

КОГНІТИВНИЙ ПІДХІД ЩОДО ФОРМУВАННЯ ТА ОЦІНКИ КОМПЕТЕНЦІЇ СПЕЦІАЛІСТІВ ДЛЯ ГАЛУЗІ ІКТ

Описаний підхід щодо синтезу моделі компетенції спеціаліста з ІКТ, який базується на методах експертних оцінок та когнітивного моделювання. Побудована модель відображає, яким чином кожна дисципліна впливає на формування компетенції спеціаліста з ІКТ. Моніторинг та аналіз досягнень студентів з кожної дисципліни, що складають компетенцію, дозволяє відстежувати у часі процес формування компетенції із відповідними рішеннями.

Ключові слова: когнітивний підхід, компетенція, моніторинг, інформаційна модель

Ilin O. O. Cognitive approach to the forming and estimation of specialist ICT competence. Described approach to the synthesis of model specialist ICT competence, based on the methods of expert assessments and cognitive modeling. The cognitive approach allow to determine the structural composition of competence and to describe relationships between its elements. The model displays how each discipline influences the competence of specialist of ICT. Methods of graph analysis allows to determine the sequence of study courses properly allocate budget time Expert methods used to account for the requirements of competence on the part of employers, student government and more. Monitoring and analysis of the achievements of students of each course that constitute competence allows to track the formation of competence and take appropriate decisions on the management of the educational process.

Key words: cognitive approach, competence, monitoring, information, model

У рамках процесно-компетентісного підходу, задачею студента під час навчання в ВНЗ є засвоєння ряду професійних та особистих компетенцій, які сформуєть його професійний потенціал та нададуть можливість бути конкурентоздатним на ринку праці [1]. Особливістю побудови навчального процесу у процесно-компетентісному підході є закладання чітко заданих параметрів опису (дескрипторів) того, що студент повинен знати та вміти після завершення навчання. На цьому етапі виявляється ряд складностей, які умовно розбиті на 2 групи:

- питання формування необхідного набору компетенцій, які необхідно засвоїти під час навчання за тією або іншою програмою підготовки;
- комплексна оцінка якості підготовки, однією із складових якої є оцінка ступеня сформованості компетенцій.

Результат оцінки якості підготовки є інтегральним, тому часто застосовують поняття вектору знань [2]. Даний підхід дозволяє забезпечити неперервність та цілісність процесу підвищення рівня знань та їх якості. Загальний вектор знань складається з компонент, які відносяться до результатів вивчення окремих дисциплін та можуть бути включеними до різних компетенцій. Очевидним також є факт, що задача моніторингу динамічних процесів еволюції вектора знань повинна підтримуватись за допомогою інформаційних технологій. Це пов'язано із необхідністю збирати, накопичувати та обробляти велику кількість інформації по усім програмам підготовки, включаючи як етапи розробки таких програм так і етапи реалізації.

Для оцінки ступеню сформованості компетенції необхідна формалізація компетенції, тобто побудова її структурної та динамічної моделей. Для вирішення задачі побудови моделі компетенції, згідно системного підходу, компетенцію можна представити у вигляді системи. В цьому випадку задача опанування компетенцією студентом може бути представлена як задача управління [3]. В ній компетенція буде виступати в якості об'єкту управління, а управлінські впливи будуть здійснюватись з боку навчального процесу. Для задачі управління компетенцією важливі наступні інформативні характеристики:

- цілі навчання, які необхідно досягнути, щоб опанувати компетенцією;
- стан об'єкту управління;
- процедури оцінки стану об'єкта управління;
- стан зовнішнього середовища;
- процедури вимірювання стану середовища.

Таким чином, структура та стан компетенції буде описуватись статичною моделлю компетенції, а процедури оцінки стану компетенції відповідно враховуватимуть особливості динамічної моделі.

Розробка статичної моделі компетенції пов'язане із визначенням структурного складу компетенції (сукупність елементів) та встановленням зв'язків між її елементами.

Для вищої школи мінімально цілісним елементом навчального процесу є навчальна дисципліна. Тому структурними компонентами компетенції являються навчальні дисципліни, передбачені навчальним планом. Внаслідок своєї природи, кожна компетенція має міждисциплінарний характер. Але не всі дисципліни з навчального плану входять до складу однієї компетенції. Тому необхідно визначити перелік дисциплін, які складають ту чи іншу компетенцію. Також необхідно встановити зв'язки між дисциплінами, які будуть характеризувати логіку та послідовність вивчення, і, відповідно, утворення компетенції. Зазначені задачі доцільно розв'язувати когнітивним моделюванням та експертними методами.

Один з методів аналізу слабо структурованих проблемних областей, який сформувався останні десятиріччя, часто називається когнітивним аналізом або когнітивним моделюванням. Він базується на понятті когнітивної карти – орієнтовному графі, ребрам якого поставлені у відповідність ваги. Вершинам когнітивної карти відповідають концепти, які визначають ситуацію, а зорієнтованим ребрам – причинно-наслідковим зв'язкам між концептами. Когнітивна карта служить як засіб структурування та формалізації ситуації, так і засобом її аналізу [4].

Необхідно окремо підкреслити, що когнітивна карта дозволяє відобразити факт існування впливу концептів, напрям впливу, його силу та знак. Це структурна модель ситуації, яка може бути проаналізована із відповідними висновками. Даний аналіз базується на графічному та теоретико-множинному опису ситуації (або системи) за допомогою когнітивної (пізнавально-цільової) структуризації знань про досліджуваний об'єкт (ситуацію) та зовнішнє оточення. Причому об'єкт та зовнішнє оточення розмежовуються нечітко [5]. Когнітивна модель, що базується на когнітивній карті, дозволяє проводити динамічне моделювання ситуації, аналізувати зміни концептів та зв'язків в часі.

Для побудови КК ситуації та проведення основних етапів когнітивного аналізу необхідно:

- визначити перелік концептів, які характеризують ситуацію;
- визначити зв'язки між концептами;
- побудувати математичну модель;
- провести аналіз, зробити висновки.

Когнітивну карту будується аналітиками або із застосуванням інформаційних технологій, на основі даних, що описують ситуацію. Існує декілька варіантів побудови:

- аналітик особисто будує карту на основі своїх представлень про ситуацію;
- карта будується на основі формальних даних (документів);
- карта будується на основі даних, які отримані від експертів;
- карта будується на основі даних, що мають публічний характер (дані відкритих опитувань тощо).

Для вирішення поставленої в роботі задачі когнітивна карта будується для моделювання компетенції [6] Концептами карти будуть виступати дисципліни, а зв'язки між ними будуть характеризувати послідовність вивчення дисциплін, їх вплив одна на одну та на

компетенцію. Для побудови карти необхідно визначити перелік дисциплін та оцінити ступінь зв'язку між ними. Для цього необхідно провести експертне дослідження з метою:

- виявлення множини дисциплін, що формують компетенцію;
- визначення ступеню впливу дисциплін на компетенцію.

Виявлення множини дисциплін виконується шляхом мозкового штурму – методом, який дозволяє прийняти колективне рішення про включення дисципліни із первісної множини до множини, яка формує ту чи іншу компетенцію. До складу експертної групи доцільно залучати представників з навчально-наукового персоналу, роботодавців, представників студентського самоврядування та випускників. В результаті отримуємо матрицю, що описує залежність компетенцій від дисциплін, які безпосередньо впливають на її формування [7]:

$$M = \begin{bmatrix} m_{D_1K_1} & m_{D_1K_2} & \dots & m_{D_1K_p} \\ m_{D_2K_1} & m_{D_2K_2} & \dots & m_{D_2K_p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{D_nK_1} & m_{D_nK_2} & \dots & m_{D_nK_p} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де D_i – це дисципліна, яка безпосередньо впливає на компетенцію K_j , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, p}$ (n – кількість дисциплін з загального набору; p – кількість формуємих компетенцій).

Параметри $m_{D_iK_j}$ можуть приймати значення 0 або 1, в залежності від того, чи прийнято експертною комісією рішення про включення дисципліни D_i до множини, що утворюють компетенцію K_j ($m_{D_iK_j} = 1$), чи не прийнято ($m_{D_iK_j} = 0$). Наступним етапом мозкового штурму є з'ясування для кожної із дисциплін D_i множини базових дисциплін d_h , тобто таких, від яких D_i знаходиться в залежності:

$$V_i = \{d_1, d_2, \dots, d_l\}, \quad (2)$$

де l – кількість базових дисциплін для D_i .

Для цього формується матриця аналогічного типу, яка має вигляд [7]:

$$B = \begin{bmatrix} b_{d_1D_1} & b_{d_1D_2} & \dots & b_{d_1D_n} \\ b_{d_2D_1} & b_{d_2D_2} & \dots & b_{d_2D_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{d_lD_1} & b_{d_lD_2} & \dots & b_{d_lD_n} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

де $b_{d_eD_r} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } d_e \text{ є базовою для } D_r \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases}$,

$e = \overline{1, l}$, $r = \overline{1, n}$, l – кількість дисциплін d , які впливають на дисципліну D_r , k – кількість дисциплін, що безпосередньо впливають на компетенцію.

Зазначений підхід має суттєвий недолік, який полягає у відсутності механізму визначення повторів дисциплін, які є основними або базовими при формуванні різних компетенцій. Це може призвести до необхідності проходження однієї і тієї ж дисципліни в рамках опанування різними компетенціями. Така ситуація неприпустима, тому пропонується застосувати наступний алгоритм: якщо дисципліна є основною або базовою для хоча б однієї з компетенцій, то вона вже не приймає участі у навчальному процесі під час формування інших компетенцій.

Для визначення ступеню впливу дисциплін на компетенцію доцільно застосувати метод ранжування, результатом якого буде впорядкована множина дисциплін. В результаті буде отримано ряди, в яких кожній дисципліні буде присвоєний ранг – порядкове місце в цьому ряду. Після стандартної перевірки узгодженості думок експертів [8], на основі отриманих

даних необхідно обрахувати вагові коефіцієнти впливу кожної дисципліни на формування компетенції. Для цього пропонується використати правило Фішберна [7, 9]. Доцільність його застосування обґрунтовується тим, що про силу впливу дисциплін на формування компетенції нам невідомо нічого окрім їх рангів R_i . Тобто, на множині дисциплін, що утворюють компетенцію, встановлені відношення нестрогої переваги $R_1 \geq R_2 \geq \dots \geq R_N$. Тоді у відповідності до правила Фішберна, значимість -ї дисципліни визначається відношенням:

$$R_n = \frac{2(N - n + 1)}{(N + 1)N} \quad (4)$$

Дане правило дозволяє обрахувати вагові коефіцієнти впливу дисциплін на компетенцію для когнітивної карти.

Отже, формально компетенція визначається за допомогою кортежу [7]:

$$KRTG = \langle D, d, M, B \rangle, \quad (5)$$

в якому множина D – дисципліни, що безпосередньо впливають на компетенцію;

множина d – дисципліни, що опосередковано впливають на компетенцію;

M – матриці впливів дисциплін D на компетенцію;

B – матриця впливів дисциплін з d на D .

За допомогою кортежу $KRTG$ компетенцію можна представити як

$$G = \langle W, E \rangle, \quad (6)$$

де $W = \langle K, D, d \rangle$ утворює множину вершин орієнтовного графу: K – компетенція, D – дисципліни, що безпосередньо впливають на компетенцію, d – дисципліни, що опосередковано впливають на компетенцію;

E – множина ребер, що поєднують концепти (дисципліни) карти між собою. Візуально такий орієнтовний граф можна представити як на рисунку 1.

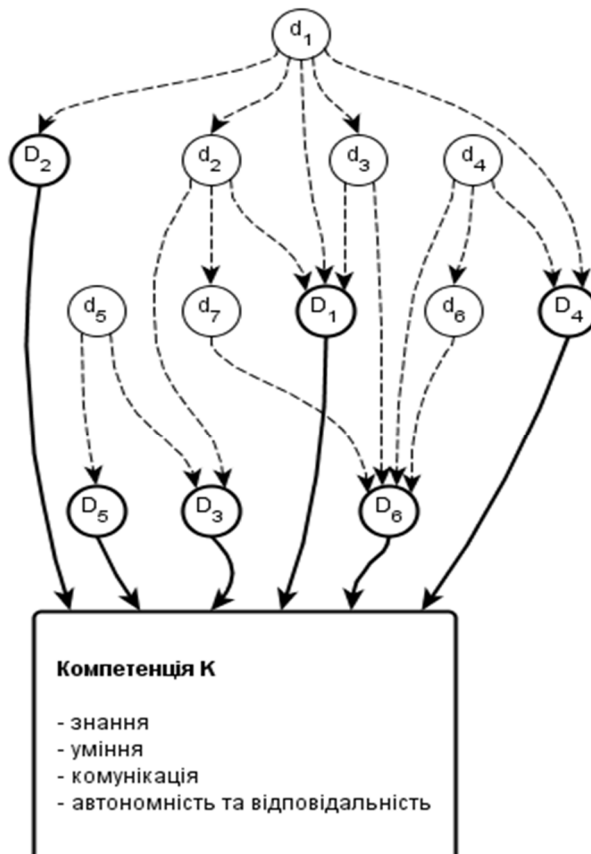


Рис. 1. Когнітивна карта компетенції

Висновки

Когнітивна модель компетенції спеціаліста з ІКТ будується за допомогою застосування методів експертних оцінок та із застосуванням теорії графів. Дана модель відображає, як впливає кожна дисципліна на формування компетенції спеціаліста з ІКТ – безпосередньо, опосередковано або не впливає.

Методи аналізу графів дозволяють визначити послідовність вивчення дисциплін, відповідним чином розподілити бюджет часу. Моніторинг та аналіз досягнень студентів з кожної дисципліни, що складають компетенцію, дозволяє відстежувати у часі процес формування компетенції із відповідними рішеннями.

Останнє питання потребує додаткового вивчення, що буде відображено у подальших розробках.

Список використаної літератури

1. Гніденко М. П. Сертифікація у вищій освіті як основний чинник підвищення якості підготовки ІКТ-фахівців / М. П. Гніденко, О. О. Ільїн // Збірник наукових праць "Військова освіта" Національного університету оборони України ім. І. Черняхівського. – 2016. – №1(33).
2. Прошин Д. И. Образовательная система как объект управления познавательной деятельностью / Д. И. Прошин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2011. – №2. – С. 144-153.
3. Растринин Л. А. Современные принципы управления сложными объектами / Л. А. Растринин. – Москва : Сов. радио, 1980. – 232 с.
4. Кузнецов О. П. Когнитивное моделирование слабоструктурируемых ситуаций, доклад / О. П. Кузнецов // Пospelовские чтения «Искусственный интеллект – проблемы и перспективы». – Москва, Политехнический музей. – 2006. – С. 86-100.
5. Береза О. А. Построение когнитивной модели туристско-рекреационной отрасли как социально-экономической системы / О. А. Береза // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Информационные и гуманитарные технологии в управлении экономическими и социальными системами». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – № 3(92). – С. 7-12.
6. Силов В. Б. Принятие стратегических решений в нечёткой обстановке в макроэкономике, политике, социологии, менеджменте, экологии, медицине / В. Б. Силов. – Москва : ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.
7. Сибикина И. В. Процедура оценки компетентности студентов ВУЗа, обучающихся по направлению «Информационная безопасность» / И. В. Сибикина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия «Управление, вычислительная техника и информатика». – 2011. – №1. – С. 200-205.
8. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – 2-е изд. – Москва : Статистика, 1980. – 263 с.
9. Фёдоров И. П. Принятие решений на основе нечётких моделей: примеры использования / И. П. Фёдоров, А. Н. Борисов, О. Ф. Крумберг. – Рига: Зинатие. – 312 с.

References

1. Hnidenko M. P., Ilin O. O. Certification in higher education as a major factor in raising the quality of ICT professionals. Scientific digest "Military Education", I. Cherniakhivskiy National Defence University of Ukraine. – 2016. – №1(33).
2. Proshyn D. I. The educational system as a cognitive activity control object // Scientific-technical journal of Volga. – 2011. – №2. – PP. 144-153.
3. Rastrigin L. A. Modern principles of management of complex objects. – Moskva : Sov. radio, 1980. – 232 p.
4. Kuznetsov O. P. Cognitive modeling poorly structured situations, the report // Pospelovsky reading "Artificial intelligence – Problems and Prospects". – Moskva, Polytechnical Museum. – 2006. – PP. 86-100.
5. Beresa O. A. Building a cognitive model of tourism and recreation industry as a socio-economic system // Proceedings of the SFU. Technical science. Special Issue "Information technology and humanities in the management of economic and social systems". – Taganrog : TTI SFU. – 2009. – № 3(92). – PP. 7-12.
6. Silov V. B. Strategic decision-making in fuzzy environment in macroeconomics, politics, sociology, management, ecology, medicine. – Moskva : INPRO-RES, 1995. – 228 p.
7. Sibikina I. V. Evaluation of students' competence of Procedure of the university, studying the direction of "Information Security" // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. "Management, Computer Science and Computer Science" series. – 2011. – №1. – PP. 200-205.
8. Beshelev S. D., Gurvich F G. Mathematical and statistical methods of expert evaluations. – Moskva : Statistica, 1980. – 263 p.
9. Fedorov I. P., Borisov A. N., Krumberg O. A. Decision-making based on fuzzy models: examples of use. – Riga : Zinatie. – 312 p.

Автор статті

Ільїн Олег Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел.: +380 (67) 901 03 03. E-mail: oleg.ilin.ua@gmail.com

Author of the article

Ilin Oleh Oleksandrovych – candidate of sciences (technical), associate professor of the computer science and information technology department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel. : +380 (67) 901 03 03. E-mail: oleg.ilin.ua@gmail.com

Рецензент:

доктор технічних наук, професор В. В. Вишнівський
Державний університет телекомунікацій, Київ

Дата надходження
в редакцію: 11.12.2016 р.