

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО МЕРЕЖЕВОЦЕНТРИЧНОГО НАВЧАННЯ

© Голощук Р.О., 2008

Розглянуто питання побудови комплексу математичних моделей процесів дистанційного навчання, на яких ґрунтується створення інтегрованого мережевоцентричного інформаційно-навчального середовища. Зазначені питання є актуальними у зв'язку з упровадженням технологій дистанційного навчання і нерозривно пов'язані з дидактичними та методологічними аспектами навчального процесу.

The questions of mathematical models of processes of distance education (remote training) are highlighted in this article. Creation of the integrated net oriented informational-educational environment is based on them. The indicated questions are actual in connection with implantation of technologies of distance learning and inextricably related with didactic and methodological aspects of the educational process.

Вступ. Загальна постановка проблеми

Переваги дистанційного навчання (ДН) з переходом на нові інформаційні технології очевидні. На жаль, в публікаціях, присвячених розгляду проблем ДН, головна увага приділяється розробленню електронних посібників, вибору платформ, дидактиці нових освітніх середовищ, методології проведення навчання та ін [6, 8–10]. Проте питання, пов'язані із математичним та програмним забезпеченням процесів ДН, залишаються нерозглянутими. Тенденція використання інформаційних і телекомунікаційних технологій сьогодні полягає в створенні систем, які ґрунтуються на ефективних математичних моделях, здатних не тільки забезпечувати виконання інформаційно-аналітичних функцій, але і створювати умови для оперативного керування навчальним процесом, слугувати ефективним середовищем організації доступу до розподілених джерел навчальної інформації з використанням нових мережевоцентричних технологій [2–5].

Модель дистантного слухача (ДС) – це знання про особу, які використовуються для організації процесу навчання. Це множина точно представлених (формалізованих) фактів про слухача, котрі описують різні сторони його стану: знання, особисті та професійні якості й ін. [14].

У цій статті розглядається проблема побудови комплексу математичних моделей процесів дистанційного навчання, на яких ґрунтується створення інтегрованого мережевоцентричного інформаційно-навчального середовища.

Модель системи дистанційного мережевоцентричного навчання

Математичне та програмне забезпечення і моделювання системи дистанційного мережевоцентричного навчання (СДМН) дає змогу автоматизувати не тільки процес подання навчального матеріалу, але й індивідуальну навчальну роботу ДС, оскільки в основу подібних систем покладено розподілену модель збереження інформації. Основною проблемою, яка виникає у результаті проектування систем дистанційного навчання, є підвищення гнучкості системи за рахунок підвищення складності.

Загальна модель СДМН ґрунтується на таких моделях:

- навчального матеріалу (контенту);
- тестових завдань;
- еталонних знань експерта (викладача);
- дистантного слухача (ДС);

Модель навчального матеріалу (НМ) подамо у вигляді І/АБО графу.

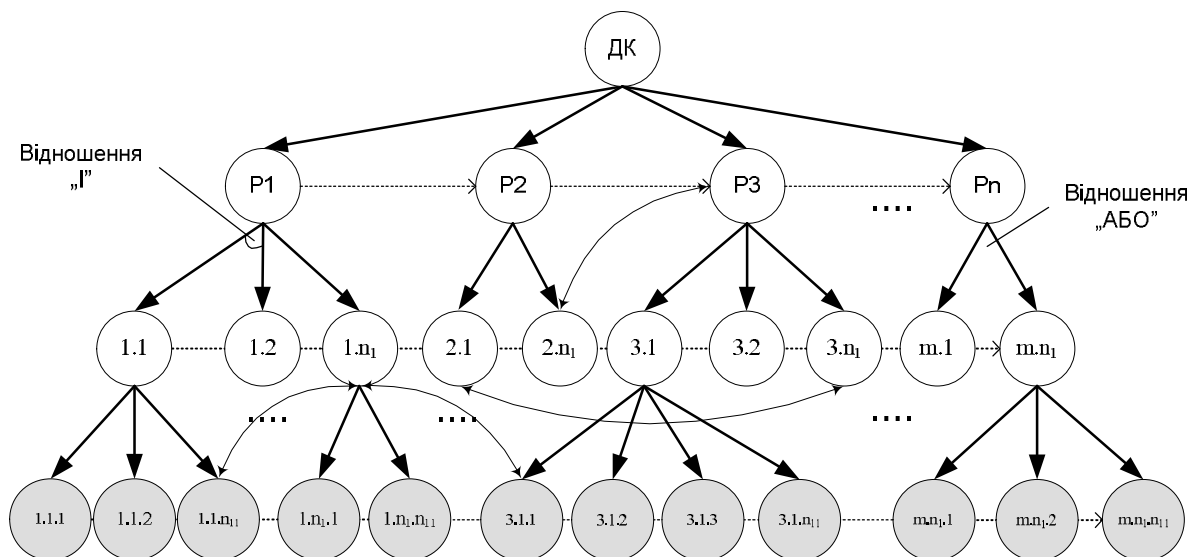


Рис. 1. Модель навчального матеріалу

Вершинами графу є скінченні одиниці навчального матеріалу (параграфи, розділи тощо).

Вершини T характеризують такі ознаки:

- Множина ключових слів, які описують одиницю НМ (V);
- Нечітка характеристика L , яка позначає пріоритет (важливість) вивчення певної структурної одиниці навчального матеріалу. Впорядкування вершин за зростанням L дає змогу побудувати послідовність вивчення навчального матеріалу (навчальну траєкторію) (наприклад, спочатку ДС пропонуються легші теми, а потім – складніші; або навпаки). Для подання та опрацювання цієї характеристики використовується апарат багатозначної логіки. На початку навчання ці значення визначаються на основі матриці парних порівнянь експертних оцінок, а у процесі навчання ДС змінюються залежно від рівня його знань (це означає, що граф навчального матеріалу адаптується під конкретного ДС, що забезпечує максимально ефективний процес навчання);

- Вершини-предки;
- Час вивчення матеріалу (вартість) – для вершин-предків визначається як сума значень за нащадками ($Time$)

Дуги між вершинами є двох типів:

Дуга І – поєднує вершини, вивчення яких відбувається обов’язково (одночасно);

Дуга АБО – поєднує вершини, які студент може вивчати на свій вибір (одну з них або обидві).

Отже, модель навчального матеріалу описується за допомогою графу (G) та способу обходу графу (способу подання НМ) R , який визначається як

$$M = \langle G, R \rangle.$$

Свою чергою, граф НМ задається як

$$G = \langle T, E \rangle,$$

де T – множина вершин, E – множина дуг.

Налаштування графу навчального матеріалу згідно із знаннями ДС – це функція модифікації нечітких характеристик вершин графу G . Модифікація відбувається на основі зіставлення нечітких характеристик L вершин графу, побудованого викладачем, та нечітких характеристик вершин, отриманих у результаті тестування ДС із врахуванням взаємозв’язків між вершинами:

$$G' = f(G, K),$$

де G – початковий граф НМ; K – множина знань ДС; G' – адаптований граф НМ.

У процесі попереднього тестування ДС отримуються нечіткі характеристики рівня його знань про певні ПО, причому чим вищим є рівень знань ДС, тим нижчим буде значення пріоритету

вершини. Рухаючись з кінцевих вершин графу НМ, модифікуємо значення пріоритету вершин-предків за такою формулою:

$$L_i = \max\left(\left\{L_{i+1}'\right\}, \left\{\min\left(\{L_{i+1}\}\right)\right\}\right),$$

де L_i – значення пріоритету предка, L_{i+1} – значення пріоритету нащадка з вершинами типу I, L_{i+1}' – значення пріоритету нащадка з вершинами типу АБО.

Зміна характеристики L призводить до зміни черговості подання НМ.

Тобто будується індивідуальна траєкторія подання НМ ДС:

$$R' = g(G', K)$$

Отже, граф НМ адаптується до знань ДС.

Багатозначну логіку як математичний апарат для опрацювання нечітких характеристик доцільно використовувати з таких причин:

1. Операція АБО обирає більший із своїх операндів, тому характеристика “важливих” тем не буде понижена, а теми, які ДС знає погано, матимуть високу нечітку характеристику, що стимулюватиме процес навчання.

2. Експертні оцінки, які використовуються для визначення нечітких характеристик навчальних одиниць, використовуються лише один раз у процесі навчання системи, що економить час на збирання та обробку експертної інформації.

3. Оскільки як модель для збереження даних обрано реляційну базу даних, то використання багатозначної логіки не приведе до розширення реляційної алгебри.

Для подання нечітких характеристик вершин графу НМ та результатів тестового оцінювання знань ДС пропонується використовувати лінгвістичні змінні, оскільки вони дають змогу оперувати термінами, зрозумілими викладачу та ДС [1, 7].

Множину контрольних завдань автор пропонує задати у вигляді тривимірного куба контрольних (тестових) завдань, використовуючи багатовимірне подання даних.

Модель контрольних завдань формально запишемо як

$$Cube = \langle Type, KL, SK \rangle,$$

де $Type$ – тематичний клас ТЗ; Kl – тип ТЗ; SK – складність ТЗ;

Модель еталонних знань викладача використовується у процесі оцінювання знань ДС, а також для його самонавчання.

Модель еталонних знань викладача – відображення множини ТЗ у множину правильних відповідей.

$$g(TZ_{ijk}) \rightarrow RA,$$

де RA – множина правильних відповідей; TZ_{ijk} – множина ТЗ.

Множина попередніх знань ДС отримується у результаті попереднього тестування ДС за проблематикою предметної області для виявлення загального рівня розвитку та тем, які він знає найкраще (найгірше).

Концептуальна модель системи ДН

Виділимо основні сутності проектованої предметної області.

Сутність *Дистанційний слухач* містить відомості про осіб, що навчатимуться. Характеристиками сутності є попередні відомості про вивчені раніше предмети, отримані з них оцінки, улюблені предмети тощо. Ці характеристики визначаються у результаті попереднього тестування з метою найточнішого налаштування мережі навчальних розділів під конкретного студента.

Сутність *Викладач* містить перелік викладачів, що працюють над створенням навчального матеріалу, оскільки навчання може здійснюватися одночасно з множини предметів. Представники цієї сутності також подають попередні оцінки для розділів навчального матеріалу (ці оцінки подають важливість або послідовність викладення).

Сутність *Навчальний матеріал* подає собою граф навчального матеріалу. Кожен розділ характеризується оцінкою важливості та результатом тестування студента як відображення його знань.

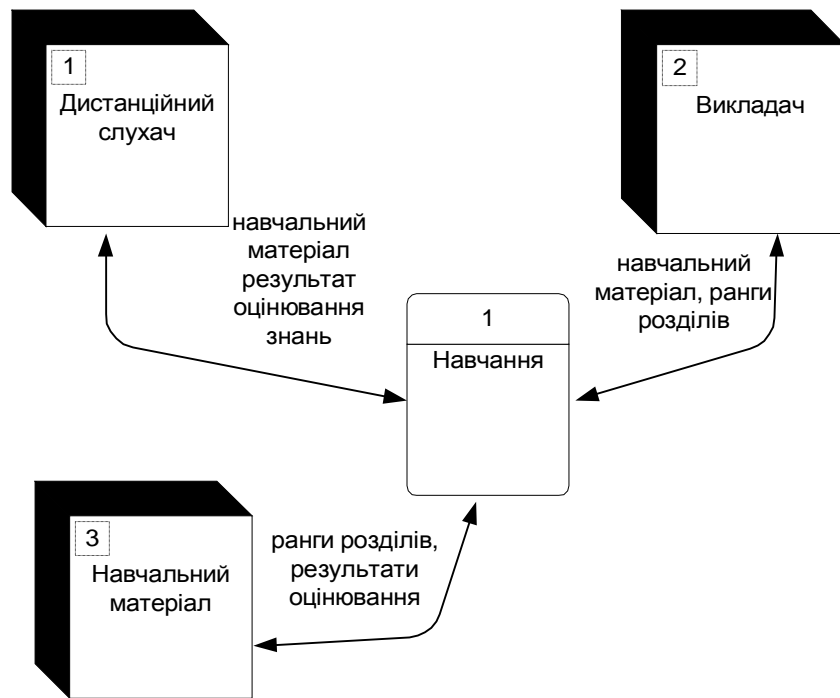


Рис. 2. Контекстна діаграма дистанційного навчання

Інтегрований процес “Навчання” опрацьовує потоки даних, що надходять від зовнішніх сутностей, поміщуючи результати обробки у сховища даних та передаючи їх зовнішнім сутностям. Деталізовану контекстну діаграму показано на рис. 3.

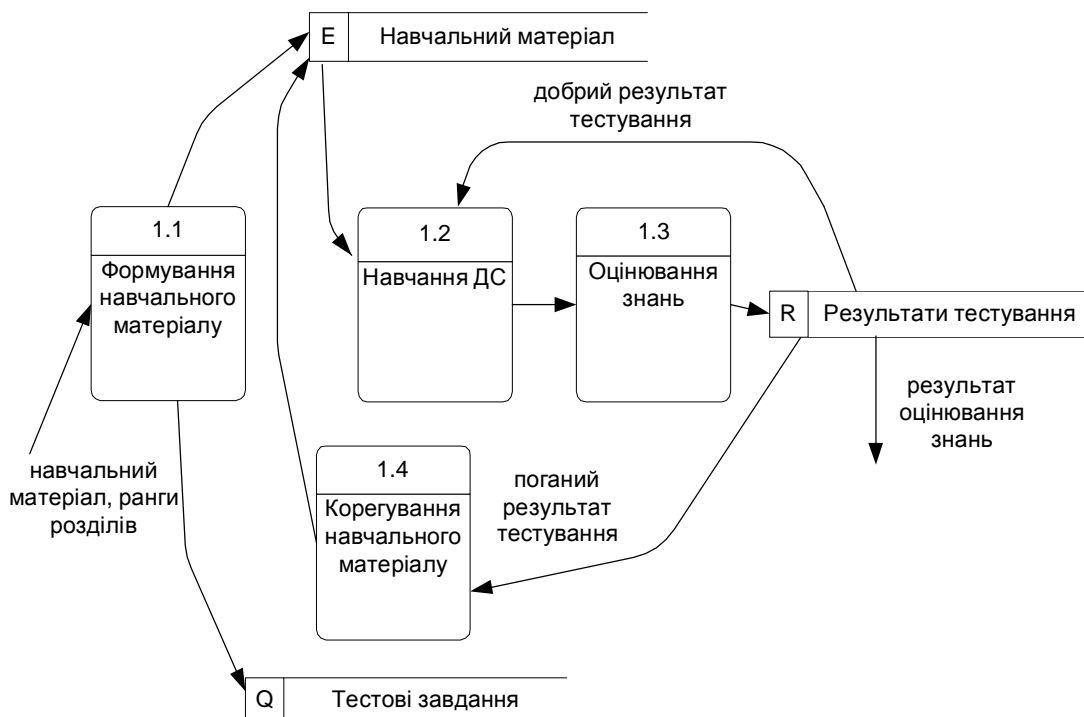


Рис. 3. Деталізація процесу “Навчання”

Залежно від результату тестування ранги розділів можуть змінюватись (алгоритм корекції ваг вершин графу показано у наступних розділах). Це забезпечує індивідуальний підхід до кожного із ДС. Ієрархію задач системи показано на рис. 5.



Рис. 4. Деталізація процесу “Оцінювання знань”

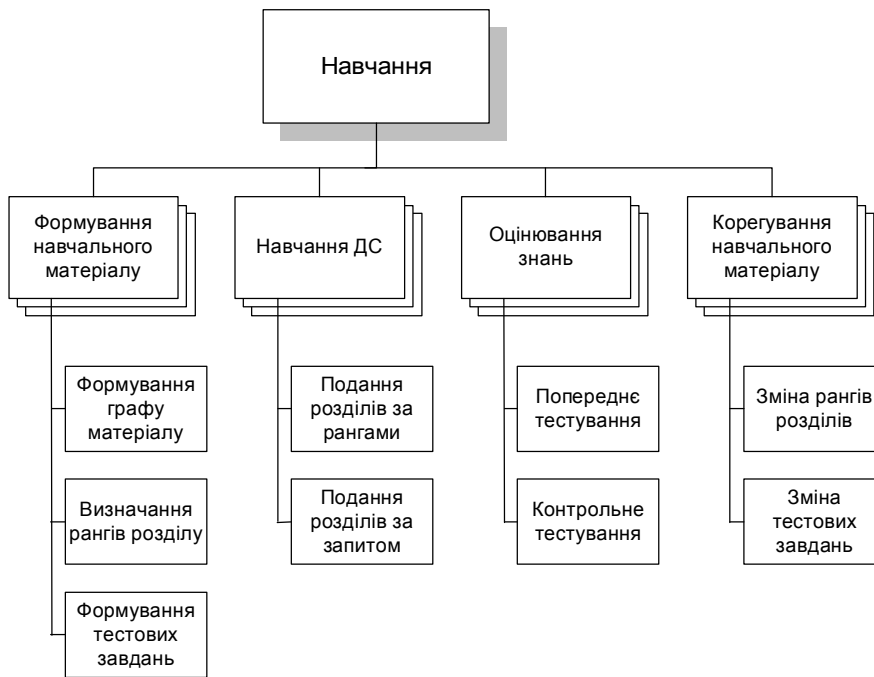


Рис. 5. Ієрархія задач системи

Попереднє тестування дає змогу корегувати ваги розділів ще перед початком роботи з метою максимального “налаштування” навчального матеріалу під конкретного студента (зазначимо, що на рис. 4 показано загальний процес тестування, який моделює і попереднє, і контрольне тестування, а відбувається лише за різними темами). Проте, тут треба аналізувати такі параметри, як час та вартість. З одного боку, чим краще пристосований граф навчального матеріалу до можливостей студента, тим швидше та якісніше студент опрацює навчальний курс і тим дешевшою для нього буде вартість навчання. З іншого боку, процес попереднього тестування сам по собі веде до затрат часу, а отже, і збільшення вартості. Тому попереднє тестування може бути обране за бажанням ДС.

Побудуємо логічну модель задачі діагностики знань ДС.

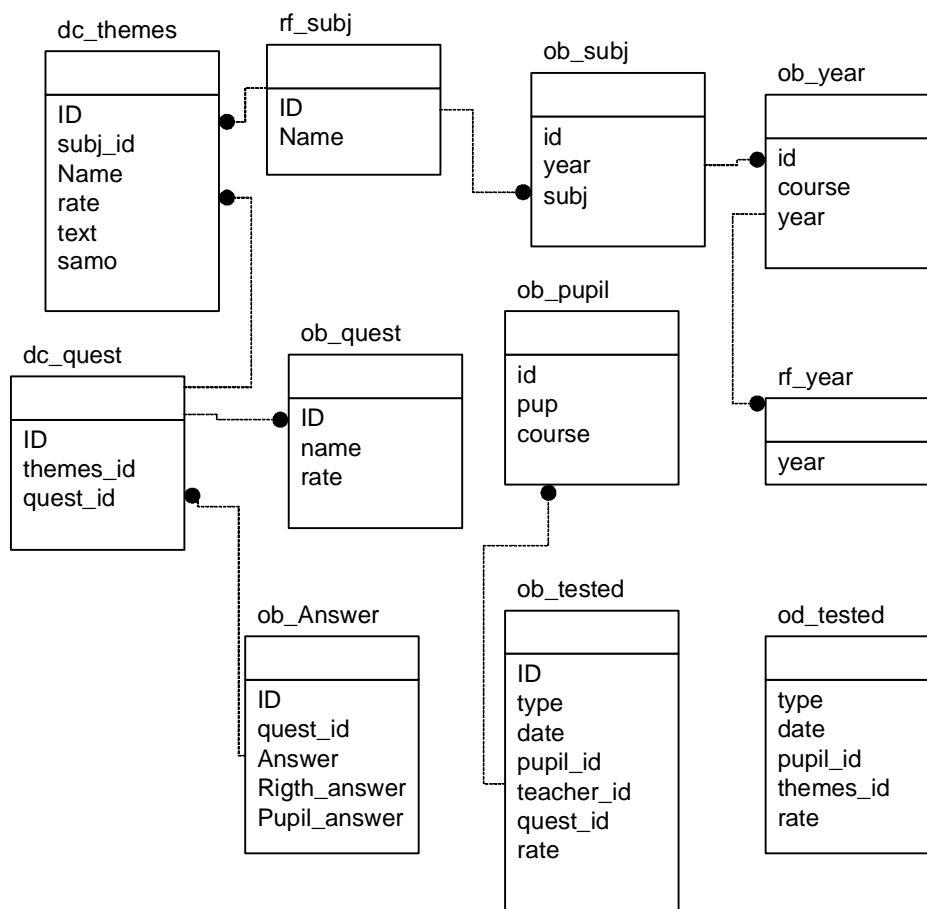


Рис. 6. Логічна модель задачі

Модель навчального матеріалу будується на основі з'єднання відношень *dc_themes*, *rf_subj*, *ob_subj*. Модель тестових завдань – з'єднання відношень *ob_quest*, *dc_quest*, *ob_answer*. Модель еталонних знань експерта (вчителя) проекція $p_{quest_id, answer, righth_answer}(ob_answer)$. Модель знань ДС – проекція $p_{quest_id, answer, pupil_answer}(ob_answer)$.

Алгоритми подання навчального матеріалу (формування навчального контенту)

На початку навчання експертом (викладачем, що відповідає за курс) визначається важливість (пріоритет) елементів навчального матеріалу. Вважатимемо, що важливість визначатиметься як послідовність вивчення матеріалу за умови стаціонарного навчання.

Існує два способи формування та структурування НМ (обходу графу навчального матеріалу *G*):

1. Системою – за лінгвістичними оцінками *L* елементів НМ.
2. Самостійно ДС – за ключовими словами *V*.

Подання навчального матеріалу системою

Алгоритм подання навчального матеріалу системою складається з таких кроків:

1. Студентові пропонується обрати розділ для вивчення серед вершин з найбільшим пріоритетом (наприклад, з рис. 1 Розділ 1 (P1)). Складові розділу вивчаються залежно до дуг, які виходять з нього (І – необхідно вивчити у послідовності спадання оцінок, АБО – один з найбільшою оцінкою або як забажає ДС).

2. Після вивчення елемента навчального матеріалу, що відповідає одній з вершин, відбувається тестування. Отримана оцінка ДС (яка є нечітким квантифікатором його знань) визначатиме послідовність подальшого вибору тем:

- a. Незадовільна – вивчення наступного за пріоритетом параграфа розділу;
- b. Задовільна – пріоритет розділу залишається незмінним. Студентові пропонується вивчити параграфи, що залишилися нерозглянутими, або перейти до вивчення наступних розділів;
- c. Добра – пріоритет розділу змінюється за формулою: $L = \max(L_c - L_l, L_l)$ — та перехід до вивчення наступних розділів з максимальним значення між найнижчим значенням (L_l) серед вершин та різницею поточного значення (L_c) й найнижчого. Перехід до наступних розділів;
- d. Відмінна – присвоєння вивченому розділу найнижчої оцінки та перехід до вивчення наступних розділів.

3. Визначення загального часу вивчення (*Time*) або вартості навчання.

4. Процедура обходу дерева припиняється за таких умов:

- a) Навчання перерване студентом. У такому випадку його оцінка визначається на основі уже отриманих оцінок за формулою:

$$Rate = \frac{\sum L_i Rate_i}{\sum L_i Rate_max_i},$$

де L_i – важливість розділу i початкового графу навчального матеріалу; $Rate_i$ – оцінка, отримана за результатами тестування за розділом i ; $Rate_max_i$ – максимальна оцінка, яка може бути отримана за результатами тестування за розділом i .

- b) Вичерпано загальний час навчання курсу. У такому випадку оцінка визначається так

- Якщо оцінки за усі розділи отримані, виводиться загальна оцінка.
 - Якщо хоча б один з обов'язкових розділів не вивчений, виставляється незадовільна оцінка.
- c) Вартість курсу перевищує платоспроможність ДС.

- d) Отримано загальну оцінку за курс, а загальний час навчання не вичерпаний.

Після зупинки процедури проходження графу НМ проводиться його аналіз з метою визначення характеристик ДС, на основі яких можна модифікувати процедуру проходження з метою зменшення затрат часу чи вартості: перед початком навчання ДС за особистими характеристиками, наявністю відповідних оцінок зі споріднених курсів тощо відноситься до одного з класу, а для кожного класу визначається свій оптимальний спосіб обходу дерева (послідовності розділів). Залежно від результату тестування та нечітких характеристик вершин графу НМ можуть бути виконані такі дії:

- відмінні або добрі оцінки та малі характеристики вершин – не змінювати стратегію обходу;
- добрі оцінки та існування великих значень характеристик (“важливих розділів”) – зміна стратегії навчання: спочатку на вивчення ДС даного класу пропонуватимуться ці “важкі розділи”;
- задовільні або незадовільні оцінки, перевищення часу – повторне вивчення матеріалу із збереженою стратегією обходу.

Вивчення матеріалу за ключовими словами

Від попереднього способу відрізняється тим, що перед початком навчання ДС вводить множину ключових слів, що визначатимуть розділи, які він би хотів вивчати. Стратегія обходу графу НМ полягає у виборі тем:

1. Які характеризуються уведеними ключовими словами;
2. Які пов'язані із вибраними у пункті 1 одиницями НМ дугами з відношеннями I. Теми, вибрані за ключовими словами, впорядковуються за ступенем пріоритету L .

Потім відбувається оцінювання і модифікація оцінок вершин графу НМ, як за попереднім способом.

Висновки

Запропоновано та досліджено математичні моделі, методи та алгоритми процесів дистанційного навчання, на яких ґрунтується створення інтегрованого мережевоцентричного інформаційно-навчального середовища, та розглянуто адаптивне керування процесами дистанційного мережевоцентричного навчання.

Отже мережевоцентричний дистанційний навчальний процес може бути розглянутий як процес керування складною системою, в якій об'єктом керування є ДС.

Перевагами запропонованих та розроблених алгоритмів подання навчального матеріалу з використанням апарату багатозначної логіки є:

- Мінімальне використання експертних оцінок
- Використання реляційної моделі для збереження даних, яке дає змогу знизити складність системи за рахунок використання операторів реляційної алгебри.
- Налаштування процесу навчання та тестування відповідно до можливостей конкретного студента.

1. Астанин С.В. Сопровождение процесса обучения на основе нечеткого моделирования // Дистанционное образование. – М., 2000. – № 5. – С. 27–32. 2. Глибовец М.М., Крусь О.О. Реализация подсистемы тестирования в системах дистанционного обучения. // УСиМ. – 2001. – № 3. – С. 72–79. 3. Голощук Р.О. Огляд інформаційних технологій розподілених обчислень для розробки мережевоцентричних застосувань // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка. – 1999. – №383.– С.44–56. 4. Голощук Р.О. Системні принципи побудови інтелектуальної інформаційної системи "Віртуальна кафедра" // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного Університету "Львівська Політехніка", №438. – Львів, 2001. – С.42–45. 5. Голощук Р.О., Висоцька В.А. Інтерактивна взаємодія та зворотний зв'язок у системі дистанційного навчання // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного Університету "Львівська Політехніка", №464. – Львів, 2002. – С.44–53. 6. Дятлов В.А., Беляев А.И., Черноиванов, Коваль С.П. Дистанционное профессиональное обучение в РАО «ГАЗПРОМ». –М.: 1997, 126 с. 7. Михаль О.Ф. Интеллектуальная система дистанционного тестирования знаний на локально-параллельных нечетких алгоритмах // Образование и виртуальность-2001: Сборник научных трудов 5-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования. – Харьков-Ялта: УАДО, 2002. – С.236–241. 8. Пак Н.И., Симонова А.Л. Компьютерная диагностика знаний в системах дистанционного образования // Открытое образование. – М., 2000. – № 2. 9. Пак Н.И., Симонова А.Л. Методика составления тестовых заданий // ИНФО, 1998. – № 5. 10. Подготовка кадров управления. – М.: РАГС, 1992. –124 с. 11. Попов Д.И. Способ оценки знаний в дистанционном обучении на основе нечетких отношений // Открытое образование. – М., 2000. – № 6. 12. Рейтинг в учебном процессе ВУЗА: опыт, проблемы, рекомендации / Под ред. Синайского А.С. – М: ВУ, 1997. 13. Пак Н.И. Нелинейные технологии обучения в условиях информатизации: Монография. – Красноярск, КГПУ, 1999. 14. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или Основы современной дидактики высшей школы. – Донецк: Изд-во ДОУ, 2002. – 504 с.