

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АДАПТИВНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ ОСВІТИ ДОРΟΣЛИХ

УДК 681.3;377.4

С. М. Прийма

Створення і функціонування системи неперервної освіти об'єктивно пов'язано з розвитком та ефективністю освіти дорослих. Саме освіту дорослих у багатьох країнах світу стали вважати запорукою соціально-економічної стабільності і перспективою розвитку суспільства в цілому та професійної життєтворчості особистості.

Однією із стратегій розвитку освіти дорослих постає побудова системи відкритої освіти. Найбільш придатною технологією підтримки відкритої освіти дорослих вбачається дистанційне навчання, яке базується на сучасних інформаційно-комунікаційних технологіях. Однак ідеї й інструменти відкритої освіти спрямовано, разом із забезпеченням більшої доступності, на покращення якості освіти. Тут можливості дистанційного навчання у поєднанні з іншими складовими відкритої освіти обіцяють вже найближчим часом суттєво покращити становище і перетворити безперервну освіту на повсякденну реальність, що поліпшує умови життя мільйонів людей [6, с. 10–11].

Однак, дистанційне навчання на сьогодні ще не повною мірою забезпечує реалізацію принципів відкритої освіти дорослих. Відсутність чітких науково обґрунтованих рекомендацій щодо створення системи дистанційного навчання у сучасних умовах, відсутність управлінської практики (культура та мотивація) з використання цих рекомендацій на практиці свідчать про те, що існує певна неузгодженість ієрархії задекларованих і фактичних цілей у системі та підсистемах (система дистанційного навчання, очевидно, є підсистемою системи освіти) освіти [4]. Зокрема, недостатньо повно у сучасній літературі висвітлено проблему розробки і функціонування адаптивних систем навчання дорослих.

Отже, пошук відповідних ідей, моделей та інструментарію систем відкритої освіти дорослих, які забезпечили б перехід від принципу “освіта на все життя” до принципу “освіта через все життя”, є актуальною проблемою сьогодення.

Проблема використання адаптивних систем не є новою. Російські вчені А. Марон і Л. Монахова досліджували методологічні засади адаптивних систем [8]. Дослідження О. Огієнко присвячено особливостям застосування інформаційних технологій як засобу адаптивного навчання дорослих в умовах інформаційного суспільства [9].

У монографії [3] з системних позицій викладено основи теорії моделювання організаційних систем відкритої освіти. На основі аналізу сучасних підходів та інструментів розвитку системи освіти і визначеного теоретико-методологічного апарату системного подання та дослідження організаційних систем проектується моделі організаційних систем відкритої освіти, аналізуються особливості їх будови, проектування, реалізації і впровадження.

Основні поняття та сутність феномену дистанційного навчання розглянуто в працях українських дослідників В. Бикова, О. Василенко, П. Дмитренка, В. Колос, В. Кухаренка, Ю. Пасічника. Проблему теоретичних і методичних засад дистанційного навчання у вищій школі ґрунтовно розкрито у дисертаційному дослідженні П. Стефаненка [11].

У роботі [12] проаналізовано зарубіжні теорії дистанційного навчання, історію його розвитку, обґрунтовано термінологію з цієї тематики, досліджено класифікації моделей організації нової форми навчання за кордоном та в Україні; запропоновано інтегровану схему класифікації моделей дистанційного навчання, з компонентів якої навчальний заклад може створити власну модель залежно від його потреб і можливостей, а також розглянуто форми та види оцінювання дистанційного навчання.

Загальні положення використання інтелектуальних можливостей Інтернет в освіті розглянуто в роботі [14]. У дослідженні [13] виконано теоретичний

аналіз адаптивних та інтелектуальних мережних систем. Окремі аспекти функціонування адаптивних систем на основі системи рекомендацій розглянуто в роботі [15].

Проте, зазначені роботи, хоча і є завершеними дослідженнями окремих аспектів інтелектуальних адаптивних навчальних систем, усе таки не дають цілісного уявлення про функціонування зазначених систем відкритої освіти дорослих, реалізації в них основних принципів засобами інформаційно-комунікаційних технологій. Отже, метою цієї статті є висвітлення особливостей функціонування інтелектуальних адаптивних систем відкритої освіти дорослих, що б надали змогу повною мірою реалізувати основні принципи відкритої освіти засобами інформаційно-комунікаційних технологій.

Андрагогіка як наука, яка об'єднує знання про специфіку навчання дорослої людини з урахуванням її віку, освітніх та життєвих потреб, реальних можливостей, індивідуальних особливостей і досвіду, психіки та фізіології, має свій науковий апарат, власні теоретико-методологічні засади, особливості тощо. Важливу роль у дослідженні освіти дорослих займає розуміння принципів андрагогіки. Думки адептів освіти дорослих у цьому плані різняться, однак більшість із них погоджується з тим, що принцип адаптивності навчання є одним з основних.

Принцип адаптивності навчання у відкритих системах освіти дорослих спрямовано на побудову індивідуальних освітніх програм, забезпечує психологічне корегування стереотипу дії особистості, її мислення і механізми самореалізації. Повністю погоджуємось із дослідником О. Огієнко, яка зазначає, що застосування адаптивного навчання в освіті дорослих є умовою її ефективності [9].

Аналіз проектів дистанційного навчання, реалізованих на основі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, надає можливість зробити висновок про те, що принцип адаптивності навчання в них реалізовано частково або не реалізовано взагалі. Одна з причин, на нашу думку, полягає в намаганні підлаштуватися під інформаційно-комунікаційні технології, домінування

технологічного (а можливо і технократичного) підходу в проектуванні зазначених систем. Більшість дистанційних курсів, які розроблялись із метою забезпечення якісної освіти дорослих, використовують застарілі інформаційно-комунікаційні технології, основу яких складають ідеї Web 1.0 і Web 2.0. Надамо пояснення власним висновкам.

Концепція Web 1.0 – перша “реалізація” Інтернет, з особливим наголосом на розбудові основної інфраструктури для передачі простих веб-сторінок. У перших проектах відкритої освіти зроблено особливий наголос на ресурсах, що вільно передавалися та поширювалися через Інтернет. Наприклад, проект дистанційного навчання OpenCourseWare – це яскравий представник реалізації ідей Web 1.0: ієрархічно організовано інституційні репозиторії, які у форматах HTML чи PDF надають доступ до веб-курсів, навчальних планів і програм курсів разом із матеріалами до них. Матеріали з поза меж інституцій не приймаються та перед публікацією проходять ретельну перевірку їх якості [7, с. 128–140].

Концепція Web 2.0 базується на використанні таких інструментів як XML і wiki, зміст та структуру яких користувачі можуть спільно змінювати, переробляти і доповнювати за допомогою відповідних інструментів, які їм надає безпосередньо сайт (найвідоміший вікі – Wikipedia), теги та соціальні мережі. Відповідно, проекти відкритої освіти, що реалізовані за принципами Web 2.0, зосереджували свою увагу на розвитку спільноти паралельно з розвитком відкритих ресурсів, вони почали приймати контент, який створювали самі користувачі. Проект дистанційного навчання Connexions є типовим прикладом такої моделі відкритої освіти, який базується на трьох принципах – більша доступність, більший доступ і більша участь [2, с. 152–153].

Проте жоден із перерахованих підходів – ні Web 1.0, ні Web 2.0 – не реалізують повною мірою принципу адаптивності навчання у відкритих системах освіти дорослих. Скоріше за все необхідно розробляти новий підхід до проектування та функціонування таких систем. Можливо, це вдасться

вирішити із втіленням в життя ідей наступного покоління Веб – Web 3.0, або як його ще називають Семантичного Вебу (Semantic Web).

Термін “Семантичний Веб” уперше запроваджено Тімом Бернерсом-Лі в травні 2001 року в журналі *Scientific American* і названо “наступним кроком у розвитку Всесвітньої павутини”. Семантичний Веб є важливою складовою Інтелектуального Вебу (Web Intelligence), новим поколінням Інтернет, що уможлиблює подання інформації в придатній для автоматичного опрацювання формі.

Концепція Семантичного Вебу – Web 3.0 – активно розвивається та має в собі додаткові можливості для відкритої освіти. При реалізації ідей Web 3.0 особлива увага приділяється потребам користувачів, передбаченню цих потреб для забезпечення більш дієвої і корисної взаємодії. Проектам відкритої освіти, побудованим за такою моделлю, вдасться не лише надавати користувачеві відкриті освітні ресурси, а й моніторити використання цих ресурсів, аналізувати взаємодію користувачів та забезпечувати значущий зворотний зв'язок, і не лише студентам щодо їхнього навчання, а й спільноті тих, хто займається розробкою навчальних курсів, авторів і викладачів, з метою поліпшення навчальних матеріалів [2, с. 152–153]. Отже, Web 3.0 – це, у першу чергу, нова професія людей та нові інструменти для роботи цих людей [1].

Як зазначає дослідник В. Деведзич, ключовими складовими Семантичного Вебу є:

- єдина модель даних;
- система онтологій – модель концептуалізації сфери знань, яка складається з термінів, об'єднаних у таксономію, їх визначень, атрибутів, аксіом і правил виведення;
- мов, що базуються на системі опису ресурсів та використовуються для опису онтологій [14, с. 30].

Новою тенденцією в методології аналізу даних, яка надасть можливість ефективно вирішувати завдання знаходження і структурування знань у значною мірою хаотично організованій інформаційній мережі, є Web Mining. Web

Mining – добування знань з Семантичного Вебу - знаходиться на перетині таких дисциплін як пошук знань у базах даних, ефективний пошук інформації, штучний інтелект, машинне навчання та природної мови.

Web Mining виконує такі завдання:

- пошук інформації;
- аналіз структури веб-сторінок (Web Structure Mining);
- добування знань з веб-сторінок (Web Content Mining);
- персоналізація інформації (Web Usage Mining).

Пошук інформації. Щоб знайти потрібну інформацію, користувачі зазвичай використовують пошук ресурсів. Часто використовується простий запит за ключовими словами. Результатом запиту є список сторінок, відсортованих за релевантністю. Однак, існуючі пошукові системи мають слабкі сторони. Основними серед них є низька точність виводу, викликана недостатнім семантичним зв'язком із контентом. Індексція сегментів мережі за допомогою інтелектуального аналізу даних з використанням алгоритмів математичної лінгвістики та обробки природної мови є перспективними галузями Web Mining.

Аналіз структури веб-сторінок. Цей метод базується на аналізі зв'язків між різними веб-сторінками у виокремленому сегменті. Аналіз структури сегмента мережі надає можливість вирішувати проблеми, що виникають під час аналізу соціальних мереж або конкретних галузей людської діяльності чи знань, наприклад, при аналізі цитувань авторів. Результатом цього аналізу буде перелік сторінок різних типів, поданих у вигляді графа.

Добування знань з веб-сторінок. Це завдання пов'язано з пошуком інформації. Тільки тут аналізується набір веб-сторінок, який отриманий у результаті певного запиту. Далі потрібно результат цього запиту обробити з точки зору автоматичної класифікації змісту, визначити ключові слова і загальні теми. Добуті знання може бути подано або у вигляді дерева, що описує структуру документів, або як логічний чи семантичний вираз.

Персоналізація інформації. Персоналізація веб-простору – це завдання зі створення веб-системи, що адаптує свій потенціал (навігацію, зміст тощо) під потреби та особливості користувача. При аналізі відомостей про користувача, система має опиратися не лише на відомості, які задекларував користувач, але й на дані, що зібрані в процесі активної взаємодії з користувачем [5].

Загалом сферу Web Mining можна подати таким чином (рис. 1).

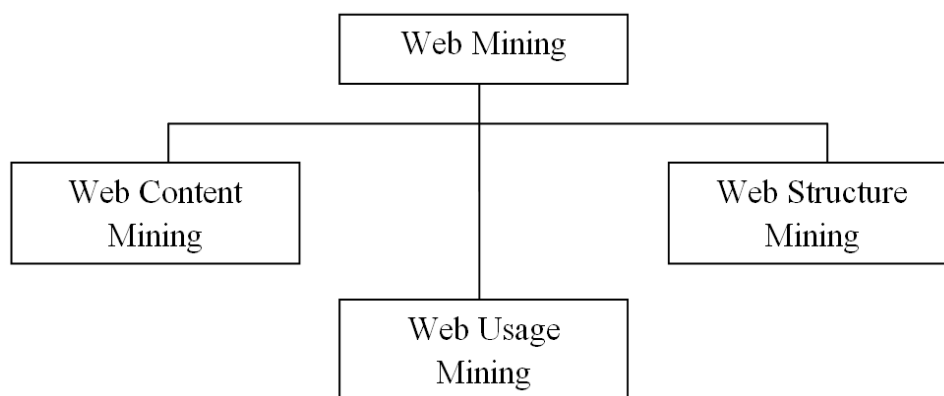


Рис. 1. Основні категорії Web Mining

Технологічну частину Семантичного Вебу складає низка стандартів на мови опису, зокрема XML, XML Schema, RDF, RDF Schema, OWL, а також деякі інші. Далі наведено перелік найбільш вагомих мов опису у порядку збільшення рівня абстракції:

- eXtensible Markup Language (XML) надає синтаксис для визначення структури документа для машинної обробки. Синтаксис XML не має семантичного навантаження;

- Resource Description Framework (RDF) є простим способом опису даних у форматі “суб’єкт – відношення – об’єкт”, в якому будь-який елемент подано ресурсними ідентифікаторами;

- Web Ontology Language (OWL) – мова опису онтологій, що надає можливість описувати класи і відношення між ними;

- Мікроформат – є способом семантичної розмітки відомостей про різноманітні сутності (людей, організацій, подій, продуктів тощо) на веб-сторінках, з використанням стандартних елементів HTML (або XHTML).

Користувач-людина може сприймати сторінки з мікроформатом як звичайні веб-сторінки (через браузер); водночас спеціальні програми можуть виокремлювати на цих сторінках структуровану інформацію [10].

Слід зазначити, що на стадії практичної реалізації концепції Семантичного Вебу з використанням зазначених категорій виникає низка проблем, а саме:

- необхідність додаткових витрат на створення семантичної версії кожного сайту;
- відсутність гарантії адекватного опису веб-майстрами власних ресурсів (за аналогією з історією використання тега “keywords”);
- неможливість ухвалення єдиного формату для опису властивостей наявних ресурсів в умовах конкуренції з корпоративно-рекламною політикою автора ресурсу та широке поле для маніпулювання описовими механізмами.

Виходом із зазначеної ситуації є розробка і використання інтелектуальних адаптивних освітніх систем (ІАОС). Вони повинні мати достатньо розвинуті механізми для підтримки персоналізації навчання. Як зазначає дослідник В. Деведзич, з погляду учня система виступає як тьютор, який організовує його навчальну сесію. Система використовується як презентаційний планер, що відбирає, готує й адаптує навчальний матеріал для учня; поступово будує модель учня під час навчальної сесії з метою відслідковування прогресу в навчанні та оперативного виявлення і виправлення помилок в освітній стратегії учня [14, с. 32].

Проілюструємо викладене вище на прикладі гіпотетичного сценарію, що наводить В. Деведзич. Наприклад, учень хоче поглибити свої знання з грецької міфології. Система розуміє потреби та мету навчання учня на підставі явних вказівок від учня або спостереження за взаємодією учня із системою і порівнянням цих даних із даними про студентів в базі. Система знає про інші навчальні системи, вона також може зв'язатися з ними, якщо відомо, що вони можуть допомогти учневі.

Спочатку інтелектуальна адаптивна навчальна система робить попередній запит до Семантичного Вебу з метою відбору інформації про грецьку міфологію та повертає результат відбору учневі. Учень може переглянути інформацію й уточнити свій пошук до, наприклад, концепції Бога. Потім система подає найбільш придатні та доступні навчальні ресурси у формі динамічно згенерованої HTML-сторінки. Весь зміст цієї сторінки є поданням онтологій, які надходять з боку Семантичного Вебу. Учень може змінити свій вибір, наприклад на Титана, зазначивши його на початковій сторінці. І знову система у взаємодії з освітнім сервером виконає підбір та організацію відповідних навчальних матеріалів з розрізнених джерел, побудує початкову модель навчання учня, вибере і зробить посилання на відповідного тьютора для початку сесії навчання. Система стежить за успіхами учня та допомагає йому в усіх адміністративних питаннях. Вона також контролює зміни у спрямованості учня і динамічно перевіряє відповідність послуг, таким чином роблячи основну технічну складність сесії повністю прозорою для учня. Учень може зосередитися на навчанні [14, с. 34–35].

Інтелектуальні адаптивні навчальні системи повинні будувати освітню стратегію учня з урахуванням персоналізації. Дослідник В. Деведзич зазначає, що інтелектуальні адаптивні системи повинні активно допомагати учневі та взаємодіяти з ним під час усього процесу навчання [14, с. 32].

Як правило, персоналізація передбачає:

- адаптивну взаємодію;
- адаптивну доставку курсу;
- адаптивний контент навчального матеріалу;
- адаптивну підтримку співпраці [15, с. 30].

Однією з нових форм підтримки адаптивного навчання є надання рекомендацій учневі. Система рекомендацій може бути складена як на підставі аналізу анкетних даних самого учня, так і в процесі супроводу навчання. З погляду використання інтелектуальних адаптивних навчальних систем інтерес викликає система автоматичної персоналізації.

Процедура складання рекомендацій має такі етапи:

1. Аналіз моделі учня на підставі використаних веб-ресурсів. На цьому етапі аналізуються веб-сесії учня і застосовується кластеризація. Таким чином визначаються групи учнів зі схожими освітніми інтересами, рівнем підготовки тощо.

2. Попередній обхід та індексація навчальних ресурсів. На цьому етапі складається перелік необхідних ключових слів і веб-сторінок, які містять ці слова.

3. Отримання налаштувань користувача з активних навчальних сесій.

4. Складання посилань на рекомендації для можливості їх використання під час реалізації освітніх стратегій [15, с. 32].

Такий підхід базується на двох компонентах – *фазі моделювання* та *фазі рекомендацій*.

Фаза моделювання ґрунтується на концепції Web Usage Mining і складається з розробки: 1) *моделі (профілю) учня*; 2) *моделі (профілю) групи учнів* і 3) *моделі (профілю) змісту (контенту) навчального матеріалу*.

Розробка моделі учня передбачає створення профілю учня на основі наявної у сервера інформації через явні/неявні засоби зворотного зв'язку. Тут використовуються два підходи до моделювання: на підставі спільної діяльності й автоматичний.

Побудова моделі групи відбувається після побудови моделі учня. На основі кластеризації формуються вподобання групи учнів щодо навчальних ресурсів.

На етапі моделювання змісту (контенту) навчального матеріалу застосовується індексація та отримання даних з тексту, що є частиною Web Content Mining. Аналіз робиться на підставі веб-ресурсів, які відвідав учень.

Фаза рекомендацій базується на двох підходах: *фільтрування на основі контенту (контент-фільтрація)* і *фільтрування спільної діяльності (колабораторна фільтрація)*.

Контент-фільтрація базується на низці дискретних характеристик освітніх ресурсів для того, щоб рекомендувати додаткові освітні ресурси з аналогічними властивостями.

Колабораторна фільтрація відбувається на основі збору й аналізу великої кількості інформації про користувача і наданні рекомендацій щодо поведінки, діяльності чи вподобань на підставі їх подібності з іншими користувачами. Основна перевага колабораторної фільтрації полягає в тому, що вона не опирається на аналіз контенту, не розуміє його змісту, адже це практично неможливо при автоматичному аналізі.

Можна припустити, що поєднання двох підходів – контент-фільтрації та колабораторної фільтрації – надасть можливість отримати більш точні рекомендації. Такі гібридні системи може бути реалізовано в двох варіантах: почергової контент-фільтрації і колабораторної фільтрації з подальшим об'єднанням результатів або на об'єднанні двох підходів в одній моделі. Такі гібридні системи не лише позбавлені недоліків кожного з підходів, але й надають змогу одержати більш точні результати рекомендацій [16].

Фаза рекомендацій завершується формуванням освітньої стратегії учня.

Загальна схема взаємодії учня з інтелектуальною адаптивною освітньою системою подана на рис. 2.

Як видно з рис. 2, на початку відбувається активна взаємодія учня з інтелектуальною адаптивною навчальною системою. На цьому етапі система презентує свої навчальні можливості та намагається отримати максимальну інформацію про учня. На підставі аналізу персональних даних відбувається формування профілю учня, групи і навчального контенту – фаза моделювання. Завершується фаза моделювання виявленням освітніх потреб учня. На наступному етапі – фаза рекомендацій – відбувається відбір навчальних матеріалів та надання учневі рекомендацій. Завершується цей етап формуванням освітньої стратегії учня. Маючи освітню стратегію учня, інтелектуальна адаптивна навчальна система готова запропонувати йому навчальні матеріали з використанням ресурсів Семантичного Вебу.

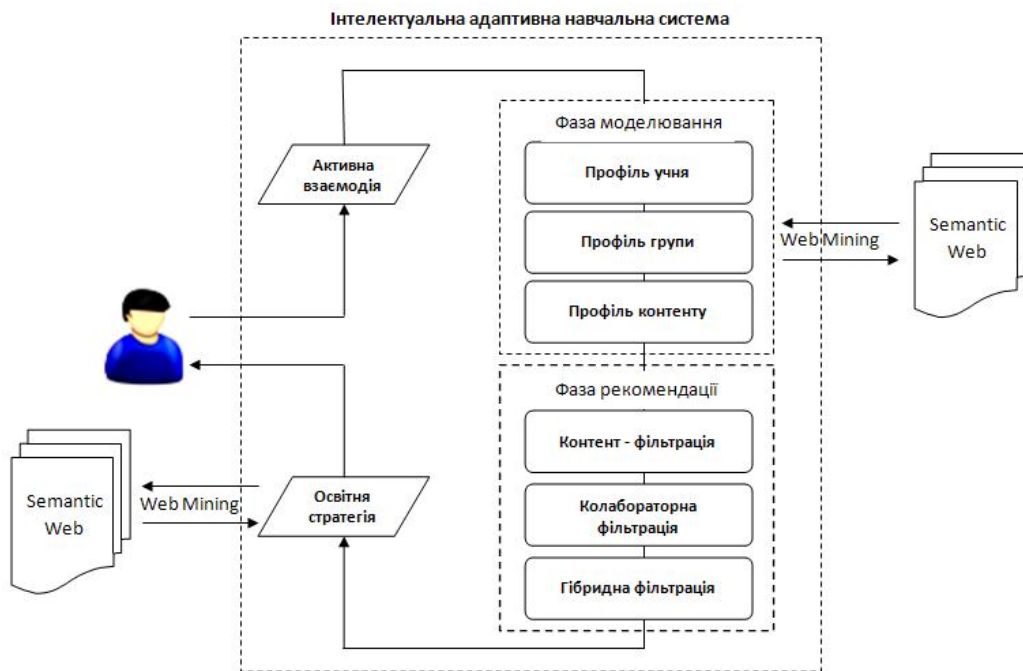


Рис. 2. Загальна схема взаємодії з інтелектуальною адаптивною навчальною системою

Отже, ефективне функціонування системи відкритої освіти дорослих є можливим за умови використання інтелектуальних адаптивних навчальних систем, що базуються на сучасних інформаційно-комунікаційних технологіях. Системи, основу яких складає принцип адаптивного навчання, спрямовано на побудову індивідуальних освітніх стратегій. Вони забезпечують психологічне корегування стереотипу дії особистості, її мислення і механізми самореалізації. Функціонування інтелектуальних адаптивних навчальних систем передбачає використання можливостей Семантичного Вебу – нового покоління Інтернет, що уможлиблює подання інформації в придатній для автоматичного опрацювання формі. Основу інтелектуальних адаптивних навчальних систем складає рекомендаційна модель, яка передбачає успішний вибір освітньої стратегії на основі фази моделювання та фази рекомендацій. Фаза моделювання передбачає складання профілю учня, групи і контенту. Фаза рекомендацій базується на фільтрації контенту й аналізі спільної діяльності групи. Функціонування системи на кожному етапі передбачає активне використання методології аналізу даних Web Mining.

Звичайно, запропонований аналіз особливостей функціонування інтелектуальних адаптивних навчальних систем відкритої освіти дорослих далеко не є вичерпним. Поза увагою залишилися алгоритми аналізу даних та їх конкретна реалізація в концепції Семантичного Вебу. Перспективним напрямком дослідження систем відкритої освіти дорослих вбачається подальше дослідження Web Mining, що надасть можливість більш ефективно вирішувати завдання добування знань з хаотично організованої інформації мережі Інтернет.

Список використаної літератури

1. Андреев, А. Web 3.0: Менеджеры знаний [Электронный ресурс] / А. Андреев. – Режим доступа : http://www.webplanet.ru/news/reading-room/2006/3/20/we_3_0.html.
2. Баранюк, Р. Виклики та можливості руху за відкриту освіту: приклад Connexions / Р. Баранюк // Відкрита освіта : колективний розвиток освіти через відкриті технології, відкритий контент і відкрите знання / за ред. Тору Іійосі та М. С. Віджая Кумара ; пер. з англ. А. Іщенко, О. Носика. – К. : Наука, 2009. – С. 141–156.
3. Биков, В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія / В. Ю. Биков. – К. : Атіка, 2008. – 684 с.
4. Богачков, Ю. М. Системоутворювальні фактори системи дистанційного навчання в загальноосвітніх навчальних закладах: огляд [Електронний ресурс] / Ю. М. Богачков // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – № 6 (26). – Режим доступу до журналу : <http://www.journal.iitta.gov.ua>.
5. Гончаров, М. Web Mining – добыча знаний из World Wide Web [Электронный ресурс] / М. Гончаров. – Режим доступа : <http://www.interface.ru/home.asp?artId=25898>.
6. Іщенко, А. Відкрита освіта на сучасному етапі: сутність, ідеї та головні тенденції (Передмова до українського видання) / А. Іщенко // Відкрита освіта : колективний розвиток освіти через відкриті технології, відкритий контент і відкрите знання / за ред. Тору Іійосі та М. С. Віджая Кумара ; пер. з англ. А. Іщенко, О. Носика. – К. : Наука, 2009. – С. 7–13.
7. Лерман, С. Проект OpenCourseWare (OCW): розбудова культури вільного доступу та обміну / С. Лерман, С. Міягава, Е. Маргуліс // Відкрита освіта : колективний розвиток освіти через відкриті технології, відкритий контент і відкрите

знання / за ред. Тору Ійосі та М. С. Віджая Кумара ; пер. з англ. А. Іщенко, О. Носика. – К. : Наука, 2009. – С. 128–140.

8. Марон, А. Е. Концепция развития открытых систем образования взрослых / А. Е. Марон, Л. Ю. Монахова // Человек и образование. – 2008. – № 1 (14). – С. 75–82.

9. Огієнко, О. І. Інформаційні технології як засіб адаптивного навчання дорослих [Електронний ресурс] / О. І. Огієнко // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2010. – № 6 (20). – Режим доступу до журналу : <http://www.ime.edu.ua.net/em.html>.

10. Семантическая паутина : материал из Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org/wiki>.

11. Стефаненко, П. В. Теоретичні і методичні засади дистанційного навчання у вищій школі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : спец. 13.00.04 “Теорія і методика професійної освіти”/ П. В. Стефаненко ; Ін-т педагогіки і психології проф. освіти АПН України. – К., 2002. – 37 с.

12. Шуневич, Б. І. Дистанційне навчання в системі вищої освіти Європи та Північної Америки : монографія / Б. І. Шуневич. – К. : Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2005. – 365 с.

13. Brusilovsky, P. Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems [Електронний ресурс] / Peter Brusilovsky, Christoph Peylo // International Journal of Artificial Intelligence in Education. – 2003. – № 13. – P. 156–169. – Режим доступу до журналу : <http://www.sis.pitt.edu/~peterb/papers/AIWBES.pdf>.

14. Devedžić, V. Web Intelligence and Artificial Intelligence in Education [Електронний ресурс] / Vladan Devedžić // Educational Technology & Society. – 2004. – № 7 (4). – P. 29–39. – Режим доступу до журналу : www.ifets.info/journals/7_4/6.pdf.

15. Khribi, M. Automatic Recommendations for E-Learning Personalization Based on Web Usage Mining Techniques and Information Retrieval [Електронний ресурс] / Mohamed Koutheair Khribi, Mohamed Jemni, Olfa Nasraoui // Educational Technology & Society. – 2009. – № 12 (4). – P. 30–42. – Режим доступу до журналу : http://www.ifets.info/journals/12_4/4.pdf.

16. Recommender system : from Wikipedia, the free encyclopedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://en.wikipedia.org/wiki/Recommender_system.

Рецензент: доктор педагогічних наук, професор Максимов О. С.