

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ РОЗРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

© І. О. Бондар

В статті представлено методичний підхід до вибору платформи як технологічної основи для побудови відкритої та функціональної структури й подальшого здійснення змістовного наповнення модулів мережевого мультимедійного комплексу за навчальною дисципліною. Запропонований підхід реалізується за допомогою використання математичного інструментарію. Результатом процесу моделювання є рішення про найбільш доцільну платформу для розробки мультимедійного комплексу

Ключові слова: мультимедійний навчальний комплекс, система управління вмістом, платформа, альтернативи, критерії вибору

The article presents a methodical approach to the platform choice as the technological basis for building of open and functional structure and the further implementation of the substantive content of the modules of the network multimedia complex for the discipline. The proposed approach is implemented through the use of mathematical tools. The result of the process modeling is the decision of the most appropriate platform for development of the multimedia complex

Keywords: multimedia educational complex, content management system, platform, alternatives, selection criteria

1. Вступ

Одне з провідних місць серед мультимедійних продуктів, призначених для навчання користувачів, посідають мультимедійні навчальні комплекси (МНК). Вони відрізняються тим, що включаючи тексти лекційних, лабораторних та практичних занять з різними видами контенту, мультимедійні презентації, галереї з ілюстраціями, інтерактивні вправи у вигляді відеосимуляцій, аудіосупровід у вигляді порад та підказок, тематичні імітації, інтерактивні тести, релаксаційні складові (ігри, кросворди, пазли тощо) та ін., забезпечують самостійне придбання знань з певного навчального предмета на основі побудови користувачем власної траєкторії навчання. Форма надання навчального матеріалу у МНК забезпечує підвищення зацікавленості користувача, розширює його світогляд та стимулює до самонавчання та саморозвитку.

МНК відкривають можливість для переведення процесу вивчення конкретної навчальної дисципліни на новий сучасний рівень з використанням засобів мультимедіа та підтримкою інтерактивної взаємодії з користувачем на основі залучення навчальних, розвиваючих та ігрових елементів. Зазвичай, МНК відрізняють оригінальним авторським дизайном інтерфейсу та його елементів (сторінок, кнопок, іконок тощо) та простою і прозорою структурою.

Впровадження МНК дозволяє об'єднати різні методи та форми навчання та забезпечити підвищення ефективності процесу навчання за рахунок багатьох нових можливостей. Серед таких можливостей найбільш важливими є цілісність, повнота та комплексність представлення тематичного контенту різних видів (текст, тематичних зображень, відео, аудіо, анімацій, 2-D та 3-D моделей та ін.); відповідність змістовному наповненню навчальної програми; побудова студентом власної траєкторії навчання; використання електронного простору МНК для форму-

вання компетентнісної бази майбутнього фахівця у певній предметній галузі; стимулювання до формування інноваційних ідей та креативного мислення при вирішенні завдань у сфері професійної діяльності, наявність інтерактивності різного ступеню; реалізація навчання на основі тематичних симуляцій; реалізація доступу до вбудованих редакторів; наявність системи перевірки рівня отриманих знань та вмінь; забезпечення постійного зв'язку з викладачем та іншими користувачами за рахунок вбудованих можливостей чату, форуму та інших сервісів підтримки спілкування; візуалізація власних інноваційних розробок (проектів, прототипів та ін.) в електронному просторі МНК, наприклад, в мультимедійній галереї, мультимедійному музеї тощо. Варто зазначити, що для реалізації можливостей із забезпечення зв'язку та візуалізації розробок, МНК повинен бути реалізований як мережевий продукт з цілодобовим доступом до його функціоналу зареєстрованих та схвалених адміністратором МНК користувачів. Саме тому на сьогодні актуального значення набуває проблематика організації процесу вибору такої технологічної платформи для побудови МНК, що дозволить практично реалізувати весь потрібний вищенаведений функціонал МНК.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Аналіз останніх досліджень, присвячених питанню створення МНК дав змогу з'ясувати, що автори [1–3], в основному, торкалися питань необхідності та доцільності розробки й використання МНК; наводили технічні вимоги для коректної роботи комплексів; надавали короткий опис їх можливостей. В роботах не надавалось рекомендацій щодо вибору інструментального середовища або технологічної платформи для розробки МНК; не пророблялось питання за-

безпечення захисту інформації в МНК; не було реалізовано підтримки зворотного зв'язку між користувачем та викладачем; не відбувалось активізації творчої складової користувачів та контролю отриманих знань за визначеними темами в рамках відповідного часового простору та ін. Такі МНК, як мультимедійний навчальний комплекс для навчання глухонімих школярів 5-го класу предмету «Інформатика» [4, 5], мультимедійний навчальний комплекс за темою «Техніка малювання в стилі Anime» [6], мультимедійний навчальний комплекс за темою «Астрономія: введення до науки» та мультимедійна енциклопедія для дітей: серія «Кораблі» [7] були реалізовані як навчальні настільні додатки локального використання, що унеможливило процес реалізації on-line взаємодії з викладачем та командної співпраці з іншими користувачами при розробці спільних проектів, вирішенні завдань тощо.

Таким чином, відкритим залишилося питання здійснення процесу обґрунтованого прийняття рішення щодо вибору платформи, як основи для ведення прикладної розробки мережевого МНК. Невирішеність цього питання обумовлює необхідність проведення досліджень в цьому напрямі.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є моделювання процесу вибору технологічної платформи для розробки мережевого мультимедійного навчального комплексу.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- проаналізувати альтернативи та визначити критерії вибору платформи для розробки МНК;
- визначити найбільш доцільний варіант платформи для розробки МНК;
- розробити МНК за навчальною дисципліною на основі обраної платформи.

4. Матеріали та методи дослідження

Під платформою розробки будемо розуміти програмне середовище для створення та публікації в мережі Інтернет web-орієнтованих ресурсів та продуктів (навчального, розважального, дидактичного, комерційного та іншого спрямування). У якості такого середовища розробки будемо розглядати систему управління вмістом (CMS – Content management system), як інструмент для створення та публікації мережевого МНК.

Для зниження вартості розробки комплексу доцільно розглянути та проаналізувати функціонал некомерційних (тобто безкоштовних) систем управління вмістом. Для цілеспрямованого вибору певної CMS доцільно проаналізувати статистичні дані, що допоможуть обрати цільові альтернативи серед можливих: Alto CMS, AVE.cms, CMS Made Simple, concrete5, Danneo, DataLife Engine, Drupal, InstantCMS, Jimdo, Joomla, LiveStreet, MaxSite CMS, MODx, Nethouse, NGCMS, okis.ru, Setup.ru, Textpattern, TYPO3, uCoz,

uDiscuz!, Wix, WordPress. Так, за статистичними даними щодо використання безкоштовних CMS [8], у якості альтернатив доцільно зупинитися на таких: WordPress (рейтинг 39,52 %), Joomla (рейтинг 29,00 %) та MODx (рейтинг 6,21 %). Дані альтернативи (AL_x , при $x = \overline{1, 3}$) й було обрано для здійснення вибору платформи для проведення розробки МНК.

Аналіз та вибір найбільш прийнятної альтернативи для розробки МНК (з позиції майбутньої реалізації функціоналу МНК) пропонується здійснювати за критеріями вибору (k_{gr}^i , при $gr = \overline{1, m}$, $i = \overline{1, n}$). Нижній індекс (gr) вказує на приналежність критерія певній групі, верхній індекс – на порядковий номер в рамках певної групи. У якості груп пропонуються: gr=1 – штатні додатки, gr=2 – юзабіліті адміністративного інтерфейсу, gr=3 – безпека, gr=4 – додаткові фактори.

Для формування змістовного навантаження критеріїв було проаналізовано спеціалізовану літературу [9, 10] та виділено найбільш важливі функціональні можливості для здійснення розробки (табл. 1).

Наведена множина критеріїв є відкритою для подальшого доповнення та модифікації з урахуванням можливої змінної цільової спрямованості розробки та її специфіки.

Враховуючи те, що будь-яку розробку прагнуть реалізувати з найменшими труднощами, оцінювання груп та критеріїв в рамках кожної групи пропонується здійснювати з позиції оцінки трудомісткості їх реалізації при розробці комплексу на основі застосування такого інструментарію як побудова матриць парних порівнянь [11] з використанням шкали відносин [12]. Тобто, реалізацію процесу вибору альтернативи (платформи) доцільно здійснювати на основі використання методу аналізу ієрархій на базі застосування методу попарного порівняння альтернатив (в розрізі аналізу статичних переваг і пріоритетів) [11, 12].

Обґрунтування вибору конкретної модифікації методу базується на тому, що:

- кількість альтернатив складає менш ніж 9, а саме AL_x дорівнює 3;
- множина альтернатив формується як остаточно сукупність на даний момент часу і додавання нових альтернатив не передбачається;
- сукупність альтернатив формується експертом (або особою, що приймає рішення) одночасно;
- якісний характер змістовного наповнення альтернатив може привести до перекручування розуміння їх суті, що може утруднити процес проведення аналогій для формування еталонів порівняння;
- альтернативи не є ідентичними по одному або декільком властивостям, що аналізуються.

Враховуючи викладене, вважається доцільним застосування методу аналізу ієрархій на основі методу попарного порівняння альтернатив (на базі аналізу статичних переваг і пріоритетів).

Таблиця 1

Критерії вибору альтернативи (платформи) для розробки МНК

Позначення критерію	Найменування критерію
$k_{gr=1}^{i=1}$	наявність компонента керування документами
$k_{gr=1}^{i=2}$	наявність компонента керування обліковими записами користувачів
$k_{gr=1}^{i=3}$	наявність компонента керування модулями фронтальної частини
$k_{gr=1}^{i=4}$	наявність компонента керування меню
$k_{gr=2}^{i=1}$	наявність інструментів пакетної обробки елементів
$k_{gr=2}^{i=2}$	наявність WYSIWYG редактору
$k_{gr=2}^{i=3}$	підтримка багатомовності
$k_{gr=2}^{i=4}$	можливість налаштування інтерфейсу адміністративної частини
$k_{gr=2}^{i=5}$	наявність вбудованого редактора зображень
$k_{gr=2}^{i=6}$	наявність мовних локалізацій
$k_{gr=2}^{i=7}$	можливість додавання медіа-контенту
$k_{gr=2}^{i=8}$	можливість редагування HTML коду в адміністративній частині
$k_{gr=3}^{i=1}$	наявність двохетапної аутентифікації
$k_{gr=3}^{i=2}$	наявність засобів захисту від підбору паролей
$k_{gr=3}^{i=3}$	наявність підтримки HTTPS протоколу з можливістю роботи окремих сторінок за цим протоколом
$k_{gr=3}^{i=4}$	можливість розмежування прав доступу для груп користувачів
$k_{gr=3}^{i=5}$	наявність захисту від SQL ін'єкцій
$k_{gr=4}^{i=1}$	наявність API з детальною документацією
$k_{gr=4}^{i=2}$	наявність авторизованих центрів навчання
$k_{gr=4}^{i=3}$	наявність технічної підтримки від розробника

Побудована, наприклад, за першою групою (gr=1 – штатні додатки) матриця парних порівнянь критеріїв матиме такий вигляд:

$$[K_{gr=1}^{i \in \{1,4\}}] = \begin{pmatrix} k_1^1 & \dots & k_1^4 \\ k_1^1 & k_1^1/k_1^1 & \dots & k_1^1/k_1^4 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_1^4 & k_1^4/k_1^1 & \dots & k_1^4/k_1^4 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Далі здійснюється побудова матриць парних порівнянь (M) альтернатив (AL_x) відносно кожного з наведених у табл. 1 критеріїв. Кількість таких матриць дорівнює 20. Матриці мають наступний вигляд:

$$[M_{s=1,20}] = \begin{pmatrix} k_{gr}^i & AL_1 & AL_2 & AL_3 \\ AL_1 & AL_1/AL_1 & AL_1/AL_2 & AL_1/AL_3 \\ AL_2 & AL_2/AL_1 & AL_2/AL_2 & AL_2/AL_3 \\ AL_3 & AL_3/AL_1 & AL_3/AL_2 & AL_3/AL_3 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Представлені таких чином дані для опрацювання дозволяють здійснити розрахунок нормованого вектору пріоритетів:

$$PR_{gr}^i = \frac{V_{gr}^i}{\sum_{i=1}^n V_{gr}^i}, \text{ при } V_{gr}^i = \sqrt[p]{\prod_{c=1}^p a_{gr}^{ic}}, \quad (3)$$

де PR_{gr}^i – нормований вектор пріоритетів; V_{gr}^i – головний власний вектор матриці; a_{gr}^{ic} – елемент на перетинанні i-го рядка та c-го стовпця матриці, при $c = \overline{1, p}$ (де p – кількість порівнюваних об'єктів).

Для обчислення власного числа матриці застосовується формула:

$$\lambda_{max} = \sum_{c=1}^p Y_{gr}^c \times PR_{gr}^c, \text{ при } Y_{gr}^c = \sum_{i=1}^p a_{gr}^{ic}, \quad (4)$$

де λ_{max} – власне число матриці; Y_{gr}^c – сума елементів c-го стовпця матриці.

Значення власного числа матриці дозволяє перейти до розрахунку відношення узгодженості (MS):

$$MS = \frac{\lambda_{max} - c}{c - 1} / MLI, \quad (5)$$

де MLI – випадковий індекс (за рекомендаціями [11]).

Вектор пріоритетів альтернативних платформ розробки відносно кожної з груп критеріїв обчислюється так:

$$[PR_{gr}^*] = [PR_{gr}^1(M_{s=1}), PR_{gr}^2(M_{s=2}), \dots, PR_{gr}^c(M_{s=20})] \times PR_{gr}^1([K_{gr}^i]), \quad (6)$$

$$[PR_{gr}^*] = [PR_{gr=1}, PR_{gr=2}, PR_{gr=3}, PR_{gr=4}] \times PR_{gr=1,4}^{i=1}. \quad (7)$$

Альтернатива з найменшими значеннями PR_{gr}^* є найбільш прийнятною для розробки МНК (з позиції зменшення трудомісткості процесу розробки).

5. Результати дослідження та їх обговорення

Фрагмент розрахункової складової дослідження за наведеними вище формулами подано у табл. 2.

Приклад однієї з 20-ти побудованих матриць шляхом постановки та одержання відповіді на таке питання: «Наскільки в рамках однієї альтернативної платформи трудомісткіше реалізувати конкретний критерій ніж в рамках іншої» наведений в табл. 3.

Наприклад, розрахунок для групи «Штатні додатки» ($gr=1$) власного числа матриці дорівнює $\lambda_{max} = 4,2282$, відношення узгодженості при цьому складає $MS=0,0679$. Ці параметри розраховуються для всіх критеріїв дослідження.

Таблиця 2

Порівняння між критеріями ($[K_{gr=1}^{i \in \{1,4\}}]$) групи «Штатні додатки» ($gr=1$) та отримані значення вектора пріоритета ($PR_{gr=1}^{i=2}$)

gr=1	$k_{gr=1}^{i=1}$	$k_{gr=1}^{i=2}$	$k_{gr=1}^{i=3}$	$k_{gr=1}^{i=4}$	$\prod_{c=1}^p a_{gr}^{ic}$	$\sqrt[p]{\prod_{c=1}^p a_{gr}^{ic}}$	$\sum_{i=1}^n V_{gr}^i$	$PR_{gr=1}^{i=2}$
$k_{gr=1}^{i=1}$	1,00	0,33	3,00	2,00	2,0000	1,1487	4,8098	0,2388
$k_{gr=1}^{i=2}$	3,00	1,00	3,00	4,00	36,0000	2,4495		0,5093
$k_{gr=1}^{i=3}$	0,33	0,33	1,00	3,00	0,3333	0,7598		0,1580
$k_{gr=1}^{i=4}$	0,50	0,25	0,33	1,00	0,0417	0,4518		0,0939

Таблиця 3

Порівняння альтернатив AL_x відносно $k_{gr=1}^{i=4}$ -го критерію та отримані значення вектора пріоритета ($PR_{gr=1}^{i=6}$)

$k_{gr=1}^{i=4}$	$AL_{x=1}$	$AL_{x=2}$	$AL_{x=3}$	$\prod_{c=1}^p a_{gr}^{ic}$	$\sqrt[p]{\prod_{c=1}^p a_{gr}^{ic}}$	$\sum_{i=1}^n V_{gr}^i$	$PR_{gr=1}^{i=6}$
$AL_{x=1}$	1,00	2,00	3,00	6,0000	1,8171	3,5138	0,5171
$AL_{x=2}$	0,50	1,00	4,00	2,0000	1,2599		0,3586
$AL_{x=3}$	0,33	0,25	1,00	0,0833	0,4368		0,1243

Розраховані значення результуючого вектору пріоритетів за альтернативами (AL_x) отримали наступні значення:

$AL_{x=1}=0,3449$ (для платформи WordPress);

$AL_{x=2}=0,3612$ (для платформи Joomla);

$AL_{x=3}=0,2939$ (для платформи MODx).

В результаті проведення розрахунків, як найбільш доцільну альтернативу для розробки МНК, було визначено $AL_{x=2}$ (CMS Joomla).

Далі, на основі Joomla була здійснена практична розробка МНК за навчальною дисципліною «Теорія кольору» [13]. Головна сторінка розробленого МНК має вигляд (рис. 1).

Даний МНК орієнтований на студентів очної та заочної форм навчання та викладачів. Основними завданнями МНК є навчання, активізація інноваційної і творчої складових процесу навчання та контроль знань і вмінь.

Для реалізації різних способів навчально-пізнавальної діяльності в рамках МНК здійснюється структурування навчального матеріалу за такими рівнями:

1) ілюстративно-описуючий рівень (складові: призначення та місце дисципліни, конспект лекцій, глосарій, джерела);

2) репродуктивний рівень (складові: лабораторний практикум, самоконтроль, завдання до іспиту);

3) творчий рівень (складові: наукові та інженерні проблеми, приклади виконання робіт, індивідуально-дослідницьке завдання, теми рефератів).

Мультимедійний комплекс містить і загальні компоненти, до яких віднесено програмне забезпечення, робочий зошит, користувачі, правила користування, довідкова система, ICQ2Go, ментальна та карта комплексу.

The screenshot shows the main page of the MNC «Теорія кольору». At the top left is the logo of the National University of Applied Sciences (MNC). The header includes the title «Теорія кольору» and the department name «Кафедра Комп'ютерних систем і технологій». Below the header are three tabs: «Ілюстративно-описувачий рівень», «Репродуктивний рівень», and «Творчий рівень». The main content area is titled «Теорія кольору» and contains a search bar, a list of disciplines, and a section titled «Мета та завдання навчальної дисципліни». The sidebar on the left contains a «Головне меню» with links to various sections. The sidebar on the right contains a «Пошук» bar, a user profile for «Арина», and a «Хто на сайті» section.

Рис. 1. Головна сторінка МНК «Теорія кольору» (після авторизованого входу)

Наукова новизна даного дослідження визначається розробленим методичним підходом до процесу прийняття рішення щодо вибору найбільш доцільної технологічної платформи через призму аналізу критеріїв вибору.

Практичне значення полягає в реалізації запропонованого підходу для розробки на основі обраної платформи МНК за дисципліною «Теорія кольору», як мережевого інтерактивного навчального середовища для студентів очної та заочної форм навчання.

Подальшим напрямом даного дослідження може виступати розроблення методики оцінки ефективності використання МНК за навчальною дисципліною «Теорія кольору».

6. Висновки

В рамках дослідження було запропоновано методичний підхід до процесу вибору найбільш доцільного середовища розробки МНК. В процесі моделювання вибору були вирішені такі задачі: виділені альтернативи, сформована критеріальна база для вибору, розраховано значення результуючого вектору пріоритету за альтернативними платформами для розробки МНК.

Вирішення цих задач дозволяє підвищити обґрунтованість процесу прийняття рішення стосовно вибору платформи для розробки комплексу. Результатом процесу моделювання є найбільш доцільна платформа – Joomla.

Для підвищення ефективності електронного навчання студентів ХНЕУ ім. С. Кузнеця на основі обраної платформи було розроблено МНК за навчальною дисципліною «Теорія кольору» [13].

Література

1. Кудін, А. П. Мультимедійний навчально-методичний комплекс з вивчення теоретичної механіки [Текст] / А. П. Кудін, В. Я. Кархут // Інформаційні технології в освіті. – 2013. – № 15. – С. 52–59.
2. Гущина, Н. І. Мультимедійний комплекс: на допомогу вчителю [Електронний ресурс] / Н. І. Гущина, В. М. Косик, Т. О. Пушкарьова // За матеріалами Першого освітнього фестивалю Epson «Інтерактивний світ знань». – 2015. – Режим доступу: http://leader.ciit.zp.ua/files/plan/2015/metodichka_epson.pdf
3. Мультимедійний учебный комплекс «Налоги и налогообложение» [Электронный ресурс]. – Базис-информ: информационные технологии в образовании. – Режим доступа: <http://www.edinros29.ru/node/3>
4. Бондарь, И. А. Мультимедийный дидактический комплекс по обучению информатике школьников с нарушением слуха [Текст] / И. А. Бондарь // Problems of modern pedagogics in the context of international educational standards development: Material digest of the XL International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Pedagogical sciences. – London: IASHE, 2013. – P. 131–133.
5. Бондар, І. О. Методика створення мультимедійного навчального комплексу з інформатики для глухонімих [Текст] / І. О. Бондар, Н. О. Павленко // Системи обробки інформації. – 2014. – № 1. – С. 244–250.

6. Мультимедійний навчальний комплекс за темою «Техніка малювання в стилі Anime» [Електронний ресурс]. – Крайній інноваційний проект розвитку освіти: переможці та фіналісти Міжнародного конкурсу «Харьковские инициативы» 2013 р. – Режим доступу: <http://npri.com.ua/news/849-kharkiv-initiatives-2013>

7. Мультимедійний навчальний комплекс за темою «Астрономія: введення до науки» та мультимедійна енциклопедія для дітей: серія «Кораблі» [Електронний ресурс]. – Мультимедійні технології: переможці конкурсу "Радиоэлектроника и информатика 21 века" 2015 р. – Режим доступу: <http://npri.com.ua/news/923--radioehlektronika-i-informatika-2015-winners>

8. Рейтинг CMS [Електронний ресурс]. – iTrack. – Режим доступу: <http://www.itrack.ru/research/cmsrate/#!cms-free-tab>

9. Роберт, Б. Постройте профессиональный сайт сами [Текст] / Б. Роберт. – СПб.: Питер, 2009. – 302 с.

10. Compare Content Management Systems [Electronic resource]. – CMS matrix. – Available at: <http://www.cmsmatrix.org>

11. Андрейчиков, А. В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике [Текст] / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

12. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.

13. Теория цвета [Электронный ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tkl.mdk.ksue.edu.ua>

References

1. Kudin, A. P., Karxut, V. Ya. (2013). Multimedijnyj navchalno-metodichnij kompleks z vivchennya teoretichnoi mexaniki [Multimedii educational-metodichni complex z vivchennya teoretyczna mehandi]. Informacijni tehnologii v osviti, 15, 52–59.

2. Gushhyna, N. I., Kosyk, V. M., Pushkar'ova, T. O. (2015). Mul'tymedijnyj kompleks: na dopomogu vchytelju. Za materialamy Pershogo osvith'ogo festyvalju Epson «Interaktyvnyj svit znan'». Available at: http://leader.ciit.zp.ua/files/plan/2015/metodichka_epson.pdf

3. Mul'timedijnyj uchebnyj kompleks «Nalogi i nalogooblozhenie». Bazis-inform: informacionnye tehnologii v obrazovanii. Available at: <http://www.edinros29.ru/node/3>

4. Bondar', I. A. (2013). Mul'timedijnyj didakticheskij kompleks po obucheniju informatike shkol'nikov s narusheniem sluha. Problems of modern pedagogics in the context of international educational standards development: Material digest of the XL International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Pedagogical sciences. London: IASHE, 131–133.

5. Bondar, I. A., Pavlenko, N. O. (2014). Metodika stvorennja multimedijnogo navchalnogo kompleksu z informatiki dlya gluxonimix [The technique of creating complex multimedia learning in computer science for the deaf]. Sistemi obrobki informacii, 1, 244–250.

6. Mul'tymedijnyj navchal'nyj kompleks za temoju «Tehnika maljuvannja v styli Anime». Krashhij innovacijnyj projekt rozvytku osvity: pobedytely y fynalysty Mezhd-unarodnogo konkursa «Har'kovskye unycyatyvy» 2013 r. Available at: <http://npri.com.ua/news/849-kharkiv-initiatives-2013>

7. Mul'tymedijnyj navchal'nyj kompleks za temoju «Astronomija: vvedennja do nauky» ta mul'tymedijna encyklopedija dlja ditej: serija «Korabli». Mul'tymedijni tehnologii: pobedytely konkursa "Radyoelektronika y ynformatyka 21 veka" 2015 r. Available at: <http://npri.com.ua/news/923--radioehlektronika-i-informatika-2015-winners>

8. Rejting CMS. iTrack. Available at: <http://www.itrack.ru/research/cmsrate/#!cms-free-tab>

9. Robert, B. (2009). Postrojte professionalnyj sajt sami [Build a professional website yourself]. Sankt-Peterburg: Piter, 302.

10. Compare Content Management Systems. CMS matrix. Available at: <http://www.cmsmatrix.org>

11. Andrejchikov, A. V., Andrejchikova, O. N. (2002). Analiz, sintez, planirovanie reshenij v ekonomike [Analysis, synthesis, planning of decisions in economy]. Moscow: Finansy i statistika, 368.

12. Saati, T. (1989). Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarxij [Decision-making. Method of analysis of hierarchies]. Moscow: Radio i Svyaz, 316.

13. Teoriya cveta. Available at: <http://www.tkl.mdk.ksue.edu.ua>

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Білоусов В. В.
Дата надходження рукопису 05.09.2016.*

Бондар Ірина Олександрівна, кандидат економічних наук, доцент, кафедра комп'ютерних систем і технологій, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, пр. Науки, 9-а, м. Харків, Україна, 61166
E-mail: iryna.bondar@hneu.net