

УДК 378.14:371.2

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.80472

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБЛЕННЯ ПЕДАГОГІЧНОГО СЦЕНАРІЮ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ

© О. І. Пушкар, В. В. Браткевич, І. В. Литовченко

Визначено місце педагогічного сценарію у процесі проектування системи підтримки електронного навчання. Запропоновано модель сценарію роботи студента з системою у вигляді відповідного діалогу. Виконано аналіз особливостей побудови типових моделей сценаріїв навчальних дисциплін. Запропоновано методику кількісного оцінювання взаємозв'язків між об'єктами вивчення в моделі педагогічного сценарію

**Ключові слова:** система електронного навчання, педагогічний сценарій, індивідуальна траєкторія, формалізація пошуку, критерії оцінювання

*The place of the pedagogical scenario in development of the e-learning support system has been defined. The process of student's interaction with the system of e-learning in the form of a proper dialogue has been proposed. Peculiarities of constructing typical models of scenarios of academic disciplines have been analyzed. A technique for quantitative assessment of the relationships between the objects of study in the model of a pedagogical scenario has been offered.*

**Keywords:** e-learning system, pedagogical scenario, individual trajectory, search formalization, evaluation criteria

### 1. Вступ

Одним зі шляхів підвищення ефективності та якості навчання є розроблення й упровадження у навчальний процес систем підтримки електронного навчання (СПЕН) e-learning, що реалізована на базі сучасних комп'ютерних технологій.

У той же час сучасний етап розвитку освіти характеризується співіснуванням двох парадигм навчання. Згідно з першою – класичною – викладач розглядається як транслятор знань від джерела до того, хто навчається. Друга парадигма ґрунтується на концепції середовища навчання, в якому зустрічаються і взаємодіють студент, викладач і знання (рис. 1).

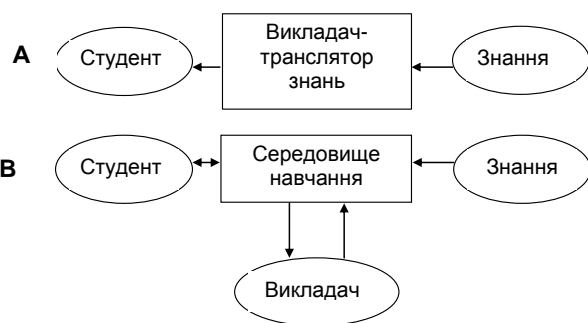


Рис. 1. Дві парадигми організації процесу навчання [1]

Для класичної парадигми вченими розроблено великий арсенал педагогічних технологій і методів, наприклад, пояснювально-ілюстраційний метод, репродуктивний метод і метод проблемного викладення. У той же час для парадигми «середовище навчання» потребує вирішення цілий ряд проблемних питань, а саме: як організувати «середовище навчання», що становить «середовище навчання» за складом елементів, які процеси у цьому середовищі запускаються та підтримуються, як організувати у ньому формування індивідуальних траєкторій навчання,

яким повинен бути інтерфейс для усіх компонентів системи навчання?

Для сучасної вищої школи нового покоління характерне широке впровадження СПЕН, що забезпечує мінімальний контакт із викладачем і орієнтована на самостійну роботу студентів. Для досягнення і збереження вказаних переваг необхідно створити траєкторію навчання, за якою можливе отримання нових компетентностей через позначені педагогом ключові точки вивчення навчального матеріалу.

Розроблення індивідуальної траєкторії навчання [2–4], як правило, здійснюється послідовним виконання конкретних етапів, спрямованих на реалізацію взаємодії «студент – комп'ютер». У цьому сенсі педагогічний дизайн вимагає від розробників курсу деталізації структури навчального матеріалу, послідовності його викладення, опису технології подання та вивчення. Реалізація цих етапів не є тривіальною і значною мірою успіх її здійснення залежить від інтуїції та педагогічного досвіду викладача. Отже, актуальним постає завдання підкріплення інтуїтивного рішення відносно варіантів вибору індивідуальних траєкторій навчання відповідними кількісними оцінками, тобто введення в його розв'язання елемент формалізації.

### 2. Аналіз літературних джерел та постановка проблеми

У контексті даної дослідницької роботи під педагогічним дизайном розуміється процес розроблення систем підтримки електронного навчання. Іншими словами, йдеться про педагогічні технології навчання, які за аналогією з технічною предметною галуззю можуть бути подані у вигляді трьох складових: предметної, забезпечувальної та функціональної технології.

До предметної педагогічної технології належать етапи, на яких вирішуються завдання стратегічного планування [2, 4] безвідносно до методики їх

реалізації; у своїй більшості вони належать до концептуального рівня [5] розроблення СПЕН:

- формулювання цілей навчання (пізнавальних, моральних, психомоторних), деталізація рівнів пізнавальної діяльності (ознайомлення, репродукція, вміння, трансформація), побудова моделі знань [4];

- завдання визначення типу СПЕН (адаптивна, неадаптивна, частково адаптивна), ступеня деталізації викладу навчального матеріалу, визначення аудиторії та оптимального часу навчання.

Педагогічна технологія, що забезпечує, дозволяє обґрунтувати, обрати і розробляти педагогічні інструменти, за допомогою яких вирішуються завдання предметної технології. До них належать:

- завдання побудови моделі досліджуваної дисципліни (предмета) та моделей відповідних тем із графічним поданням переліку і взаємозв'язків понять кожної з теми;

- визначення метаданих об'єкта вивчення [2];

- побудова моделі студента;

- обґрунтування критеріїв адаптивності [3] (час навчання, труднощі, значущість, складність тощо) і вимірювальних шкал для визначення значень їх параметрів;

- розроблення методів вибору оптимальної траєкторії вивчення конкретної дисципліни.

Функціональна педагогічна технологія описує методики, реалізація яких, на базі відповідних педагогічних інструментів, приводить до вирішення конкретних завдань предметної технології.

До цієї технології належать етапи розроблення прототипу СПЕН, її реалізації, тестування та подальшого супроводження і модернізації.

Як правило, процес пошуку індивідуальної траєкторії навчання здійснюється на базі інтуїтивного уявлення викладача про ступінь труднощів (складності, значущості, можливо й інших критеріїв пошуку) досліджуваного матеріалу і, як наслідок, передбачає наявність у викладача великого педагогічного досвіду та високої професійної підготовки.

Очевидно, що розроблення педагогічного сценарію з елементами індивідуалізації повинне здійснюватися всіма провідними викладачами, частина яких має порівняно невеликий педагогічний стаж. Тому виникає проблема, яким чином можна виключити грубі методичні помилки, що пов'язані з відсутністю належного рівня педагогічної інтуїції і досвіду. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми є формалізація процесу опису педагогічного сценарію.

### 3. Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є визначення місця педагогічного сценарію у процесі проектування систем підтримки електронного навчання, а також вивчення особливостей процесу формалізації побудови моделей навчальних дисциплін, що дозволяють розробляти сценарії пошуку оптимальних за заданими критеріями стратегій навчання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- визначити місце педагогічного сценарію у моделі взаємодії студента з системою електронного навчання;

- формалізувати опис педагогічного сценарію у вигляді орієнтованого графа, вершини якого є об'єктами вивчення (ОВ), а дуги – взаємовплив суміжних ОВ;

- розробити методику кількісного опису вершин і дуг формалізованого опису педагогічного сценарію;

- визначити критерії пошуку індивідуальної траєкторії навчання і методи її розрахунку.

## 4. Формалізація процесу пошуку індивідуальної траєкторії навчання

### 4.1. Взаємодія студента з системою електронного навчання

У визначенні поняття «сценарій» важливу роль відіграють моделі, прийняті для опису різних типів сценаріїв у сфері нових інформаційних технологій і штучного інтелекту [6]. З позицій інформаційних технологій сценарій навчання є складною інформаційною моделлю [5]. У роботі [3] поняття сценарій позначає фіксовану послідовність передбачуваних подій, спрямованих на навчання. З позицій системного аналізу [5] сценарій є складною системою, що має властивість цілісності та емерджентності.

Таким чином, конкретна інтерпретація поняття «педагогічний сценарій» багатоаспектна, оскільки саме це поняття є певним синтезом інших понять [7]:

$$ПС = \langle П, С, СД, АНК, СС, ІНШ; R \rangle,$$

де П – поняття «педагогіки» і супутніх йому визначень у галузі педагогіки та психології; С – поняття «сценарію», яке активно застосовується, наприклад, у галузі мистецтва, мультимедійних електронних видань; СД – «сценарій діалогу» зі сфери інформатики [7]; АНК – поняття «автоматизованого навчального курсу»; СС – сценарій ситуації, який використовується в моделях, що наведено в роботах [5, 7]; ІНШ – інші невраховані аспекти: наприклад, суто сценічні відтінки, що в цілому важливі під час проектування мультимедіа; R – матриця взаємозв'язків понять.

Найбільш повно, на думку авторів, поточний тематиці відповідає варіант, який є комбінацією П і СД – тобто сценарій діалогу на базі педагогічних понять.

Відомі чотири варіанти типових сценаріїв, які використовуються в освіті [6, 7, 9].

*Сценарій 1* – використання лінійних мультимедійних додатків. Це варіант, де мультимедійні додатки мають лінійну структуру подання змісту. Студент може контролювати мультимедійний додаток тільки у тому сенсі, що він вказує виключно об'єкт вивчення (відповідний розділ, тему тощо). Використання сценарію 1, як правило, є виправданим, коли студенти мають досить обмежені попередні знання в галузі, в якій їм належить навчатися. Очевидно, що вибір індивідуальної траєкторії навчання розглянутий варіант сценарію не забезпечує.

*Сценарій 2* передбачає використання нелінійних мультимедійних додатків. У цьому разі інформа-

ція може надаватися у формі додатків, оснований на гіпертексті, що мають більший потенціал інтерактивності. Студенти можуть шукати інформацію, що відповідає їх конкретним запитам. Порівняно зі звичайними книгами цей підхід дозволяє інтегрувати в навчальні матеріали різні типи мультимедійної інформації, такі, як текст, мова, музика, анімація, візуальне моделювання, чисельні статистики, відеокліпи та ін. Часто інтерфейс мультимедійного додатка надає можливість повнотекстового пошуку, а також численні елементи управління і налаштування. Основне призначення сценарію 2 – надати студентам потрібну їм інформацію. Однак його застосування також допомагає розвинути у студентів самостійність і подати їм різноманіття стратегій навчання.

*Сценарій 3* передбачає академічне керівництво. Мультимедійні програми цього типу пропонують студентам керівництво у вивченні матеріалу шляхом розподілу складних завдань на підзавдання і допомагають їм структурувати послідовність виконання завдань. Стил викладання у цих додатках знаходиться між першим і другим сценаріями. Сценарій 3 дозволяє обрати індивідуальну траєкторію навчання і рекомендує, коли студентам належить практикуватися в отриманих знаннях, проте він також розвиває навички критичного мислення та вирішення складних ситуацій.

*Сценарій 4* передбачає розроблення мультимедіа. У цьому сценарії студент є творцем або автором мультимедійного додатка (а не кінцевим користувачем, як у сценаріях 1–3). Студенти використовують засоби мультимедіа в основному для подання знань, як засіб спілкування, або для вираження власних ідей. Засоби, які для цього використовуються, повинні надавати можливість роботи з текстом, числовою інформацією, графікою, зображеннями, звуком, відео, анімацією та ін. Сценарій 4 рекоменду-

ється використовувати, коли студенти повинні подати і структурувати свої знання, виявляючи здатності критичного, творчого та нетривіального мислення і рішення проблем. Викладачі можуть допомагати студентам не тільки у використанні засобів створення мультимедіа, а також у структуруванні думок та ідей студентів.

В основі реалізації кожного з типів сценаріїв лежить відповідна модель навчальної дисципліни, яка, в свою чергу, містить сукупність моделей досліджуваних розділів і тем [2, 4]. Очевидно, що структури цих моделей і відповідні їм педагогічні сценарії будуть індивідуальні для кожної з дисциплін, проте вони мають і частину загальних рис.

На рис. 2 наведена узагальнена модель, що пропонується для розгляду взаємодії студента з системою електронного навчання. Із рис. 2 слідує, що розроблення педагогічного сценарію на етапі технології, що забезпечує, повинна здійснюватися на базі відповідних моделей.

**4. 2. Особливості створення моделей навчання**

Відомі роботи [2–4], де розглянуто приклади побудови моделей знань, моделей дисциплін і моделей тем. Методика їх побудови має багато спільного, тому автори обмежаться оглядом тільки двох типових моделей навчальних дисциплін, де йдеться про опис відповідних кроків у напрямі формалізації опису педагогічного сценарію.

**Матрична модель навчальної дисципліни [7]**

Модель дисципліни подається у вигляді квадратної матриці, розмірність якої відповідає кількості розділів, що обираються з робочої програми, а також списком відповідних тем.

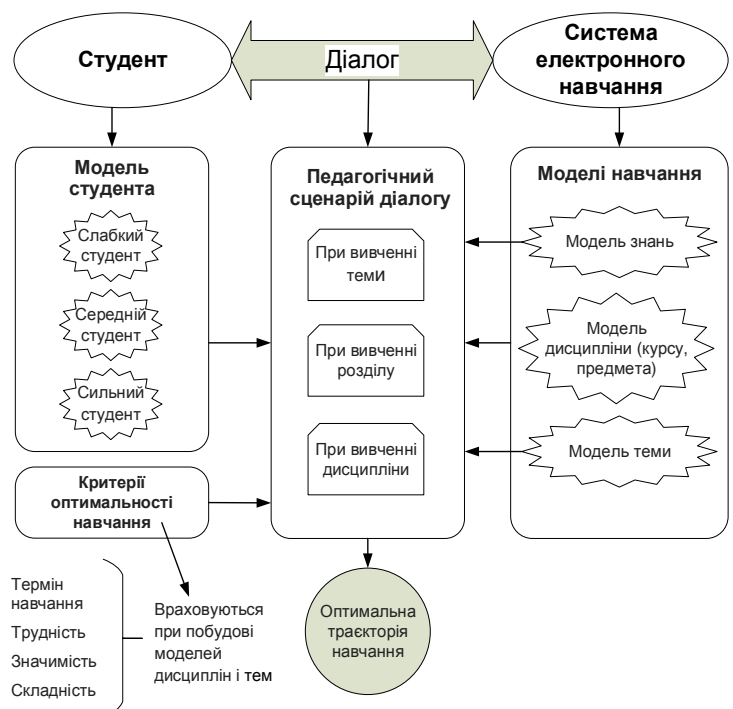


Рис. 2. Модель сценарію взаємодії студента з системою електронного навчання у вигляді діалогу

Для кожного розділу, що складається з кількох тем, складається матриця суміжності. Матриця суміжності – квадратна матриця, кількість рядків якої дорівнює кількості тем у розділі. Матриця заповнюється по горизонталі. Якщо тема з номером, вказаним у діагональній клітинці, пов'язана з іншою темою, то заповнюється клітинка на перетині з відповідним стовпцем. Зв'язок між темами кількісно оцінюється так [4]:

1 – для вивчення даної теми необхідно мати загальне поняття про іншу тему;

2 – під час вивчення теми використовуються часті посилання на поняття іншої теми;

3 – для вивчення найбільш складних понять даної теми необхідні знання з іншої теми;

4 – для вивчення і використання понять теми необхідне знання правил з іншої теми.

Якщо теми даного розділу пов'язані з темами з іншого розділу, то до матриці додається ще один стовпець.

Матрична модель дозволяє кількісно проаналізувати навчальний матеріал із точки зору подальшої побудови педагогічного сценарію, послідовності вивчення тем і їх зав'язків, що в кінцевому підсумку приводить до формування оптимальної траєкторії вивчення дисципліни.

#### **Модель навчальної дисципліни у вигляді графа [2, 3].**

Модель заснована на використанні об'єктів вивчення – Learning object. Об'єкт вивчення (ОВ) – це електронне джерело, яке може бути багаторазово використане для підтримки та поліпшення організації процесу навчання. Структура ОВ повинна забезпечувати ефективне психофізичне сприйняття студентами знань.

Розрізняють два види ОВ [2]: інформаційний об'єкт вивчення і задачний об'єкт вивчення. Інформаційний об'єкт вивчення (ІОВ) складається з навчальної інформації за темою, яка супроводжується прикладами і роз'ясненнями. Задачний об'єкт вивчення (ЗОВ) містить: завдання або питання для перевірки засвоєння ІОВ; коментарі на можливі відповіді студентів.

Для побудови моделі навчальної дисципліни та подальшої автоматизації процесу формування педагогічних сценаріїв визначаються метадані об'єктів вивчення. У стандарті IEEE (2002) визначено дев'ять категорій, що включають у цілому 40 різних метаданих: найменування ОВ, опис, мова, платформа, розмір, вік студентів, час вивчення тощо.

Подані в IEEE метадані сприяють повторному використанню ОВ, але для створення адаптивних систем підтримки електронного навчання їх недостатньо. Тому під час розроблення СПЕН у роботі [3] пропонується використовувати додаткові метадані – дидактичні характеристики ОВ. До них належать: труднощі (подано в IEEE, 2002), складність і значущість.

Труднощі відображають ступінь важкості засвоєння навчального матеріалу або виконання завдання для студентів і визначаються за результатами іспитів, заліків і контрольних робіт. У (IEEE, 2002) визначено п'ять значень труднощів ОВ: дуже легкий,

легкий, середній, важкий, дуже важкий (very easy, easy, medium, difficult, very difficult), що задаються відповідними константами від 1 до 5.

Складність відображає ступінь складності навчального матеріалу або завдання і визначається за моделлю дисципліни (предмета), що надається у вигляді орієнтованого графа. Для цього виділяється підграф із кінцевою вершиною ОВ, складність якої потрібно визначити. Кількість дуг підграфа (S) – суть складність ОВ.

«Значущість» (Z) розглядається у сенсі значення даного ОВ для подальшої практичної роботи (Z1) і вивчення наступних ОВ (Z2), при цьому:  $Z = \max(Z1, Z2)$ . Для кількісного оцінювання значущості поточного ОВ виділяється підграф із кінцевою вершиною – ОВ, значущість якої потрібно визначити.

Значущість Z1 для практичної роботи пропонується визначити методом експертного опитування, а значущість Z2 для вивчення наступних ОВ – використовуючи модель дисципліни (орієнтований граф із навантаженими ребрами). Треба зазначити, що ваговий коефіцієнт дуги графа, який вказує ступінь зв'язку між об'єктами навчання, визначається за чотирибальною шкалою (опис чотирьох варіантів педагогічних дій [2, 10–13]), вибір конкретних значень якої не є тривіальним.

Розглянуті відомі типові моделі навчальних дисциплін, що за своєю суттю відрізняються лише формою подання моделі і ступенем деталізації зв'язку між об'єктами вивчення. Вони дозволяють розробляти різні варіанти педагогічних сценаріїв із можливістю формування індивідуальних траєкторій навчання. У такому разі головною є проблема завдання кількісного визначення ступеня зв'язку між об'єктами вивчення. Значення вагових коефіцієнтів (що характеризують ступінь зв'язку) є вихідною інформацією для застосування математичних методів оптимізації, тому педагогічна ефективність індивідуальної траєкторії навчання багато в чому буде визначатися методичною похибкою визначення розглянутих коефіцієнтів.

У роботах з даної тематики [2–5, 10], як правило, мова йдеться про критерії, що належать до сутностей педагогічного процесу, в той час як зв'язкам між ними приділяється значно менше уваги.

У вагомозначної моделі навчальної дисципліни як критерії оптимізації шляху індивідуальної траєкторії навчання і подальшої побудови на його основі відповідного педагогічного сценарію використані: складність об'єктів вивчення даної дисципліни, час вивчення, значущість ОВ, труднощі вивчення ОВ.

У матричній моделі навчальної дисципліни визначення зав'язків між темами здійснюється за схемою: для вивчення теми необхідно ... {опис чотирьох варіантів педагогічних дій}. Як кількісна характеристика зв'язку між ОВ використовується час, який необхідно витратити для реалізації кожного з варіантів «педагогічних дій». Ключовими поняттями «педагогічних дій» є: «поняття теми», «знання з іншої теми», «знання правил з іншої теми», наявність «частих посилок на поняття іншої теми» [5]. Очевидно, що матрична модель навчальної дисципліни може розглядатися, як один із варіантів вагомозначної моделі,

тому далі автори обмежаться розглядом узагальненої моделі дисципліни у вигляді графа з навантаженими ребрами (рис. 3).

Дуга  $d_{i,j}$  характеризує значення одного з варіантів параметрів зв'язку між об'єктами вивчення  $OB_i$  та  $OB_j$ :

- термін вивчення;
- труднощі вивчення;
- складність;
- значущість.

Перелік цих параметрів дозволять проектувальнику педагогічного сценарію обрати один із чотирьох критеріїв оптимізації шляху сценарію. Слід розглянути кожен з критеріїв, з точки зору можливості їх кількісного визначення.

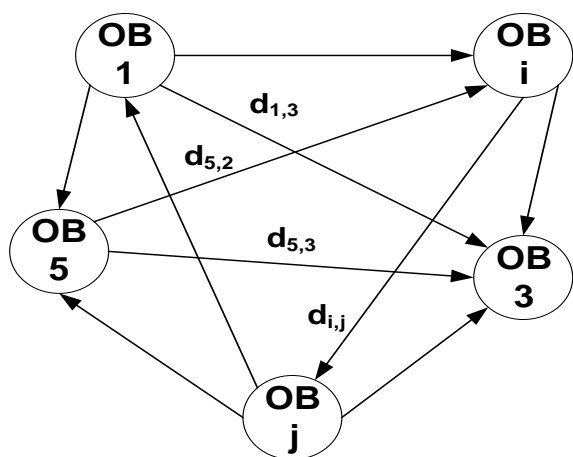


Рис. 3. Узагальнений граф навчальної моделі умовної дисципліни

**Критерій «термін вивчення  $OB$ ».** Визначається безпосередніми вимірами тривалості «педагогічних дій» для кожної з груп студентів, для яких розробляється педагогічний сценарій. Відповідає вазі дуги в моделі дисципліни у вигляді графа.

Перевага – очевидність і легкість вимірювань.

Недоліки:

1. Вимірювання часу реалізації «педагогічних дій» потрібно повторювати для кожної з груп студентів.
2. Відсутнє обґрунтування кількості «педагогічних дій».

У відомій моделі [5] розглядаються тільки чотири типи, чого явно недостатньо.

**Критерій «ступінь труднощів вивчення  $OB$ ».** Використовується п'ятиелементна стандартна шкала відносних одиниць (IEEE, 2002).

Перевага – наявність стандарту, очевидність та легкість вимірювань, природна шкала визначення.

Недолік – визначається за результатами іспитів, заліків і контрольних робіт, тобто педагогічний сценарій може бути побудований тільки після першого завершення вивчення дисципліни і буде орієнтований виключно на поточний склад аудиторії.

**Критерій «складність  $OB$ ».**

Перевага – може слугувати доповненням до критерію ступеня труднощів вивчення  $OB$ .

Недолік – «трудомісткість» визначення і «неповна ясність застосування» [3]. Шкала вимірювання

складності надмірно спрощена – пропонується визначати складність  $OB$  кількістю дуг на графі моделі, які прямо або побічно пов'язані з об'єктом вивчення, і, як наслідок, неповна ясність застосування.

**Критерій «значимість  $OB$  для практичної роботи».**

Перевага – простота одиниць вимірювання (максимальна, середня, мінімальна).

Недолік – у процесі визначення важливості критерію значущості  $OB$  для практичної роботи застосування «методу експертного опитування [3] передбачає високий науковий і методичний рівні експертів-викладачів, що часто не є здійсненим, оскільки без належного досвіду і педагогічної інтуїції досить важко відповісти на всі питання поданої анкети.

**Критерій «значущість поточного  $OB$  для вивчення подальших об'єктів вивчення».** Цей критерій характеризує ступінь зв'язку між  $OB$  та вважається основним під час розроблення педагогічних сценаріїв та формування на їх основі так званих «інформаційних кадрів тем» [5]. На відміну від попередніх критеріїв (окрім тимчасового критерію), тут йдеться про вагові коефіцієнти дуг у моделі дисципліни у вигляді графа.

Перевага – простота одиниць вимірювання (від 1 до 4 умовних одиниць) [5].

Недолік – аналогічний недоліку визначення критерію значущості  $OB$  для практичної роботи, тобто високі вимоги до викладача – розробника педагогічного сценарію і, як наслідок, велика ймовірність грубих методичних помилок.

Для подолання зазначених недоліків пропонується використовувати метод аналізу систем (МАС), складовою частиною якого є метод аналізу ієрархій (МАІ) [8]. Побудова педагогічних моделей сценаріїв на їх основі дозволяє істотно знизити ймовірність помилкових рішень під час розроблення індивідуальних траєкторій навчання. Останнє обумовлено тим, що в основі зазначених методів лежить механізм парних порівнянь, який має загально визнане математичне та психологічне обґрунтування і добре себе зарекомендував у численних галузях застосування.

### 4. 3. Методика кількісного опису вершин і дуг формалізованого опису педагогічного сценарію

Якщо розглядати педагогічний сценарій як сукупність об'єктів вивчення (рис. 2), то для вирішення оптимізаційного завдання необхідний кількісний опис взаємозв'язків між  $OB_i$  та  $OB_j$  у вигляді значень відповідних вагових коефіцієнтів дуг –  $d_{i,j}$ .

Вибір оптимальної траєкторії навчання в педагогічному сценарії може здійснюватися за аналогією з рішенням відомої задачі комівояжера, наприклад, застосовуючи алгоритм гілок і меж.

Перелік  $OB$  береться з програми дисципліни, а наявність педагогічних зв'язків між  $OB_i$  та  $OB_j$  визначається виходячи зі структури і цілей дисципліни. Вихідний граф у загальному вигляді може бути повнозв'язним.

Пропонується така методика визначення взаємозв'язків між об'єктами вивчення.

**Еман 1.** Вибір критерію оптимізації шляху вивчення в сценарії навчання:

- 1) термін вивчення;
- 2) труднощі вивчення;
- 3) складність;
- 4) значущість.

Можливі й інші критерії оптимізації, однак їх вибір визначається виключно педагогічним досвідом та інтуїцією викладача, а питання формалізації цього процесу залишаються відкритими. У якості критерію вибору індивідуальної траєкторії навчання надалі розглядається критерій ступінь труднощів вивчення ОВ.

**Еман 2.** Побудова ранжованої моделі («мережі з рівнями» [8]) важливості об'єктів вивчення.

Особливістю цього кроку є дуже прості питання, що задаються експерту-викладачу, наприклад, чи є зв'язок між парами ОВ, що розглядаються? Якщо відповідь позитивна, то вплив якого з ОВ є більш істотним на досягнення цілей навчання? На підставі отриманих відповідей будується багатозв'язний граф, який є вихідним для застосування відомої [8] методики побудови ранжованої моделі. Як результат – кожному ОВ або їх групі присвоюється відповідний ранг, починаючи з першого (молодшого) рівня, що має найменший вплив на досягнення цілей вивчення дисципліни.

**Еман 3.** Розрахунок  $M$  значень вагових коефіцієнтів  $k^{OB_r}$  ( $r=1,2,\dots,M$ ), що визначають ступінь труднощів вивчення (кожної теми дисципліни).

На даному етапі пропонується використовувати метод аналізу ієрархії (МАІ) [8], який дозволяє на базі шкали відносної важливості отримати кількісні оцінки ступеня труднощів вивчення кожного ОВ. Для цього необхідно сукупність тем дисципліни подати у вигляді ієрархічної структури (зазвичай 2–3 рівня ієрархії). Далі потрібно сформувати відповідні матриці парних порівнянь, значення елементів яких заповнюються за результатами експертного опитування (передбачається, що викладач сам заповнює матрицю).

На відміну від анкетного методу опитування [2, 3], де заповнення анкет вимагає наявності педагогічної інтуїції і великого досвіду, метод аналізу ієрархій пропонує науково обґрунтовану п'ятиелементну шкалу (шкалу Сааті – шкалу відносної важливості), що має строге математичне і психологічне обґрунтування.

Якщо в якості критерію оптимізації траєкторії навчання обрано критерій ступеня труднощів вивчення ОВ, то питання експерту може бути задано в такій формі: оцініть за шкалою Сааті рівень важкості засвоєння теми 1 відносно теми 2. Одна з можливих відповідей експерта: тема 2 істотно важча для вивчення. Результати оцінювання записуються у відповідні клітинки матриць парних порівнянь. У даному разі у клітинку записується згідно зі шкалою Сааті число 5.

Аналогічним чином заповнюються клітини матриць для усіх ОВ (тем дисципліни). Важливо зазначити, що експерт-викладач у процесі обґрунтування своєї відповіді має відповідну «підказку» у

вигляді ранжованої моделі важливості порівнюваних ОВ (результат виконання етапу 2), що дозволяє уникнути грубих помилок під час поточної відповіді, а також неузгодженостей із подальшими відповідями.

Після заповнення усіх матриць парних порівнянь, відомим способом [8] розраховується вектор пріоритетів труднощі вивчення ОВ (тем дисципліни), де кожен з його ( $r$ ) елементів кількісно характеризує трудність освоєння кожної з поточних тем дисципліни.

**Еман 4.** Розрахунок значень вагових коефіцієнтів ступеня взаємного впливу об'єктів вивчення. Виконання цього етапу ґрунтується на таких припущеннях.

**Припущення 1.** Чим більше будуть відрізнятися значення вагових коефіцієнтів критеріїв  $k^{OB_1}$  і  $k^{OB_2}$ , що визначають складність освоєння суміжних пар ОВ<sub>1</sub> і ОВ<sub>2</sub> (тем Т1 і Т2) у напрямку Т1→Т2, тим більше будуть труднощі вивчення теми Т2 в порівнянні з темою Т1.

**Припущення 2.** В моделі педагогічного сценарію для будь-якого об'єкта вивчення поточного рівня завжди можна підібрати сукупність ОВ (підрозділів тем) у вигляді ОВ більш низького рівня ієрархії, які чинять на нього вплив.

**Припущення 3.** Якщо об'єкт вивчення ОВ<sub>i</sub> залежить від об'єкта вивчення ОВ<sub>j</sub> і кожен з них, у свою чергу, залежить від відповідної безлічі об'єктів вивчення ( $X_i$  і  $Y_j$ ), то завжди існує загальна підмножина  $W_{i,j}=(X_i \cap Y_j)$ , яка одночасно впливає як на ОВ<sub>i</sub>, так і на ОВ<sub>j</sub>.

З урахуванням припущень, розрахунок значень вагових коефіцієнтів  $d_{i,j}$  ступеня взаємного впливу об'єктів вивчення ОВ<sub>i</sub> та ОВ<sub>j</sub> пропонується здійснювати за наступною формулою:

$$d_{ij} = \min(k^{OB_i}, k^{OB_j}) + \sum_{s=1}^N \frac{\text{abs}(\alpha_s^{OB_i} - \beta_s^{OB_j})}{N}, \quad (1)$$

де  $s=1, 2, \dots, N$ ;  $N$  – кількість загальних критеріїв оцінювання ОВ<sub>i</sub> та ОВ<sub>j</sub>;  $i, j$  – поточні номери суміжних критеріїв;  $\alpha_s^{OB_i}, \beta_s^{OB_j}$  – вагові коефіцієнти однойменних загальних критеріїв, які чинять вплив як на ОВ<sub>i</sub>, так й на ОВ<sub>j</sub>.

Для отримання векторів пріоритетів

$$\mu_{OB_i} = \langle \alpha_1^{OB_i}, \alpha_2^{OB_i}, \dots, \alpha_N^{OB_i} \rangle$$

та

$$\mu_{OB_j} = \langle \beta_1^{OB_j}, \beta_2^{OB_j}, \dots, \beta_N^{OB_j} \rangle$$

ступеня впливу множини загальної безлічі об'єктів вивчення більш низького рівня ієрархії на об'єкти вивчення ОВ<sub>i</sub> та ОВ<sub>j</sub> експерт повинен, по аналогії з кроком 3, сформувати відповідні матриці парних порівнянь.

Слід зазначити, що у разі рівнозначності вагових коефіцієнтів однойменних загальних критеріїв

$\alpha_s^{OB_i}$ ,  $\beta_s^{OB_j}$ , величина  $abs(\alpha_s^{OB_i} - \beta_s^{OB_j})/2$  дорівнює нулю, і тому ступень взаємного впливу об'єктів вивчення  $OB_i$  та  $OB_j$  визначається одним з коефіцієнтів  $k^{OB_i}$  або  $k^{OB_j}$ .

**Етап 5.** Пошук оптимальної траєкторії вивчення дисципліни. Вихідною інформацією для оптимізації є граф моделі педагогічного сценарію з ваговими коефіцієнтами відповідних ребр (результат виконання етапу 4). Варіанти вирішення даної класичної задачі (задача комівояжера) досить докладно розглянуті в літературі.

### 5. Результати дослідження

У даний час розглянута методика проходить апробацію у Харківському національному економічному університеті імені Семена Кузнеця під час розроблення інформаційного простору мультимедійних дидактичних комплексів і персональних навчальних систем. На цій основі розробляється прототип системи програмної підтримки методики, що дозволить у режимі on-line-діалогу формувати індивідуальну траєкторію навчання.

### 6. Висновки

Визначено місце педагогічного сценарію у процесі проектування системи підтримки електронного навчання. Розглянуто процес взаємодії студента з системою електронного навчання і запропоновано модель сценарію роботи студента з системою у вигляді відповідного діалогу. Виконано аналіз особливостей побудови типових моделей сценаріїв навчальних дисциплін. Запропоновано методику кількісного оцінювання взаємозв'язків між об'єктами вивчення у моделі педагогічного сценарію, особливість якої полягає у застосуванні методу парних порівнянь відносно труднощів вивчення (або іншого педагогічного критерію) суміжних тем з кожним із загальних для них елементів навчання (загальних понять тощо). Покрокова методика і супутня до неї розрахункова формула дозволяє перейти від якісного опису моделі навчальної дисципліни до кількісного за умови суттєвого зниження вимог до досвіду й інтуїції викладачів-розробників відповідних курсів.

### Література

1. Pushkar, O. Organisation of Training Environment Basing on Training Support System Local Identity – Global Awareness [Text] / O. Pushkar // 33-d International Symposium IGIP/IEEE/ASEE. – Fribourg (Switzerland), 2004. – P. 473–476.
2. Зайцева, Л. В. Методы и модели адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения [Текст] / Л. В. Зайцева // Educational Technology & Society. – 2003. – Т. 6, № 4. – С. 204–211.
3. Зайцева, Л. В. Адаптация в компьютерных системах на базе структуризации объектов обучения [Текст] / Л. В. Зайцева, Е. Е. Буль // Образовательные технологии и общество. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 22–27.
4. Доржиев, Ц. Ц. Разработка и методические рекомендации по применению автоматизированной обучающей

системы (АОС) по начертательной геометрии в учебном процессе [Текст]: учебное пособие / Ц. Ц. Доржиев. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 72 с.

5. Кудж, С. А. Информационные образовательные единицы [Текст] / С. А. Кудж, Я. И. Цветков // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2014. – № 1. – С. 24–31.
6. Искусственный интеллект [Текст] / под ред. Э. В. Попова. – М., 1990. – 384 с.
7. Бельков, С. А. Составляющие понятия «Педагогический сценарий» [Текст]: XI Междунар. науч.-метод. конф. / С. А. Бельков // Новые образовательные технологии в вузе. – Екатеринбург, 2014. – Режим доступа: <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/24737/1/notv-2014-021.pdf>
8. Саати, Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети [Текст] / Я. Т. Саати; ред. А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.
9. Кречетников, К. Г. Педагогический дизайн и его значение для развития информационных образовательных технологий [Электронный ресурс] / К. Г. Кречетников // ИТО. – 2005. – Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2005/Troitsk/2/2-0-9.html>
10. Гура, В. В. Теоретические основы педагогического проектирования личностно-ориентированных электронных образовательных ресурсов и сред [Текст] / В. В. Гура. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2007. – 320 с.
11. Уваров, А. Ю. Педагогический дизайн [Текст] / Ю. А. Уваров // Информатика. – 2003. – № 30. – С. 2–31.
12. Психология [Текст]: словарь / под ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. – М.: Политиздат, 1990. – 480 с.
13. Краткий педагогический словарь пропагандиста [Текст]. – М.: Изд-во полит. лит., 1984. – 372 с.

### References

1. Pushkar, O. (2004). Organisation of Training Environment Basing on Training Support System Local Identity – Global Awareness. 33-d International Symposium IGIP/IEEE/ASEE. Fribourg (Switzerland), 473–476.
2. Zaitseva, L. V. (2003). Methods and adapt the model to the students in the computer-based training systems. Educational Technology & Society, 6 (4), 204–211.
3. Zaitseva, L. V., Buhl, E. E. (2006). Adapting computer systems based on the structuring of training facilities. Training technology and society, 9 (1), 22–27.
4. Dorzhiev, Z. Z. (2004). Development guidelines for prima pared automated training system (AOS) on descriptive geometry in the learning process. Ulan-Ude: Izd-vo VSGTU, 72.
5. Coogee, S. A., Tsvetkov, Y. I. (2014). Information educational unit. Distance and virtual learning, 1, 24–31.
6. Popov, E. (Ed.) (1990). Artificial Intelligence. Moscow, 384.
7. Bel'kov, S. A. (2014). The components of the concept of «Teaching scenario». New obrazovat-flax technology in high school. Ekaterinburg. Available at: <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/24737/1/notv-2014-021.pdf>
8. Saaty, T. L.; Andreychikov, A. V., Andreichikova, O. N. (Eds.) (2008). Decision making at the dependencies and feedbacks: Analytical network. Moscow: Izdatelstvo LKI, 360.
9. Krechetnikov, K. G. (2005). Teaching design and its importance for the development of information educational technologies. ИТО. Available at: <http://ito.edu.ru/2005/Troitsk/2/2-0-9.html>
10. Gyra, V. V. (2007). Theoretical bases of pedagogical designing student-centered electronic educational re-

sources and media. Rostov-on-Don: Publ Southern Federal University, 320.

11. Uvarov, A. Y. (2003). Teaching design. Computer science, 30, 2–31.

12. Petrov, A., Yaroshevsky, M. (Eds.) (1990). Psychology. Moscow: Politizdat, 480.

13. Concise Dictionary Pedagogical propagandist (1984). Moscow: Izd watered. Lit., 372.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Удовенко С. Г.  
Дата надходження рукопису 15.09.2016*

**Пушкар Олександр Іванович**, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри, кафедра комп'ютерних систем і технологій, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, пр. Науки, 9-а, м. Харків, Україна, 61166  
E-mail: airvt@ukr.net

**Браткевич В'ячеслав В'ячеславович**, кандидат технічних наук, професор, кафедра комп'ютерних систем і технологій, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, пр. Науки, 9-а, м. Харків, Україна, 61166  
E-mail: vvb1944@yandex.ua

**Литовченко Ірина Володимирівна**, кандидат економічних наук, кафедра управління персоналом та економіки праці, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, пр. Науки, 9-а, м. Харків, Україна, 61166  
E-mail: irina\_litovhenko@rambler.ru

УДК 378.14:371.2

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.79765

## РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЧНИХ ЗАСАД ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ У СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ

© О. І. Пушкар, Є. М. Грабовський

*В статті запропоновано концепцію організації процесу формування професійної компетенції самостійної роботи студентів в умовах електронного навчання. Здійснено реалізацію запропонованої моделі формування компетенції в умовах електронного навчання на прикладі мультимедійного комплексу з навчальної дисципліни «Технологічні процеси видавничо-поліграфічної справи». На основі використання методу Сааті зроблено вибір найбільш значущих складових для кожної компетенції*

**Ключові слова:** електронне навчання, компетенція, самостійна робота студентів, мультимедійний комплекс, інформаційні технології

*The concept of organization of professional competence formation of students' independent work in e-learning is proposed in the article. Implementation of the proposed model of competence formation in e-learning is done on the example of multimedia complex for discipline "Processes of publishing and printing". Selection of the most important components for each competence is made on the basis of Saaty method*

**Keywords:** e-learning, competence, students' independent work, multimedia complex, information technology

### 1. Вступ

Стрімкий розвиток інформаційних технологій сприяє їх всебічному прониканню у різні сфери життєдіяльності суспільства, зокрема в педагогічну практику. В цьому сенсі вельми актуального значення на сьогодні набуває проблема впровадження електронного навчання, яке обумовлює підвищення якості навчання через впровадження сучасних інформаційних систем і технологій, через ефективне використання і поширення інформації, через тестування та розробку електронних курсів. В той же час система електронного навчання потребує відповідної організації самостійної роботи студентів. Однією з важливих завдань сучасної дидактики є організація процесу навчання таким чином, щоб всі його складові працю-

вали як цілісний організм для формування компетентного і всебічно розвинутого фахівця. Саме тому на сьогодні актуального значення набуває проблематика організації самостійної роботи студентів (СРС) в системі електронного навчання, методологічні засади з якої дозволять сформуванню діючої інструментарій з підтримки студентської роботи в умовах інформаційного суспільства.

### 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В роботах [1–3] розглядається сутність електронного навчання. В дослідженнях [4, 5] аналізуються недоліки та переваги реалізації конкретних механізмів e-learning. В роботах [6–8] розглядається спе-