Онтологія включає машинно-інтерпретовані формулювання основних понять предметної області та зв'язків між ними. Однією із переваг онтологій є їх потенційні здібності до вирішення таких завдань, як розділення знань і їх повторне використання. База знань є формалізованим відображенням величезної кількості фундаментальних людських знань: фактів і правил виведення. Вона складається з термів, які утворюють словник онтології та тверджень, що зв'язують ці терми. Твердження, своєю чергою, складаються з простих основних тверджень і правил виведення [9].

Онтологія є основою семантичного аналізу, тим семантичним полем, у межах якого можна обчислювати смислову близькість семантичних інтерпретацій лексем тексту щодо контексту.

Онтологія є ієрархічною семантичною мережею, вершинами якої є концепти (смыслові одиниці), а дугами – семантичні відношення між концептами. Семантика (смысл) концепту описується його смисловими відношеннями з іншими концептами мережі. Реляційна позиція концепту в онтологічній мережі позначає його семантичне значення, властивості, зв'язок з іншими концептами та всі інші характеристики, які можливо передати природною мовою. Онтологічні технології використовують лінгвістичні моделі представлення знань про навколишній світ та предметні області для ефективного запису та обробки інформації природомовного типу [10].

Слова та словосполучення певної мови зберігаються в лексиконі системи. Кожна лексема в системі посилається на множину значень, яку вона має в цій мові. Слово, вжите поза контекстом, може мати будь-яке значення з множини концептів, які прописані йому в онтологічній базі знань. Якщо слово вжите в контексті певного речення, то його значення має узгоджуватися із значеннями слів, які стоять поряд. Семантичні значення слів речення повинні утворювати смислову єдність в структурі семантичного фрейму. Тому значення концептів слів, які стоять поряд, мають семантично бути якомога ближчими один до одного.

На вхід блока контекстного аналізу подається послідовність слів  $w_1 w_2 \dots w_n$ . Кожному слову послідовності відповідає множина значень-концептів з онтологічної мережі –  $\{s_{1i}\}\{s_{2i}\}...\{s_{ni}\}$ . З кожної множини в процесі контекстного аналізу необхідно вибрати по одному значенню так, щоб вони розмішувались на мінімальній відстані один від одного [11].

Якщо побудувати найкоротший шлях в онтології між лексемами  $W_1$  та  $W_2$ , він пройде через цю пару концептів, розташованих найближче один до одного. Якщо на вхід подається послідовність з  $n$  лексем, то для кожної з них слід виконати операції пошуку найкоротшого шляху до лексем-сусідів за вхідним контекстом.

Немає необхідності будувати найкоротші шляхи в онтологічній мережі між всіма лексемами вхідного речення. Здійснювати контекстну прив'язку в онтології із визначенням значень концептів лексем потрібно, якщо ці лексеми зв'язані синтаксичними відношеннями в структурах дерева виведення речення. У разі існування правила, яке зв'язує деяку пару слів вхідної послідовності в єдину синтаксичну групу, ці лексеми зв'язуються побудовою найкоротшого шляху між ними в онтологічній мережі. Серед множин значень цих лексем вибирають ті вершини-концепти, через які знайдено найкоротший шлях в онтології. Перевіряються лише ті пари лексем, які зв'язані відношеннями в синтаксичній структурі вхідного речення.

Синтаксичний аналіз, як правило, не може визначити на рівні граматики однозначну синтаксичну структуру вхідного речення. Завжди існує декілька варіантів дерев виведення вхідної послідовності речення, але лише один є найадекватнішим з погляду семантичної інтерпретації синтаксичного дерева [12].

### **Виділення невирішених частин проблеми**

Дослідження у напрямі аналізу текстової інформації ведуться вже давно і за весь цей час розроблено багато систем з різними функціональними можливостями. Але опрацювання природних запитів, що містять нечіткі часові параметри, і досі є не до кінця вирішеною проблемою.

Інформаційна система повинна сприймати запит користувача у вигляді як ключових слів, так і речень, здійснювати його аналіз і, використовуючи наявні знання, формувати відповідь у вигляді віртуальної галереї. Крім того, аналізуючи запит користувача, потрібно враховувати різні часові характеристики, які, своєю чергою, можуть бути чітко або нечітко вираженими.

Проблема полягає ще й у тому, що інформаційна система повинна розрізняти типи вхідної інформації і за потреби здійснювати їх перетворення так, щоб задовольнити вимоги стандарту SQL.

### **Основний матеріал**

Розглянемо детальніше процес опрацювання запитів, заданих природною мовою.

Інформаційна система фіксує у базі даних всі запити, здійснені кожним користувачем, а також інформацію про час їх виконання. Це дає змогу кожному користувачу вибрати задані ним раніше запити та переглянути галереї, побудовані на їх основі. Тобто якщо користувач раніше здійснював пошук інформації у віртуальній галереї, то він зможе переглянути всі зроблені ним запити, вибрати один чи декілька необхідних та отримати результати цих запитів у вигляді віртуальної галереї.

Отже, інформаційна система веде історію пошуку, на основі якої будується відповідний інтерес користувача.

Для побудови галереї за інтересом користувача, який формується на основі здійснених ним запитів пошуку, потрібно, щоб інформаційна система сприймала текст, написаний природною

мовою, ставила його у відповідність своїм знанням, перекладала на внутрішню мову системи, планувала та генерувала відповідь у вигляді віртуальної галереї.

Користувач задає запит природною мовою, який аналізується за допомогою лінгвістичного аналізатора, який, своєю чергою, виділяє окремі слова та форми, з'ясовує структуру речення та значення фрази і ставить останню у відповідність значенням системи (рис. 1). Після лінгвістичного аналізу запит, заданий користувачем природною мовою, перетворюється до вигляду SQL-запиту і спрямовується до бази знань. На основі знань системи запит опрацьовується і користувачу повертається результат у вигляді галереї. Знання системи зберігаються у базі знань, що спочатку наповнюється експертом, а потім самою системою.

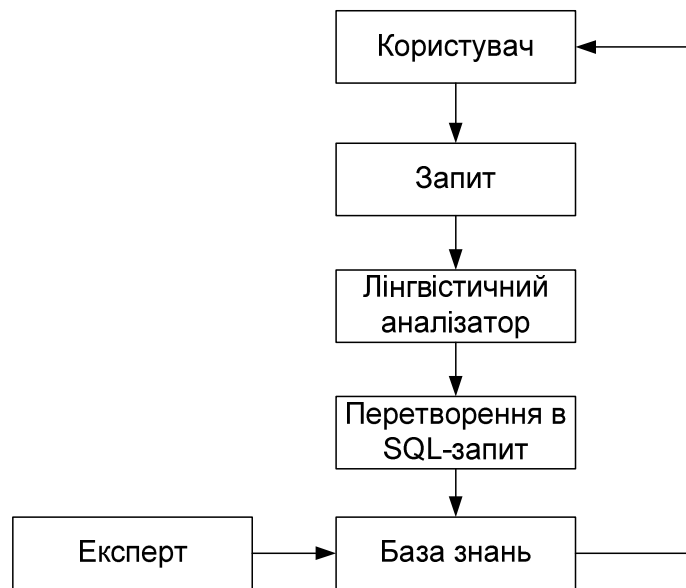


Рис. 1. Схема опрацювання запиту

Розглянемо алгоритм аналізу запиту, заданого природною мовою (рис. 2).

Як правило, запит користувача до системи є простим реченням, проте для його розпізнавання необхідно використовувати лінгвістичний аналізатор.

Для аналізу запиту користувача використовується лінгвістичний аналізатор, що складається з двох модулів, які здійснюють морфологічний та синтаксично-семантичний аналізи відповідно.

Щойно інформаційна система отримає запит від користувача, одразу розпочинається процес побудови галереї за інтересом користувача.

За допомогою морфологічного аналізу перевіряється правопис окремих слів, здійснюється побудова нормальних форм слів за довільною формою, витягування граматичних описів тих форм, з якими збігся поданий рядок, морфологічний синтез форм за нормальною формою та граматичним описом, побудова переліку можливих правильних зображень для неправильного слова [8].

Опишемо алгоритмічну модель взаємодії процесів синтаксичного та семантичного аналізів. Для синтаксичного аналізу використаємо стандартний класичний алгоритм Кока–Янгера–Касамі [13, 14].

*Вхід.* Контекстно-вільна граматика  $G = (N, \Sigma, P, S)$  у нормальній формі Хомського без  $\epsilon$ -правил і вхідний ланцюжок  $w = a_1 a_2 \dots a_n \in \Sigma^+$ .

*Вихід.* Таблиця розбору  $T$  для ланцюжка  $L(G)$ , така, що  $A \in t_{ij} \Leftrightarrow A \Rightarrow^+ a_i a_{i+1} \dots a_{i+j-1}$ .

Нехай  $t_{i1} = \{A \mid A \rightarrow a_i \in P\}$ ,  $\forall i = \overline{1, n}$ . Після цього кроку з  $A \in t_{i1} \Rightarrow A \Rightarrow^+ a_i$ .

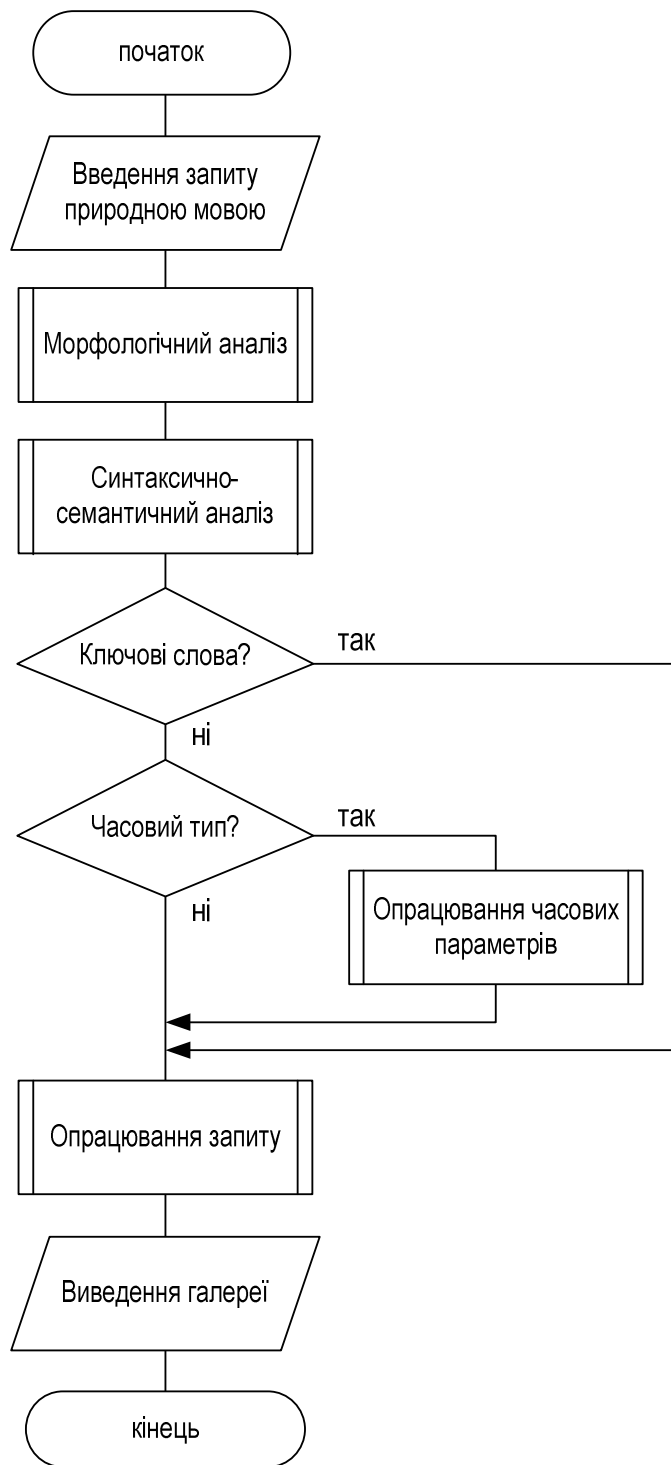


Рис. 2. Алгоритм опрацювання запиту, заданого природною мовою

Припустимо, що вже обчислені  $t_{ij} : \forall 1 \leq i \leq n, \forall 1 \leq j' \leq j$ . Нехай  $t_{ij} = \{A : 1 \leq k < j \text{ rule } A \rightarrow BC \in P, B \in t_{ik}, C \in t_{i+k, j-k}\}$ . Оскільки  $1 \leq k < j$ , то  $k$  та  $j-k$  менші за  $j$ . Отже,  $t_{ik}$  і  $t_{i+k, j-k}$  обчислюються раніше, ніж  $A \Rightarrow^+ a_i a_{i+1} \dots a_{i+j-1}$ . Після цього кроку із  $A \in t_{ij}$  випливає  $A \Rightarrow BC \Rightarrow^+ a_i \dots a_{i+k-1}, C \Rightarrow^+ a_i \dots a_{i+k-1} a_{i+k} \dots a_{i+j-1}$ .

Повторювати крок (2) доти, доки не стануть відомі  $t_{ij} : \forall 1 \leq i \leq n, \forall 1 \leq j \leq n - i + 1$ .

Використаємо модифікацію цього алгоритму, коли за нетерміналом закріплюється семантичне значення. Коли на першому етапі використовуються правила типу  $A \rightarrow a_i$ , в  $t_{i1}$  як семантичне значення заносяться лексеми  $a_i$ . Коли в  $t_{ij}$  заноситься деякий нетермінал  $A$  згідно із знайденим правилом  $A \rightarrow BC$ , то перевіряється, наскільки семантично близько в онтологічній мережі розташовані слова-концепти, що є семантичними значеннями нетерміналів  $B$  та  $C$ . Побудова найкоротшого шляху між двома словами дає можливість визначити оцінку семантичної адекватності поєднання нетермінальних груп  $B$  та  $C$ , що буде дорівнювати довжині знайденого шляху. Крім того, після побудови найкоротшого шляху між лексемами відбувається заміна цих слів на їх значення-концепти. З можливих альтернатив значень лексем вибирають ті, що відповідають вузлам, через які пройде найкоротший шлях. Оцінка адекватності утвореного синтаксичного відношення, яка дорівнює довжині знайденого шляху, присвоюється нетерміналу  $A$ . Крім того, вирішується питання щодо визначення семантичного значення утвореного нетерміналу  $A$ . Воно може бути успадковане з нетерміналу  $B$  чи нетерміналу  $C$ , або може бути отримане через інтерпретацію утвореного сполучення. Тому семантичне значення обчислюється та присвоюється нетерміналу  $A$  разом з оцінкою адекватності утвореного зв'язку. Далі із всіх альтернатив нетерміналів, що потрапили до  $t_{ij}$ , при подальшій побудові нетермінальних груп вищого рівня треба враховувати лише один варіант із найкращою оцінкою, що відчутно спрощує алгоритм побудови структури. Оцінка адекватності утвореного нетерміналу  $A$  обчислюється як сума довжини найкоротшого шляху в онтологічній мережі між концептами-значеннями  $C$  та  $B$  та оцінок адекватності  $C$  та  $B$  відповідно. Якщо вверху таблиці в  $t_{in}$  утворюється декілька варіантів нетермінальних груп, вибирають групу з найкращою оцінкою. Вона буде коренем побудованого синтаксичного дерева вхідного речення, у вузлах якого містяться семантичні концепти-значення.

Далі виконується побудова семантичного фрейма речення тексту. Вона полягає у заповненні слотів фреймової структури під час обходу отриманого синтаксичного дерева речення. Вибір типу слоту для заповнення значенням концепту залежить від синтаксичної позиції відповідного слова в граматичній структурі речення з використанням таблиць відмінків Філмора [15]. Тобто заповнюють слоти, аналізуючи дерево розбору речення та синтаксичних позицій для кожного концепту.

Після цього виконується об'єднання ізольованих семантичних фреймів речень в зв'язну семантичну мережу тексту. Об'єднання двох структур в одну мережу відбувається згідно із принципом злиття семантично тотожних вершин. Якщо в структурах  $G1$  та  $G2$  є вершини, що посилаються на один семантичний концепт, вони об'єднуються в одну вершину.

В результаті на виході отримаємо семантичну мережу вхідного тексту, яка містить у вершинах концепти тексту, які пов'язані дугами семантичних відношень.

Після цього етапу система може чітко розрізнити інформацію про те, у якому вигляді було задано вхідний текст запиту – у вигляді ключових слів чи у вигляді речення. В першому випадку запит одразу потрапляє у модуль опрацювання запиту, а в іншому – у семантичну мережу вхідного тексту виконується процедура виявлення частини тексту, що містить часові дані. Якщо тип даних відрізняється від часового, то запит передається в модуль опрацювання запиту, інакше – виконується опрацювання часових параметрів з подальшим переходом у модуль опрацювання запиту.

Модуль опрацювання часових параметрів детально аналізує вхідний текст на предмет виявлення у ньому, крім самого часового параметра, характеристики його тривалості, та подальшу заміну нечітких часових параметрів та характеристик чіткими. Під характеристикою тривалості часового параметра розуміють слова “протягом”, “період”, “після” тощо.

Якщо в результаті аналізу вхідного тексту на предмет виявлення в ньому характеристики тривалості часового параметра з'ясується, що ця характеристика відсутня, тоді опрацьовується лише часовий параметр. В іншому випадку спочатку опрацьовується характеристика тривалості, а вже після цього сам часовий параметр.

Якщо часовий параметр заданий чітко, тобто являє собою чітко визначений інтервал або момент часу, то жодних дій система не виконує, а управління передається в модуль опрацювання запиту. В іншому випадку виконується його перетворення до чіткого.

Якщо у вхідному тексті виявлено характеристику тривалості часового параметра і вона являє собою нечіткий інтервал часу, то, як результат опрацювання цієї характеристики, нечіткий часовий параметр розглядається як визначений інтервал часу.

Наприклад, нехай частиною тексту, що містить часові дані, які виявив модуль опрацювання часових параметрів, є фраза “у період XIX століття”. Часовим параметром тут є “XIX століття”, а його характеристикою – “у період”. Характеристика свідчить, що розглядається інтервал часу, а часовий параметр задає межі цього інтервалу. Отже, фраза “період XIX століття” перетвориться до вигляду “від 01.01.1800 до 31.12.1899”.

Якщо ж характеристика існує і характеризує собою інтервал часу від певного моменту часу до сьогодні або до певного моменту часу, тобто вказує на одну межу інтервалу часу, то нечіткий часовий параметр розглядається як інтервал часу з однією чітко визначеною межею.

Нехай частиною тексту, що містить часові дані, які виявив модуль опрацювання часових параметрів, є словосполучення “після XIX століття”. Часовим параметром тут є “XIX століття”, а його характеристикою – “після”. Тут характеристика свідчить про те, що інтервал часу починається з верхньої межі, яку задає часовий параметр, і закінчується сьогоднішнім. Отже, фраза “після XIX століття” перетвориться до вигляду “від 31.12.1899”.

Можливий випадок, коли характеристика тривалості часового параметра не впливає на визначення меж часового параметра.

Наприклад, фрази “у період XIX століття” та “у XIX столітті” різні за синтаксисом, але однакові за семантикою. Як результат опрацювання вхідного тексту модулем опрацювання часових параметрів отримуємо інтервал часу “від 01.01.1800 до 31.12.1899”.

У модулі опрацювання запиту семантична мережа вхідного тексту подається у вигляді SQL-запиту, який звертається до бази знань. В результаті виконання цього запиту користувач одержить множину об’єктів, які утворюють віртуальну галерею.

На основі синтаксично-семантичного аналізу система визначає тип заданого користувачем речення. Вона з’ясовує, чи це звичайне речення, чи питальне. В першому випадку система одразу формує SQL-запит і виконує його, а в іншому – система враховує зміст питання. Тобто, якщо, заданий користувачем текст починається із слова “які”, то система розуміє, що потрібно повернути результат у вигляді множини об’єктів галереї. А якщо вхідний текст починається зі слова “скільки”, то система виконує потрібні обчислення і повертає користувачу відповідь у вигляді числа, при цьому користувачу буде запропоновано переглянути об’єкти галереї, на основі яких здійснювались ці обчислення.

## Висновки

Розглянуто поняття інтересу користувача, який будується на основі аналізу запитів пошуку. Розглянуто методи аналізу текстової інформації та інформаційні системи, що використовують такий аналіз для пошуку інформації. Для побудови віртуальної галереї користувача запропоновано алгоритм аналізу та опрацювання запитів, заданих природною мовою, який здійснює опрацювання нечітких часових параметрів.

1. Абдулин А., Козленко Л. *Образцы проектирования баз данных. Представление отсутствующей информации.* – Версия 1.30, 2000. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://akzhan.midi.ru/devcorner/articles/DDP-Reresentation-of-an-absent-information-rus.html#Note1>. – 10.02.2009 р. – Назва з титул. екрана. 2. Андрейчиков А. В. *Развитие интеллектуальной системы социально-экономического прогнозирования и принятия решений в условиях неопределенности* // А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова // *Информационные технологии* – 1999. – № 2. – С.14–21.



3. Григорьев Е. Объектно-ориентированная организация реляционных данных (формальное обоснование объектно-ориентированной системы управления реляционными БД). [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.citforum.ru/database/articles/ooo\\_rel\\_data/index.shtml](http://www.citforum.ru/database/articles/ooo_rel_data/index.shtml). – 17.02.2009 р. – Назва з титул. екрана. 4. Ришковиць Ю. Формальна модель віртуального музею / Ю. Ришковиць, П. Жежнич // VI міжнародна науково-практична конференція “Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем” (MPZIS-2008). – Дніпропетровськ: В-во ДНУ, 2008. – С. 266–267. 5. Ришковиць Ю. В. Визначення інтересу користувача при формуванні віртуальних галерей / Ю. В. Ришковиць, П. І. Жежнич // 13-й міжнародний молодіжний форум “Радіоелектроніка і молодь в XXI ст.”: Зб. матеріалів форуму Ч.2. – Харків: ХНУРЕ, 2009. – С. 221. 6. Ramasubramanian P., Kanan A. Intelligent natural language query interface for temporal databases [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://fccl.ksu.ru/issue6/pvt1.pdf>. – 23.02.2009 р. – Назва з титул. екрана. 7. Lerner A., Shasha D. AQuery: Query language for ordered data, optimization techniques, and experiments [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.vldb.org/conf/2003/papers/S11P03.pdf>. – 23.02.2009 р. – Назва з титул. екрана. 8. Морфологічний аналіз української та російської мови [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://victoria.lviv.ua/html/oio-l/6.html>. – 20.02.2009 р. – Назва з титул. екрана. 9. Литвин В. В. Інтелектуальні системи: Підручник / Литвин В. В., Пасічник В. В., Яцишин Ю. В. – Львів: “Новий Світ – 2000”, 2008. – 406 с. 10. Nirenburg S. Ontological Semantics / Nirenburg S., Raskin V. – Cambridge, MA: MIT Press, 2004. 11. Марченко О. О. Моделювання семантичного контексту при аналізі текстів на природній мові / Марченко О. О. // Вісник Київського університету. Сер. фіз. – мат. Науки. – 2006. – № 3. – С. 230–235. 12. Jurafsky D. Speech and Language Processing Prentice Hall / D. Jurafsky, J.H. Martin. – New Jersey : Englewood Cliffs, 2000. 13. Ахо А. Теория синтаксического анализа, компиляции и перевода / А. Ахо, Дж. Ульман. – М.: Мир. – 1978. – Т. 1: Синтаксический анализ – 612 с. 14. Ахо А. Теория синтаксического анализа, компиляции и перевода / Ахо А., Ульман Дж. – М. : Мир. – 1978. – Т. 2: Компиляция – 487 с. 15. Fillmore Ch. J. The case for case. Universals in linguistic theory / Fillmore Ch. J. – London : Ed. By E. Bach and B. Halms, 1968.