

Час виконання евристичного алгоритму 1 мс. Час виконання генетичного алгоритму 2 хв 11 с 16 мс. Розрахунки проводились на комп'ютері з процесором Pentium III – 1 ГГц.

Евристичний алгоритм має той недолік, що ми не маємо гарантії при розв'язуванні задачі цим методом отримати оптимальний розв'язок (одержаний допустимий розв'язок є оптимальним або близьким до оптимального). Генетичний алгоритм дає оптимальний розв'язок, але вимагає багато ресурсів ЕОМ для реалізації.

Висновки. Наведено три математичні моделі оптимального розподілу файлів серед вузлів обчислювальних мереж, які відповідають випадкам однієї копії, фіксованої кількості копій і змінної кількості копій кожного файла. Запропонований евристичний метод реалізації побудованих математичних моделей, у випадку змінної кількості копій кожного файла, який є узагальненням евристичного методу, розробленого для випадків однієї і фіксованої кількості копій кожного файла. Ефективність евристичного методу порівнюється на прикладі з генетичним алгоритмом.

1. Колесников Д. Г., *Оптимизация распределения информационных файлов в сетях ЭВМ с параллельной обработкой*. Дис. канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1999. 2. Цегелик Г. Г. *Системы распределённых баз данных*. – Львов: Світ, 1990. – 186с. 3. Цегелик Г. Г., Демидович А. В. *Построение математических моделей оптимального размещения копий файлов распределённых баз данных*// АВТ– 1998 .– N1. – С.53–63. 4. Демидович О. В., Цегелик Г. Г. *Використання генетичних алгоритмів для управління оптимальним розподілом інформаційних ресурсів в обчислювальних мережах* // Пр. П'ятої української конференції з автоматичного управління "Автоматика – 98". – Ч.4. – Київ, 1998. –С.59–66.

УДК 681.3:519.76

Ю. Ю. Черепанова,

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра ПЗ ЕОМ

ТЕСТУВАННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАТЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕЗАУРУСА СЕМАНТИЧНИХ ПОЛІВ

© Черепанова Ю.Ю., 2002

The problem testing of theoretical knowledge by automated testing systems is considered. Methods of construction of semantic models of natural language answer by means of the thesaurus of semantic fields are proposed.

Розглянуто проблему тестування теоретичних знань в автоматизованих системах контролю. Запропоновано методи тестування теоретичних знань на основі використання тезауруса семантичних полів для побудови концептуальних моделей тексту відповіді на природній мові

Вступ

Ефективність будь-якої системи освіти багато в чому визначається якістю засобів контролю знань. Цей контроль потрібен як при попередньому тестуванні для визначення початкового рівня знань, так і після проходження курсу навчання для контролю засвоєння

матеріалу. Це стосується і автоматизованих навчальних систем, і самоосвіти, і традиційної освіти, заснованої на взаємодії «вчителя» та «учня». У зв'язку зі зростанням ролі дистанційного навчання задача підвищення ефективності й інтелектуальності засобів аналізу відповідей стала особливо актуальною. Зокрема, особливостями дистанційної освіти пояснюються нові вимоги до систем контролю.

По-перше, діалог між системою і тим, кого навчають, повинний йти на мові, максимально наближеної до природної. Людство виражає свої знання вербально. Яке б не було внутрішнє подання знань, але про нього завжди можна розповісти. Зберігаються знання та передаються наступним поколінням також у вигляді письмових текстів. Тому можна говорити, що найбільш ефективним контроль знань буде тоді, коли діалог між системою і тим, кого навчають, буде здійснюватися на природній мові.

По-друге, поряд із тестуванням практичних знань, предметом такого діалогу повинна бути «теорія» - ті знання, що виражаються на природній мові і являють собою головні поняття, концепції, закони тієї галузі знань, що вивчалася і по якій відбувається тестування.

По-третє, у зв'язку з високою швидкістю відновлення знань, система контролю повинна бути спроможна до «навчання» - адаптації до нових знань, тобто повинні бути удосконалені функції, що полегшують її наповнення.

У даній роботі ми розглянемо деякі аспекти проблеми підвищення ефективності тестування теоретичних знань.

Методи тестування теоретичних знань

Розглянемо існуючі методи тестування теоретичних знань у тому значенні, яке було наведено вище.

Найпростішим у реалізації і найбільш звичайним є метод тестування з використанням вибірових відповідей [1-3]. Учні дається питання та альтернативи відповідей, із котрих необхідно вибрати один або декілька правильних. Перевагами даного методу є те, що він має високу реактивність, дозволяє економити пам'ять і працевитрати з боку автора навчального курсу. Проте цей метод має і недоліки. Велика ймовірність просто випадкового вибору правильного варіанта. Тобто, тестування зводиться до вгадування, інтуїтивного визначення правильної відповіді. Крім того, навіть людина, що свідомо вибрала вірну відповідь, не завжди правильно сформулює потрібне теоретичне положення. А тим часом, найбільш цінними та усвідомленими є ті знання, які людина може вербалізувати. І мова йде не про те, щоб напам'ять відтворити потрібний уривок із книги, а зуміти викласти головні положення теорії у довільній формі, не обов'язково в «книжковому» варіанті викладу.

Ця вільна форма викладу є обмеженням для застосування іншого методу аналізу відповідей, коли для кожного запитання в систему закладаються всі можливі шаблони відповіді на предметно-обмеженій природній мові, і вірність отриманої відповіді визначається наявністю її в списку вірних шаблонів [1-3]. Недоліком такого підходу є те, що кількість можливих конструкцій навіть на обмеженій природній мові дуже велика і важко їх усі передбачити, тому велика ймовірність завдання неповного списку правильних шаблонів. Крім того, навіть повне перерахування всіх можливих варіантів відповіді не виправданно збільшує витрати ресурсів - пам'яті комп'ютера та часу автора. Щоб увести в систему контролю знань запитання, розробник програми (або експерт, що її наповнює) повинен перелічити всі можливі відповіді на нього, і таких же дій потребує кожне наступне запитання.

Не завжди дає повну картину оцінки знань і правильне виконання завдань з обмеженнями на відповідь, коли діалог відбувається на природній мові, але для відповіді потрібно ввести строго обмежені слова [1-3]. До цього виду відповідей відносять такі, що являють собою лише заповнення деяких пропущених параметрів у наданому системою готовому тексті відповіді. Іншим прикладом використання відповідей з обмеженнями є однослівні відповіді, наприклад, коли в питанні подається формулювання визначення і для відповіді необхідно привести термін. Такі методи в більшому ступені перевіряють асоціативну пам'ять, а не знання по темі запитання. Те, що людина за визначенням терміна або опису явища наведе правильний термін або назву явища, не завжди означає протилежне.

Найбільше поширення в системах контролю знань знаходить універсальний та простий метод аналізу за ключовими словами [1,2], коли в еталоні відповіді на запитання вказуються слова і синоніми, що повинні бути присутні у відповіді. Частіше всього при цьому не враховується порядок слів. Даний метод має високу реактивність і простоту реалізації, але не дозволяє розпізнавати зміст тексту. Крім того, виникає та ж проблема перелічення всіх слів, що можуть входити в правильні конструкції відповіді. При надмірному обмеженні природної мови (недостатній кількості варіантів) можливе неадекватне оцінювання правильної відповіді, а при надлишковій кількості варіантів через велике число ключових слів велика ймовірність визнання помилкової конструкції мови за правильну.

Таким чином, для більш адекватного оцінювання знань виникає необхідність у створенні нових методів тестування знання теоретичного матеріалу, які б мали високу реактивність, були прості у реалізації та вимагали мінімальних працевитрат з боку автора навчального курсу. Найкращим методом представляється спосіб тестування, при якому здійснюється аналіз сенсу природно-мовної відповіді учня та теорії, з метою встановлення ступеня її адекватності. При цьому мінімальними працевитрати автора будуть у тому випадку, коли теорія буде подана в навчальній системі у вигляді природно-мовних текстів або моделі, яку можливо побудувати за такими текстами із найбільш повною автоматизацією. Таким чином, виникає необхідність у механізмі побудови сутнісної моделі за природномовним текстом. В даний час ще не існує повного вирішення даної задачі, але навіть часткове рішення має реальний практичний інтерес.

Побудова моделей тексту

Одним із можливих рішень поставленої задачі може стати включення до складу систем контролю знань тезауруса семантичних полів [4] і використання його при тестуванні для автоматизованої побудови концептуальної моделі тексту відповіді на природній мові. Результат тестування при цьому визначається на основі порівняння побудованої моделі з концептуальними моделями предметної галузі або еталона відповіді. Еталонна модель також може бути отримана за неформалізованим природномовним текстом всього курсу або за текстом однієї найбільш повної правильної відповіді на конкретне запитання. Таким чином, перевагою такого підходу є те, що еталонна модель може бути побудована автоматично, як і модель відповіді, що зменшить працевитрати автора. Експерту з даної предметної галузі не обов'язково розбиратися в методах побудови моделі, та не треба перелічувати усі варіанти відповідей, досить дати одну розширену відповідь на природній мові. Декілька еталонних відповідей може знадобитися ввести в тому випадку, якщо

відповіді на запитання можуть бути різними з концептуальної точки зору. Така ситуація може виникнути в тому випадку, наприклад, якщо виконується перевірка знання поняття, що має декілька вірних тлумачень, які можуть використовуватися в суміжних галузях знань.

Можна запропонувати декілька варіантів побудови концептуальних моделей за текстом відповіді, побудованих із застосуванням тезауруса семантичних полів. У таблиці 1 розглянуто методи побудови та аналізу відповідності даних моделей.

Таблиця 1.

Методи побудови концептуальних моделей тексту.

Найменування методу	Побудова моделі	Аналіз відповідності моделей
Метод множини	За текстом будується семантичний обсяг	Знаходиться перетинання семантичних обсягів відповіді та еталона, при наявності в семантичному обсязі відповіді більш 50% семантичних множників, що входять у семантичний обсяг еталона, відповідь вважається задовільною.
Метод лінійної множини	За текстом будується семантичний обсяг із приписуванням семантичним множникам черговості слова в тексті.	Розраховується коефіцієнт кореляції, що враховує, крім наявності в семантичних обсягах семантичних множників, і порядок слів.
Метод підстановки	Для кожного слова відповіді знаходиться кореляційний заміник (який потрапляє в те ж парадигматичне семантичне поле) серед слів еталона, або навпаки.	Вводяться рівні відповідності моделей – якщо знайдені а) всі замітники; б) більш 50% заміників; в) всі замітники, що мають низьку частоту і високу значимість у даній предметній галузі, - то відповідь вірна на певному рівні.
Метод підстановки з урахуванням типу зв'язку в реченні	При побудові моделі для кожного заміника вказується тип зв'язку з іншими словами у відповіді та еталоні (наприклад, відстань між словами).	Для аналізу вводиться кореляційний коефіцієнт, що враховує, крім перевірки наявності заміника, і збіг (або включення по «менше») зв'язку між словами.

Роз'яснимо деякі поняття та операції, що використовуються при побудові запропонованих моделей.

Визначимо відображення $f_{код}: V \rightarrow A$, де $V = \{v_1, v_2, \dots, v_M\}$ – множина слів мови, $A = \{a_1, a_2, \dots, a_K\}$ – множина семантичних ознак. Це відображення являє собою кодування слів у семантичні ознаки. Це відображення є всюди визначеним, сюр'єктивним. Оскільки одна ознака може відповідати кільком словам (відображення не є ін'єктивним), $k \leq m$.

Відношення $R_{cm} \subseteq A \times A$ змістовно означає «мати семантичний множник». Це відношення усюди визначене (тому що будь-яке слово має визначення, отже можна побудувати семантичний обсяг), рефлексивне (тому що в семантичний обсяг включається саме слово), транзитивне (семантичні множники включаються в обсяг ітераційно). Тоді переріз $R_{cm}(a_i)$ являє собою семантичний обсяг слова $v_i = f_{\text{cod}}^{-1}(a_i)$.

Таким чином, семантичний обсяг поняття являє собою набір семантичних множників, що відповідають змісту цього поняття. Поняття може бути подане як словом, так і словосполученням. У літературі зустрічаються різноманітні способи виділення семантичних множників у значеннях слів, проте ряд дослідників схиляється до аналізу дефініцій слів [5 – 7]. При аналізі дефініцій для побудови семантичних обсягів слова виникає декілька шляхів:

1. виділення в якості семантичних множників слів дефініції;
2. виділення в якості множників лексичних обертів (не слів, а словосполучень і більш великих конструкцій, що мають більш конкретний, вузький зміст).
3. розрізнення у дефініції семантичних компонентів, що грають різні ролі.

Запропонований метод являє собою комбінацію перших двох підходів. Семантичний обсяг будується по дефініціях понять, у якості елементів змісту (але не найпростіших, тому що здебільшого ці одиниці можуть мати свої дефініції і, відповідно, семантичний обсяг) використовуються семантичні множники, що відповідають словам дефініцій (елемент першого підходу). Проте на наступному кроці компонентного аналізу для стійких словосполучень, що внесені в словник термінів і мають своє визначення, у якості аналізованої варто взяти дефініцію словосполучення, а не дефініції слів, що входять до неї (що частково відповідає другому підходові).

При побудові семантичного обсягу W_i тексту t_i виконується об'єднання семантичних обсягів слів, що входять у цей текст. Отже, текст t_i розбивається на множину $\{s_1, \dots, s_z\}$, що являє собою набір усіх його словоформ. Далі за допомогою приведення слів у початкову форму, та відсікання слів із нульовим значенням знаходиться множина слів $\{v_1, \dots, v_l\}$, причому $l \leq z$. Виконується кодування слів у семантичні множники, результатом якого є множина семантичних ознак $\{a_1, \dots, a_k\}$, що є перерізом $f_{\text{cod}}(v_1, \dots, v_l)$, причому $k \leq l$. Далі отримані семантичні ознаки додаються в семантичний обсяг: $W_i = W_i \cup \{a_1, \dots, a_k\}$.

Для побудови семантичного обсягу наступного рівня слід одержати множину слів $\{v_1, \dots, v_k\}$, що є перерізом відображення $f_{\text{dex}}: A \rightarrow V$ (що являє собою приписування кожній ознаці слова, котре найбільш типово представляє його зміст) по множині $\{a_1, \dots, a_k\}$, і об'єднати семантичні обсяги W_{v_i} , отримані по кожному слову v_i .

Іншою операцією, що потребує пояснення, є виділення семантичних множників. Існують різні шляхи кодування лексичних одиниць, і кожний із них має свої переваги та певні недоліки (більш докладний огляд наведено у [5, 8]). До алгоритму кодування можна пред'явити такі вимоги, виходячи з цілей його застосування:

можливість найбільш повної автоматизації;

- створення обмеженого числа множників;
- забезпечення мінімального рівня омонімії (перетворення семантично різних слів в один код) і синонімії кодів (коли семантично близькі слова та навіть різні словоформи одного слова перетворюються в різні коди).

Цим вимогам найбільш відповідає метод, заснований на статистичній закономірності, згідно з яким найбільшою інформативністю в слові володіють приголосні. Цей шлях припускає згортання лексичних одиниць, одержання так названих згорток з одних приголосних, при цьому голосні першого складу, як правило, зберігаються. Варіант алгоритму такого методу, що описаний у [8], забезпечує ефективне згортання іменників та прикметників із досить низьким рівнем синонімії й омонімії згорток, прозорий і легкий у застосуванні, проте має деякі недоліки, що не дозволяють прямо його використовувати.

При модифікації наданого алгоритму (збільшення числа кінцевих приголосних, що відсікаються, додавання можливості кодування різноманітних дієслівних форм) забезпечується задовільний рівень автоматизації (на досліджуваному масиві словоформ нерозв'язна омонімія і синонімія кодів склала $\approx 1,5\%$).

Достоїнством такого підходу до кодування в семантичні множники є необов'язковість процесу приведення слів у початкову форму, тому що скорочення флективних закінчень і кінцевих голосних дозволяє з достатньою точністю безпосередньо від словоформи S_i переходити до семантичного множника V_j .

При побудові семантичних полів [9] уся множина слів V розбивається на множину семантичних полів V_1, V_2, \dots, V_N . Семантичне поле V_i - деяка множина слів $\{v_1, v_2, \dots, v_M\}$, пов'язаних між собою парадигматичними і синтагматичними семантичними відношеннями; відповідно розділяються парадигматичні та синтагматичні семантичні поля. До парадигматичних полів відносяться різноманітні класи лексичних одиниць, що мають спільні ознаки у своїх значеннях. Отже, якщо кожному слову v_i поставити у відповідність множину $W_i = R_{c_{i1}}(a_i) = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik}\}$ (семантичний обсяг), де a_{iL} - семантична ознака слова v_i , то слова v_i, v_j об'єднуються в одне парадигматичне поле U_i за умови, що $W_i \cap W_j \neq \emptyset$.

Таким чином, можна задати відношення $R_c \subseteq V \times V$, що визначає наявність парадигматичних зв'язків між словами. Відношення R_c усюди визначене, сюр'єктивне, рефлексивне, симетричне. Перерізи $R_c(v_i)$ являють собою парадигматичні поля слів v_i .

Синтагматичними називаються відношення між одиницями мови, що сполучаються. Таким чином, синтагматичні семантичні поля слова являють собою зв'язки слів або їх абстрактних категорій у текстах.

Спрощено синтагматичні відношення можна уявити у вигляді усюди визначеного, сюр'єктивного, рефлексивного відношення $R_c \subseteq V \times V$. Більш докладна теоретико-множинна модель семантичних полів, що враховує зв'язки між різними типами лексичних одиниць, наведена в [10].

Структура тезауруса

Говорячи про тезаурус семантичних полів, ми не маємо на увазі ті фіксовані дескрипторні тезауруси, що застосовуються в інформаційно-пошукових системах або в системах автоматичного індексування. Для можливості використання тезауруса семантичних полів у системі контролю знань повинні виконуватися такі вимоги:

- тезаурус семантичних полів повинен містити інформацію, необхідну для побудови концептуальних моделей тексту;
- для виконання вимоги спрощення наповнення системи контролю знань повинні існувати методи автоматизованої побудови тезауруса.

Для реалізації запропонованих методів перевірки правильності відповідей, тезаурус семантичних полів повинний містити інформацію про такі об'єкти та відношення:

1. об'єкти:

- перелік слів, що подає собою словник тезауруса (СТ);
- словоформи, які відповідають цим словам, що зустрічаються в оброблюваних текстах – словник словоформ (СлТ);
- визначення слів, що входять у СТ у текстовому вигляді (СД);
- перелік семантичних множників - словник множників тезауруса;
- словник усталених термінів (СТТ);

2. відношення:

- зв'язки між СТ та СлТ, що показують, які словоформи певного слова з'явилися в оброблюваних текстах (відношення «слово-словоформа» - ОССл) - словник слововживань (СС);
- зв'язки між відношеннями ОССл, які показують наявність синтагматичного зв'язку між словами у певних формах, що зустрілися в текстах (відношення ОСС) - словник синтагматичних посилань(ССП);
- зв'язок між СТ (або СТТ) та СД, що показує наявність дефініції слова (або терміна), заповнюється з тлумачних та термінологічних словників - словник дефініцій.

У тезаурусі необов'язково постійно зберігати всю цю інформацію. На рис.1 показана схема об'єктів та відношень, які рекомендується зафіксувати в тезаурусі.

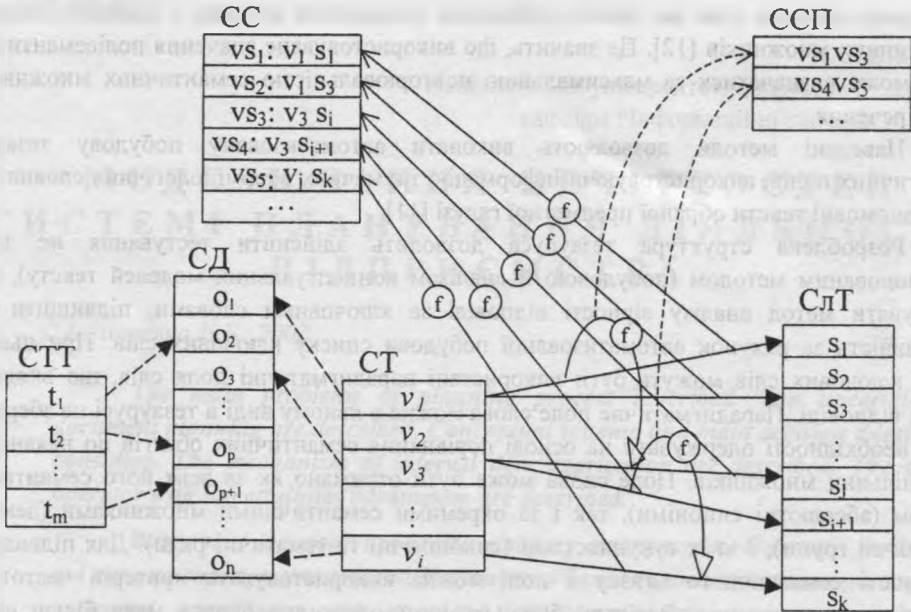


Рис.1. Схема об'єктів і відношень у тезаурусі

При такій організації тезауруса, синтагматичні зв'язки фіксуються в словнику, а зв'язки між словами та кодами, і парадигматичні зв'язки між словами можуть бути отримані алгоритмічно, тому недоцільно зберігати їх у тезаурусі постійно. Процедурний засіб подання цих зв'язків (тобто шляхом виконання якогось алгоритму на відміну від декларативного засобу, при якому інформація про ці зв'язки просто зберігається) має за перевагу можливість модифікації критеріїв виділення таких зв'язків у залежності від мети їх одержання (наприклад, зміна частотних критеріїв при одержанні парадигматичного поля, зміна рівня компонентного аналізу при побудові семантичного обсягу). Це робить тезаурус більш універсальним, розширяючи сферу його застосування.

Запропонована схема тезауруса дозволяє вносити в нього будь-які типи синтагматичних зв'язків, диференціюючи їх. Відповідно, у залежності від цілей застосування тезауруса, можна вибирати різні їх типи. Різні дослідники розрізняли різні види семантичних зв'язків [9,11], проте дана структура тезауруса дозволяє зберігати й одержувати всі основні типи синтагматичних зв'язків. Для вилучення синтагматичних зв'язків можна використовувати дистрибутивний та статистичний аналізи текстів обраної тематики [11]. Введення частоти f у відношення ОССл і ОСС дозволить визначити значимість зв'язку. Якщо частота зв'язку слова велика, то зв'язок значимий (за умовами не дуже великої частотності слова). Якщо частота маленька, то зв'язок може ігноруватися при використанні синтагматичного поля. Наприклад, установлення синонімії або неправильного кодування слова може виконуватися за допомогою порівняння семантичних оточень слів, і низька частота допоможе відсікти зв'язки, що є інформаційними шумами.

Для визначення використаного в тексті значення полісемантичного слова можна застосовувати аналіз семантичних обсягів значень слів контексту. Специфічним для

правильних значень слів, що дають оптимальне осмислення речення, є наявність спільних семантичних множників [12]. Це значить, що використовуване значення полісемантичного слова може визначатися за максимальною повторювальністю семантичних множників у межах речення.

Наведені методи дозволяють виконати автоматизовану побудову тезауруса семантичних полів, використовуючи інформацію тлумачних і термінологічних словників та природномовні тексти обраної предметної галузі [11].

Розроблена структура тезауруса дозволить здійснити тестування не тільки запропонованим методом (побудовою й аналізом концептуальних моделей тексту), але і застосувати метод аналізу вірності відповіді за ключовими словами, підвищити його ефективність за рахунок автоматизованої побудови списку ключових слів. При цьому в якості ключових слів можуть бути використані парадигматичні поля слів, що входять в еталон відповіді. Парадигматичне поле слова можна в явному виді в тезаурусі не зберігати, а при необхідності одержувати на основі порівняння семантичних обсягів по наявності у слів спільних множників. Поле слова може бути отримано як за всім його семантичним обсягом (абсолютні синоніми), так і за окремими семантичними множниками (лексико-семантичні групи), і за їх сукупностями (синонімічні та тематичні ряди). Для підвищення значимості семантичного зв'язку в полі можна використовувати критерій частотності семантичного множника. Оскільки більш значимі множники будуть мати більш низьку частоту появи, ніж множники широкої семантики, отже, може бути встановлена найбільша частота множника, використовованого для включення слова в поле. У такий спосіб може регулюватися ширина парадигматичного поля та розмір списку ключових слів, який може бути використано для градації вірності відповіді.

1. Романов А. Н., Торонцов В. С., Григорович Д. Б. *Технология дистанционного обучения в системе заочного экономического образования*. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 303 с. 2. *Автоматизированные обучающие системы на базе ЭВМ* / [А. Ф. Чернявский, А. М. Мухарский, А. В. Орлов и др.] Под ред. А. Ф. Чернявского. – Мн.: Изд-во БГУ, 1980. – 176 с. 3. Бухараев Р. Г., Сулейманов Д. Ш. *Семантический анализ в вопросно-ответных системах*. – Казань: Изд-во КГУ, 1990. – 123 с. 4. Павлов П. Ф., Черепанова Ю. Ю., Шубин И. Ю. *О возможности построения тезауруса семантических полей и его применения в информационных системах* // Вісник ХДПУ. Збірка наукових праць. – Вип. 108. – Харьков: ХДПУ, 2000. – С. 41-46. 5. Караулов Ю. Н. *Лингвистическое конструирование и тезаурус литературного языка*. – М.: Наука, 1981. – 367 с. 6. Скороходько Э. Ф. *Семантические сети и автоматическая обработка текста* – К.: Наукова думка, 1983. – 284 с. 7. Арнольд И. В. *Основы научных исследований в лингвистике: Учебное пособие*. – М.: Высшая школа, 1991. – 140 с. 8. Захаров В. П., Мордовченко П. Г., Сахарный Л. В. *Совершенствование лингвистического обеспечения в ИПС «бестезаурусного» типа* // НТИ. – Сер. 2. – 1980. – №6. – С.14-17. 9. *Полевые структуры в системе языка* / З. Д. Попова, И. А. Стернин, Е. И. Беляева и др. / Науч.ред. З. Д. Попова. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1989. – 196 с. 10. Черепанова Ю.Ю. *О теоретико-множественном и теоретико-категорном подходах к моделированию семантических полей* // Проблемы бионики: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2001. – Вып 54. – С.75-78. 11. Павлов П.Ф., Бабина О.И., Черепанова Ю.Ю. *О проблеме автоматизированного выявления семантических полей*. // Вісник ХДПУ. Збірка наукових праць. – Вип. 42. – Харьков: ХДПУ, 1999. – С.81-85. 12. Апресян Ю. Д. *Избранные труды. Том 1. Лексическая семантика*. – М.: Восточная литература, 1995. – 472 с.