

УДК 004.942

ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ДОКУМЕНТІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

В. Д. Мельник, М. М. Демчина, В. І. Шекета

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, 76019, м. Івано-Франківськ, Україна. E-mail: adviser.it2@gmail.com

Показано підхід до інтерпретації документів в інтелектуальних системах дистанційного навчання на основі використання бази знань процесу інтерпретації, визначення класів релевантних документів стосовно множин релевантних знань, що дозволяє будувати семантично-орієнтований процес ієрархічної інтерпретації документів у документному графі з введеними ваговими коефіцієнтами. Використання моделей класів документів дозволяє імплементувати механізм висновку засобами евристичних стратегій.

Ключові слова: інтерпретація документів, знання, документний граф, вагові коефіцієнти.

DOCUMENTS INTERPRETATION TECHNOLOGIES IN INTELLIGIBLE SYSTEMS OF DISTANCE LEARNING

V. D. Melnyk, M. M. Demchyna, V. I. Sheketa

National technical university of oil and gas of Ivano-Frankivsk
vul. Karpatska, 15, 76019, Ivano-Frankivsk, Ukrainian. E-mail: adviser.it2@gmail.com

The one approach to documents interpretation in intelligible systems of distance learning is proposed based on knowledgebase using for interpretation process by defining of relevant documents classes with regards to relevant knowledges sets what allows to create an semantic oriented process for hierarchical document interpretation in documents graph with weights. The using of documents classes models allows to implement inferences engine by means of heuristics search strategies.

Key words: document interpretation, knowledges, document graph, weights.

ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДОКУМЕНТОВ В ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В. Д. Мельник, М. М. Демчина, В. И. Шекета

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа
ул. Карпатская, 15, 76019, г. Ивано-Франковск, Украина. E-mail: adviser.it2@gmail.com

Предложен подход к интерпретации документов в интеллектуальных системах дистанционного обучения с использованием базы знаний процесса интерпретации, определения классов релевантных документов на основе множеств релевантных знаний, что позволяет формировать семантически-ориентированный процесс иерархической интерпретации документов на базе документного графа с весовыми коэффициентами. Использование моделей классов документов позволяет имплементацию механизма вывода посредством эвристических стратегий.

Ключевые слова: интерпретация документов, знания, документный граф, весовые коэффициенты.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Розвиток технологій дистанційного навчання та засобів його інтелектуалізації призводить до постійного зростання кількості та об'єму інформаційних потоків. Важливим завданням є досягнення такого рівня надання електронних документів в інтелектуальних системах дистанційного навчання (ІСДН), який би дозволяв повністю перейти на форми електронного навчання без паперового документообігу. На сучасному рівні розвитку технологій ІСДН у НТУНГ частина документів надається в паперовій формі, особливо що стосується задач обліку та контролю знань. Тому для досягнення більшої ефективності технологій ІСДН необхідна розробка нових методів і методик перенесення паперових документів в електронне представлення. Оскільки основа технології – це задачі інтелектуалізації, то такий процес розглядається як процес інтерпретації документів. Успішність результатів такого процесу гарантуватиме необхідний рівень автоматизації задач електронного документообігу.

Існуюче програмне забезпечення для інтерпретації документів постійно розвивається та удосконалюється [1–6]. Основу технології складає процедура

тестування та оптичного розпізнавання символів, що дозволяє імпортувати паперовий документ у текстовий редактор. Проте, задача інтерпретації документів суттєво ускладнюється, коли джерелом інтерпретації не є простий текст, а текст, що містить формули, діаграми, графіки, таблиці, технічні креслення і т.п. Задача інтерпретації в даному випадку повинна визначати область застосування документа та окремих його складових [7–9].

Метою даної роботи є опис структури процесу інтерпретації документів на основі знань із введенням ієрархічної структури процесу інтерпретації документа та побудови документного графа.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Найпростішим вирішенням даної проблеми є застосування методу структурної інтерпретації, коли в документі виділяється певна структура, яка може зберігатися в загальній базі даних у формі двомірних або багатомірних представлень. Виділення в документі такої структури з програмної точки зору вимагає використання змістовних атрибутів, семантичних словників і граматики:

$$DocumentStructure \left\{ \begin{array}{l} ContentAttributes, \\ SemanticDictionaries, Grammaticals \end{array} \right\}$$

В задачах комп'ютерної інтерпретації документів, документ розглядається як сукупність складових, кожна з яких має певне значення, що може бути інтерпретоване:

$$Document = \{ DocumentUnit_i \mid i \in N \}$$

Система інтерпретації повинна бути здатна інтерпретувати всі складові документа. Для цього система повинна мати необхідну множину знань про клас інтерпретації документа:

$$Interpretation [DocumentClass] \rightarrow$$

$$RelevantKnowledges = PresentationKnowledges \cup ApplicationKnowledges$$

Таке представлення описуватиме, які компоненти повинен містити документ визначеного класу і як вони повинні інтерпретуватися. У випадку інтерпретації технічних документів задача інтерпретації фактично зводиться до задачі видобування інформації (даних і знань) за виділеною областю застосування. Функціональність процесу інтерпретації зображена на рис. 1.



Рисунок 1 – Структура процесу інтерпретації документів

Таким чином, важливим аспектом системи інтерпретації є правильна організація бази знань. Подібно до технології експертних систем цю задачу повинні оцінювати експерти предметної області (викладачі відповідних навчальних курсів). Експерти визначають межу об'єктів предметної області, їх локальні та глобальні властивості, відношення між об'єктами, що виділяються як основа функціонування цієї системи. Всі дані особливості закладаються в систему інтерпретації, яка повинна пройти суттєвий етап набуття та тестування знань. Також важливим питанням є рівень автоматизації такої системи: від людино-машинної системи до повністю автономної семантично-орієнтованої, веб-базованої системи. Рівень функціональності такої системи визначатиметься її здатністю виконувати інтерпретацію документів різного рівня структуризованості.

Для підсилення стійкості та функціональності системи вона повинна також бути максимально адаптивною та інтерактивною, що дозволить їй налаштовуватись під зміну середовища та використовувати додаткові параметри в процесі інтерпретації.

Таким чином, основним концептуальним елементом системи інтерпретації є знання, спосіб їх представлення, організації та використання. Тому кількість та якість знань є динамічною характеристикою, що зростає в процесі нарощування функціональності системи. Проте, чим більшою і адаптивнішою стає база знань, тим складнішою буде її організація і підтримка. Крім того, така база знань вимагатиме комплексного синтаксису для представлення знань і, відповідно, зростатимуть витрати експертів, що її наповнюватимуть. Тому автоматизація процесів інтерпретації документів на основі знань є однією з актуальних задач в області видобування даних та знань зі структурованих документів. Важливими механізмами вирішення даної проблеми є створення формальних представлень для збереження знань про документи, що проходять процедуру аналізу та інтерпретацію, а також створення відповідних алгоритмів аналізу документів з урахуванням факторів невизначеності та нечіткості.

Множина всіх документів розбивається на класи, які утворюють деревоподібну ієрархію. Такий поділ документів цілком відповідає базовій ідеї об'єктно-орієнтованого підходу. Згідно даного підходу, документи, що належать визначеному класу, мають також спільні визначені властивості. Крім того, спосіб представлення знань може бути розширений таким чином, щоби він міг моделювати знання про класи документів. Отримані моделі класів документів можуть бути ініціалізовані на основі навчальних вибірок, у ході яких множина документів визначеного класу забезпечується маркерами, що вносить користувач. Процес маркування документів у навчальній вибірці відбувається інтерактивно, підтримується системою і не потребує участі експерта предметної області.

Таким чином, можна генерувати необхідну множину знань для процесу видобування інформації з поточного документу, яку в наступних сеансах роботи можна актуалізувати та ініціалізувати залежно від ступеня абстрактності початкового представлення.

Важливою особливістю застосування технології інтерпретації документів у системах дистанційного навчання є те, що знання, згенеровані системою в автоматичному режимі, теж можуть бути використані для процесу видобування інформації. Основою такої реалізації є використання механізму інференції, що використовує як вхідні дані модель класу документів і дозволяє отримати деякий конкретний документ, складові компоненти якого актуалізуються на основі знань в релевантній моделі (рис. 2).



Рисунок 2 – Використання знань в процесі інтерпретації

Функціонування механізму логічного висновку базується на евристичних пошукових стратегіях релевантних до визначеної предметної області. Система інтерпретації складається з ряду компонентів, які тестуються на наборах фактичних даних, що дозволяє також оцінити ефективність алгоритмічного забезпечення та сценарій її функціональності.

У системах дистанційної освіти документ визначається як засіб передачі інформації від об'єктів до суб'єктів навчання. Основною вимогою до документів із точки зору організації дистанційного навчання виступає вимога коректності та ефективності їх інтерпретації в комп'ютер-базованому навчальному процесі. З точки зору інтелектуальної функції системи дистанційного навчання основна вимога полягає в забезпеченні комп'ютера засобами контролю розуміння навчального матеріалу суб'єктами навчання. Успішність процесу інтерпретації (розуміння студентами навчального матеріалу) визначатиметься рівнем їх знань предметної області та співвідношення даних знань до знань закладених в систему:

$$CK = SystemKnowledges^{set} \cap UserKnowledges^{set} \neq f \\ [CK]^{card} \rightarrow \# [Interpretation [Documents]^{set}]$$

Ефективність розуміння документа студентом визначається його компонуванням, тобто даний процес буде тим більш успішним, чим більше структурних елементів можна виділити в документі. Якщо користувач розуміє (або може хоча б інтерпретувати) структуру документа, то він зможе швидко засвоїти його смислове навантаження, шляхом виділення ієрархії входжень та аналізу відповідного значення чи множини значень.

Після визначення складових документа (DocumentUnits) користувач виконує їх послідовне уточнення. Лише коли релевантний домен буде достатньо локалізований, користувач зможе ефективно засвоїти його контент (зміст складового компонента). При цьому важливо те, що чим більше структура документа знайома користувачу, тим швидше він зможе його засвоїти. В даному процесі виконується також актуалізація знань по визначених категоріях документів, що дозволяє розширити відповідно їх множину та релевантність.

Функціонування даної схеми можна найпростіше проілюструвати на прикладі ієрархічної організації складових текстового документу. Для досягнення семантичного розуміння не завжди є потреба у слі-

дуванні ієрархії згідно введених рівнів. У деяких випадках буде цілком достатнім досягнення тільки певного рівня ієрархії. Оскільки більшість сучасних навчальних матеріалів є веб-орієнтованими та інтерактивними, то до введеної ієрархії можна додати також логічну коннотацію: дата внесення, ім'я автора, IP-адреса. Проте семантична інтерпретація всього документа задається значеннями його окремих компонентів. Другою важливою складовою процесів інтерпретації є введення і розбиття документів на класи та їх впорядкування в ієрархію, що виконує слідування з найбільш загальних до найбільш спеціалізованих класів документів (рис. 2). Для розуміння всього документа користувачу необхідне розуміння даної ієрархії документних класів. На основі визначеної компоновки документа можливо також визначити та описати відношення між класами, а саме до кожного документного класу визначаються типові властивості, які є відомими, а саме, які складові він містить, як вони підпорядковуються в рамках загальної ієрархії. На основі таких знань виконується управління функціонуванням всієї системи.



Рисунок 3 – Ієрархічна інтерпретація документа

Множина структурованих документів утворює підмножину всіх навчальних елементів, які також складаються з певних значимих документів, що містять власні уточнювані структури. Структура таких елементів може бути одновірною або двовірною. Окремі структурні елементи не є при цьому незале-

жними, а визначаються загальними вимогами до компоновки навчальних документів.

Процес інтерпретації документів в інтелектуальних системах дистанційного навчання можна розділити на такі етапи: аналіз документів, їх класифікація, онтологізація документів, семантичне розуміння документів. Процес поділу документа на множину складових компонентів без використання бази знань позначається як процес аналізу документа. В даному процесі важливим елементом є застосування процедур лінеаризації інформації, що базуються на двомірних інформаційних представленнях (хоча в технологіях DataMining використовується також тримірні моделі). На основі ієрархії, показана на рис. 3, зокрема, можна отримати в кінцевому підсумку лінійну послідовність символів, що відповідає текстовій складовій документа. В загальному випадку аналіз документів є незалежним від його наповнення. Після виконання процедури сканування користувач отримує бінарне уявлення, яке може бути перетворене в ієрархічну компоновочну структуру за допомогою спеціальних алгоритмів. На нижньому рівні компоновочної структури слід розглядати взаємозв'язок об'єктів, множина яких описує даний компонент. Переміщення по ієрархічному дереву представлення документів у напрямі «зверху-вниз» дозволяє підключати також додаткові процедури, а саме: оцифрування і бінаризація зображень, контекстний аналіз, розділення тексту і графіки, гене-

рація ієрархії компоновання та її аналіз, аналіз взаємозв'язків, видобування даних на основі графічних зображень, посимвольна класифікація, оцінка повноти та нормованості документа.

Означення 1. Впорядковану четвірку $DG = (V, E, class^{parent}, class^{child})$ вважатимемо напрямленим інформаційним документним графом, якщо V – множина вершин, в яких розміщені документи, E – множина дуг, $class^{parent}$ і $class^{child}$ – функції, які для кожної дуги визначають її початок (клас батьківського документа) і кінець (клас дочірнього документа).

Означення 2. Нехай $WeightSet$ – множина написів (вагових коефіцієнтів) для дуг (ребер). Тоді впорядковану п'ятірку $DG = (V, E, class^{parent}, class^{child}, weight)$ будемо вважати $WeightSet$ – описаним напрямленим документним графом, якщо $DG = (V, E, class^{parent}, class^{child}, weight)$ є напрямленим графом і $weight : V \cup E \rightarrow WeightSet$ є функцією, яка присвоює кожній дузі надпис з $WeightSet$.

Таким чином, множину документів, як інформаційний об'єкт [10], будемо представляти описаним напрямленим документним графом. Також під таким інформаційним об'єктом будемо розуміти базу даних документів. Типовий документний граф для напівструктурованої бази даних наведений на рис. 4.



Рисунок 4 – Документний граф:

V_1^1 – вершина, що відповідає дистанційному навчальному курсу;

V_1^2 – вершина, що відповідає навчальному матеріалу, представленому у формі посібників;

V_2^2 – вершина, що відповідає навчальному матеріалу, представленому у формі підручників;

V_3^2 – вершина, що відповідає навчальному матеріалу, представленому у формі методичного забезпечення.

Означення 3. Непорожню послідовність $(v_{i_0}, e_{i_1}, v_{i_1}, \dots, e_{i_m}, v_{i_m})$ називатимемо обходом документного графа $DG = (V, E, class^{parent}, class^{child})$, якщо $class^{parent}(e_{i_j}) = v_{i_{j-1}}$ і $class^{child}(e_{i_j}) = v_{i_j}$ для всіх додатніх $j \leq m \in N$. Якщо всі дуги в обході попарно відмінні, то такий обхід розглядатимемо як документний маршрут. Якщо до того ж всі вершини попарно відмінні, то такий обхід розглядатимемо як документний шлях.

Для задання обходу документного графа достатньо буде лише вказувати послідовність дуг. Такий підхід дозволяє встановлювати відсутні вершини за допомогою відповідних функцій $class^{parent}$ і $class^{child}$. Винятком є лише обхід, що складається лише з однієї вершини. Кількість дуг в обході вважатимемо довжиною обходу. Обходи одиночної довжини називатимемо атомарними. Основна перевага складеного обходу над простим полягає в тім, що множина всіх маршрутів завжди є скінченною. Основна перевага складеного обходу над операцією

“документний шлях” полягає в тому, що ідея документного маршруту є більш загальною. Будемо позначати множину всіх непорожніх документних маршрутів через DR^+ і включати цю множину в документний граф при потребі, тобто $DG = (V, E, DR^+, class^{parent}, class^{child})$. Введені нами функції $class^{parent}$ і $class^{child}$ розширимо таким чином, щоб вони покривали операції документного обходу, документного маршруту і документного шляху в графі: $class^{parent}((v_{i_0}, e_{i_1}, v_{i_1}, \dots, e_{i_m}, v_{i_m})) := v_{i_0}$, $class^{child}((v_{i_0}, e_{i_1}, v_{i_1}, \dots, e_{i_m}, v_{i_m})) := v_{i_m}$. Вважатимемо два обходи o_1 і o_2 такими, що можуть бути об’єднаними, якщо $class^{child}(o_1) = class^{parent}(o_2)$. Об’єднанням обходів o_1 і o_2 , де $o_1 = (v_{1_0}, e_{1_1}, v_{1_1}, \dots, e_{1_m}, v_{1_m})$ і $o_2 = (v_{2_0}, e_{2_1}, v_{2_1}, \dots, e_{2_n}, v_{2_n})$ визначимо, як $o_1 \bullet o_2 = (v_{1_0}, e_{1_1}, v_{1_1}, \dots, e_{1_m}, v_{1_m}, v_{2_0}, e_{2_1}, v_{2_1}, \dots, e_{2_n}, v_{2_n})$. Для $n, m \in N$ таке об’єднання є асоціативним, тобто для обходів $class^{parent}, class^{child_1}, class^{child_2}$ справедливо

$$(o_1 \bullet o_2) \bullet o_3 = o_1 \bullet (o_2 \bullet o_3)$$

Для специфікації запитів по базі даних документів введемо наступні означення.

Означення 4. Об’єкт

$$\Omega_2 = (V^{(\Omega_2)}, E^{(\Omega_2)}, class^{parent^{(\Omega_2)}}, class^{child^{(\Omega_2)}}, weight^{(\Omega_2)})$$

є підоб’єктом об’єкта

$$\Omega_1 = (V^{(\Omega_1)}, E^{(\Omega_1)}, class^{parent^{(\Omega_1)}}, class^{child^{(\Omega_1)}}, weight^{(\Omega_1)})$$

, якщо $V^{(\Omega_2)} \subseteq V^{(\Omega_1)}$, $E^{(\Omega_2)} \subseteq E^{(\Omega_1)}$, $class^{parent^{(\Omega_2)}} \subseteq class^{parent^{(\Omega_1)}}|_{E^{(\Omega_2)}}$, $class^{child^{(\Omega_2)}} \subseteq class^{child^{(\Omega_1)}}|_{E^{(\Omega_2)}}$, $weight^{(\Omega_2)} = weight^{(\Omega_1)}|_{V^{(\Omega_2)} \cup E^{(\Omega_2)}}$

Позначатимемо даний факт через $\Omega_2 \subseteq \Omega_1$.

Означення 5. Під графовим морфізмом з одного напрямленого документного графа $DG_1 = (V^{(DG_1)}, E^{(DG_1)}, class^{parent^{(DG_1)}}, class^{child^{(DG_1)}})$ в інший напрямлений документний граф $DG_2 = (V^{(DG_2)}, E^{(DG_2)}, class^{parent^{(DG_2)}}, class^{child^{(DG_2)}})$ будемо розуміти функцію $S : V^{(DG_1)} \cup E^{(DG_1)} \rightarrow V^{(DG_2)} \cup E^{(DG_2)}$, таку, що:

1. Для всіх $y \in V^{(DG_1)} \cup E^{(DG_1)}$ вірно, що $S(y) \in V^{(DG_2)}$ тоді і тільки тоді, коли $y \in V^{(DG_1)}$ і $S(y) \in E^{(DG_2)}$ тоді і тільки тоді, коли $y \in E^{(DG_1)}$.

2. $class^{parent^{(DG_2)}} \bullet S|_{E^{(DG_1)}} = S \bullet class^{parent^{(DG_1)}}$ і $class^{child^{(DG_2)}} \bullet S|_E = S \bullet class^{child^{(DG_1)}}$.

Означений морфізм S будемо розглядати як частковий, якщо не всі елементи з $V^{(DG_1)} \cup E^{(DG_1)}$ лежать в області визначення S .

Нехай $DG = (V, E, class^{parent}, class^{child})$ є напрямленим документним графом. Означене вище поняття документного маршруту є послідовністю дуг $(e_{i_1}, \dots, e_{i_m})$, де всі e_{i_j} є відмінними і існують вузли (вершини) $(v_{i_1}, \dots, v_{i_m})$, такі, що для всіх e_{i_j} $class^{parent}(e_{i_j}) = v_{i_{j-1}}$ і $class^{parent}(e_{i_j}) = v_{i_j}$. Множину всіх документних маршрутів в графі будемо позначати через DR^{set} , а множину непорожніх – через DR_+^{set} . Таким чином, для непорожнього маршруту $dr_i = (e_{i_1}, \dots, e_{i_m}) \in DR_+^{set}$ можна ввести функції $class^{parentDR^{set}}, class^{childDR^{set}} : DR_+^{set} \rightarrow V$, які означимо як $class^{parentDR^{set}}(dr_i) = class^{parent}(e_{i_1})$; $class^{childDR^{set}}(dr_i) = class^{child}(e_{i_m})$ відповідно.

ВИСНОВКИ. В запропонованому дослідженні наведено структуру процесу інтерпретації документів на основі знань. Виділено ієрархічну структуру процесу інтерпретації документа із входженнями у вигляді графічних і мультимедійних об’єктів як вбудованих, а також тегів і скриптових включень у вигляді форматування. Введено побудову документного графа з написами у вигляді вагових коефіцієнтів, що дозволить реалізовувати пошукові стратегії в документному середовищі.

Наступні дослідження даного напрямку будуть зосереджені на побудові імплементацій документного графа.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мельник В.Д. Використання продукційного підходу для інтелектуалізації діалогів з користувачем в системах дистанційного навчання // Радиоелектроника и молодежь в XXI веке. – Х.: ХНУРЕ, 2009. – Ч. 2 – С. 168.
2. Мельник В.Д. Структуризація відповідей користувача в системі дистанційного навчання на основі експертних параметрів // Системний аналіз та інформаційні технології. – К.: НТУУ “КПІ”, 2009. – С. 348.
3. Мельник В.Д., Процюк В.Р., Процюк Г.Я. Представлення документів та їх класів в системах дистанційного навчання // Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики. – Львів, 2009. – С. 143.
4. Мельник В.Д., Шекета В.І., Демчина М.М. Прийняття рішень при модифікації запитів в системі дистанційного навчання // Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем. – К.: ТАAPSD 2009. – С. 149–156.
5. Melnyk V.D., Vovk R.B., Demchyna Frame Based Approach to Construction of Intelligent System for Student Knowledge Control // Proceedings of the X

International Conference TCSET'2010. – Lviv-Slavske. – Ukraine. – February 23-27. – 2010. – P. 287.

6. Мельник В.Д. Побудова контенту навчального матеріалу орієнтованого на знання // Математичне і програмне забезпечення інтелектуальних систем. – Дніпропетровськ, 2010. – С. 80.

7. Moore M., Kearsely. G. Distance education: A systems view. – Thomson/Wadsworth. – 2nd edition. – 368 p.

8. Daniel J.S. The knowledge media. In: Mega-universities and knowledge media // Technology strategies for higher education. – London, 1996. – P. 101–135.

9. Lever-Duffy J., McDonald J.B. Teaching and Learning with Technology. – Pearson Education, 2008. – 300 p.

10. Шекета В.І. Побудова інформаційної предикатної схеми, як середовища виконання трансформації запитів користувача по напівструктурованій інформації нафтогазової предметної області // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Технічні науки. – 2003. – № 2(6). – С. 50–57.

REFERENCES

1. Melnik V.D. Using a production approach to the intellectualization of the dialogues with the user in the distance education system // Electronics and youth in the XXI century. – H.: KHNURE, 2009. – Part. 2. – P. 168 [in Ukrainian].

2. Melnik V.D. Structuring user's answers to the distance learning system based on expert settings // System analysis and information technology. – K.: KPI, 2009. – P. 348 [in Ukrainian].

3. Melnik V.D., Protsyuk V.R., Protsyuk G.Y. Submission of documents and their classes in the systems of distance learning // Recent developments in applied mathematics and computer science. – Lviv, 2009. – P. 143 [in Ukrainian].

4. Melnik V.D., Sheketa V.I., Demchina M.M. Priynyattya rishen for modification requests in the system of distance learning // Theoretical and practical aspects of building software systems. – K.: TAAPSD, 2009. – P. 149–156 [in Ukrainian].

5. V.D. Melnyk, R.B. Vovk, M.M. Demchyna Frame Based Approach to Construction of Intelligent System for Student Knowledge Control // Proceedings of the X International Conference TCSET'2010. – Lviv-Slavske. – Ukraine. – February 23–27. – 2010. – P. 287.

6. Melnik V.D. Building content of educational material orienirovannogo to know // Mathematical and intelligent software systems. – Dnepropetrovsk, 2010. – P. 80 [in Ukrainian].

7. Moore M., Kearsely. G. Distance education: A systems view. – Thomson/Wadsworth. – 2nd edition. – 368 p.

8. Daniel J.S. The knowledge media. In: Mega-universities and knowledge media // Technology strategies for higher education. – London, 1996. – P. 101–135.

9. Lever-Duffy J., McDonald J.B. Teaching and Learning with Technology. – Pearson Education, 2008. – 300 p.

10. Sheketa V.I. Building Information predicate scheme, as the runtime transformation of user queries on semistructured information, oil and gas domain // Scientific Bulletin of the Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas. Engineering. – 2003. – № 2(6). – P. 50–57 [in Ukrainian].

Стаття надійшла 17.02.2011.

Рекомендована до друку
д.т.н., проф. Гученком М.І.