

УДК 65.001

¹К.В. Колеснікова, ²Д.В. Лук'янов¹Одеський національний політехнічний університет, Одеса²Білоруський державний університет, Мінськ

АНАЛІЗ СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ КОМПЕТЕНЦІЙ З УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ НАЦІОНАЛЬНОГО СТАНДАРТУ УКРАЇНИ

Розглянуто особливості представлення і аналізу структурної моделі компетенцій з управління проектами національного стандарту України за версією NCB UA – ver. 3.1. Визначено, що управління процесами підготовки фахівців з проектного управління необхідно здійснювати на засадах системного аналізу загальної матриці компетенцій проектних менеджерів з формуванням осередків знань, які об'єднують в собі певні сукупності компетенцій.

Ключові слова: компетенції, модель, осередки знань, проекти, навчальні програми

Рассмотрены особенности представления и анализа структурной модели компетенций по управлению проектами национального стандарта Украины по версии NCB UA - ver. 3.1. Определено, что управление процессами подготовки специалистов по проектному управлению необходимо осуществлять на основе системного анализа общей матрицы компетенций проектных менеджеров с формированием ядер знаний, которые объединяют в себе определенные совокупности компетенций.

Ключевые слова: компетенции, модель, ядра знаний, проекты, учебные программы

The features of the presentation and analysis of the structural model of competencies in project management of a national standard in Ukraine according to NCB UA – ver. 3.1. Determined that the management of training in project management should be carried out on the basis of a systematic analysis of the overall matrix of competencies of project managers with the formation of nuclei of knowledge that combine certain set of skills.

Keywords: jurisdictions, model, kernels of knowledges, projects, on-line tutorials

Вступ

За національним стандартом України (NCB UA, ver. 3.1) галузь знань управління проектами охоплює такі групи компетенцій: технічні (Т), поведінкові (П), контекстуальні (К) та додаткові (Д) компетенції (національні та галузеві). Всі елементи вказаної множини компетенцій мають складні взаємозв'язки і фактично утворюють у сукупності простір знань проектного управління, який є предметом для підготовки менеджерів [1].

Аналіз світового досвіду організації компетентнісного навчання свідчить про доцільність використання проектних підходів до навчання фахівців у будь-якій предметній галузі [2]. Проектний підхід дозволяє найбільш ефективно вирішити завдання досягнення поставленої мети у навчання в умовах обмеженості часових, фінансових, матеріальних, людських та інших ресурсів. Тому досить актуальною є розробка

методологічних засад трансформації моделі компетенцій у осередка компетенцій для визначення структури та змісту навчальних дисциплін [3, ..., 5].

Постановка проблеми

Наукові проблеми, які треба насамперед розв'язати плягають у тому, щоб сформулювати засади представлення та аналізу матриці компетенцій: як досліджувати систему – по блоках, чи треба розглядати всю систему в цілому; як зменшити розмірність системи; чи є відношення за зв'язками $\{T \rightarrow m, P \rightarrow n, K \rightarrow k\}$ залежним від зв'язків $\{K \rightarrow m, K \rightarrow n, P \rightarrow m, P \rightarrow k, T \rightarrow n, T \rightarrow k\}$.

Загальна схема зв'язків з агрегуванням по блоках компетенцій без урахування зв'язків додаткових компетенцій, що мають характер інтегруючих елементів, наведена на рисунку.

Заголовними змінними (Т, П, К) позначені блоки, від яких виходить зв'язок. Рядкові змінні (m, n, k) відображають блоки, до яких йдуть зв'язки [1].

Таблиця 3

Додаткові елементи компетенцій

4. Додаткові національні та галузеві компетенції
4.01. Інтеграція системного, проектного, процесного та сценарного підходів в управлінні проектами
4.02. Методологія управління проектами в динамічному оточенні
4.03. Розвиток управління проектами на основі моделі технологічної зрілості
4.04. Управління інноваційними платформами проєктів організації
4.05. Методологія управління проектами створення інформаційних технологій (ISO 12207, CMMI, RUP та інш.)
4.06. Бізнес – процеси управління проектами, програмами і портфелями організації

Означені властивості матриці компетенцій обумовлюють необхідність дослідження системи не по блоках, а як системну сутність, що тільки у комплексі відображає ідеологію компетентнісного підходу в управління проектами. При цьому для спрощення та поліпшення візуалізації можна виконати агрегування (в кожному з блоків - виділити основні осередки знань), а потім вже аналізувати з урахуванням агрегування. Складність в тому, як встановити зв'язки між осередками знань.

Мета статті

Мета статті – розробка засад представлення та аналізу матриці компетенцій для зменшення розмірності системи на основі формування осередків компетенцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Існуючі методи аналізу системи компетенцій не завжди забезпечують розв'язання вимог практики щодо раціонального планування навчання майбутніх проектних менеджерів через відсутність моделей, методів та засобів оцінки результатів [2]. Управління проблемами, які виникають в методології проектно-векторного управління освітнім середовищем, залежить від рівня компетенцій проектних менеджерів [3]. Створення моделей, що відображають структуру і зв'язки компетенцій для формування на їхній основі механізмів проактивного управління навчанням є можливим на основі методів теорії графів [4]. Моделі структур компетенцій дозволяють визначити вплив рівня компетентності окремих менеджерів та команд проєктів на результати їх реалізації [5].

Управління знаннями в проектно-керованих організаціях повинно впроваджуватись на засадах комплексного підходу щодо оцінки компетенцій підприємств та їх співробітників [6, ..., 8].

Розробка методу структурного аналізу компетенцій

Всі елементи множини компетенцій мають складні взаємозв'язки і фактично утворюють у сукупності простір знань проектного управління, який є предметом для підготовки менеджерів.

Структурні відношення між елементами будь-якої множини S описуються матрицею суміжності $[c_{ij}]_A = [i, j]$, рядки і стовпці якої відповідають вершинам орієнтованого графа, а її елементи $c_{ij}=1$ відображають зв'язок по дузі від вершини S_i до вершини S_j . У разі відсутності такого зв'язку $c_{ij} = 0$.

Матриця суміжності має специфічні властивості [4; 5]. Якщо її послідовно зводити до степенів 2, 3 ..., n , то елемент c_{ij} n -го степеня показує зв'язок між i -ю та j -ю вершинами через n дуг. Якщо при цьому деякі діагональні елементи матриці стають відмінними від нуля, то це означає існування зв'язку з i -ї в i -у вершину графа. Такий зв'язок може бути тільки в замкнутому контурі. При множенні матриць застосовується звичайне правило, згідно з яким

$$c_{ij}^{n+1} = \sum_{k=1}^m c_{ik}^n c_{kj}^n,$$

де $n = 1, 2 \dots m - 1$; m — загальна кількість вершин у графі.

Для аналізу структур має значення тільки відмінність елементів $[c_{ij}]$ від нуля, тому при формуванні матриці застосовується булева алгебра.

Метод структурного аналізу, що запропоновано, містить такі етапи: формування матриці суміжності $\|c_{ij}\|$ — обчислення степенів матриці $\|c_{ij}\|^n$ — формування матриці досяжності для всіх степенів $\|c_{ij}\|^n \Rightarrow R^n$ — транспонування матриці досяжності $R^n \Rightarrow (R^n)^T$ — суперпозиція $W^n = R^n \cup (R^n)^T$. Ненульові елементи отриманої матриці суперпозиції W^n визначають сукупності елементів, які входять до замкнених контурів, що утворюють осередки знань на графі компетенцій [5].

Визначення осередків у матриці компетенцій

Осередки компетенцій являють собою сукупність певних компетенцій, які сполучені між собою суттєвими зв'язками відповідно до структури зв'язків між компетенціями за стандартом NCB [1].

Суттєвий зв'язок мають елементи компетенцій, які утворюють на головній діагоналі різних степенів матриць досяжності R^n і суперпозиції W^n квадратні фрагменти, що заповнені одиницями.

Піднесення матриці суміжності до другого степеня дозволяє визначити зв'язки досяжності елементів у орієнтовному графі через одну вершину (табл. 4). Третій степінь матриці суміжності дозволяє визначити зв'язки досяжності елементів у орієнтовному графі через дві вершини. Тобто визначається не безпосередній зв'язок між елементами компетенцій, а опосередкований через n вершин у напрямку, що відповідає орієнтації дуг графа.

Результати суперпозиції $W^2 = R^2 \cap (R^2)^T$ дозволяють визначити меншу кількість осередків ніж у випадку використання суперпозиції матриці суміжності (першого порядку). У табл. 4 жирними лініями означені 15 осередків компетенцій. При цьому слід зазначити, що елемент 1.08, як видно з таблиці об'єднується в осередок з елементами 1.12 та 1.13. У той же час елемент 3.08 входить до осередка разом з елементами 2.15, 3.01 ... 3.05. Деякі виділені осередки можна об'єднати в один, оскільки ці осередки перетинаються один з одним, фактично визначаючи спільні області компетенцій проектного управління. Такими можуть бути, наприклад, два осередки знань, що утворені елементами 2.14, 2.15 та 3.01 і 2.15, 3.01 ... 3.05, 3.08 (табл. 4).

Аналіз осередків компетенцій, які визначені і за допомогою матриці суперпозиції третього степеня $W^3=R^3 \cap (R^3)^T$, показує, що всі елементи компетенцій об'єднуються у три осередки. Майже всі елементи компетенцій зв'язані між собою зв'язками третього порядку. Всі елементи зв'язані з всіма іншими.

Отримані результати дають змогу зробити висновок, що осередки компетенцій (знань) формуються внаслідок існування відносно автономних контурів, що об'єднують компетенції споріднені за знаннями та практичними навичками. Для побудови загальної характеристики системи компетенцій проектних менеджерів необхідно врахувати взаємні зв'язки між всіма 46 базовими компетенціями.

Осередки компетенцій, які визначені на основі аналізу структури зв'язків базових компетенцій дозволяють на науковій основі формалізувати розподіл змістовного навантаження навчальних курсів з підготовки проектних менеджерів. Це дасть змогу ефективно використовувати ресурси навчального процесу і виключити дублювання навчального матеріалу у різних курсах. При цьому слід наголосити на тому, що такий висновок зроблено виходячи з припущення про достатність часу на опанування певних компетенцій.

Таким чином, з огляду на обґрунтування, що наведені при аналізі результатів табл. 4, можна виділити такі осередки компетенцій, які складають змістовне наповнення окремих дисциплін.

1. Методологія, методи і засоби управління проектами

Осередок компетенцій – 1 (модуль 1)

- 1.01. Успішність управління проектами.
- 1.02. Зацікавлені сторони.
- 1.03. Вимоги і задачі проекту.
- 1.04. Проектний ризик і можливості.
- 1.05. Якість.
- 1.06. Проектна організація.
- 1.07. Робота команди.

Осередок компетенцій – 2 (модуль 2)

- 1.09. Структура проекту.
- 1.10. Задум і кінцевий продукт проекту.
- 1.11. Час і фази проекту.
- 1.18. Комунікації.
- 1.19. Запуск проекту.
- 1.20. Закриття проекту.

2. Економіко-математичні моделі та методи

Осередок компетенцій - 3

- 1.08. Розв'язання проблем.
- 1.12. Ресурси.
- 1.13. Витрати і фінанси.

3. Закупівлі, контракти та логістика в проектах

Осередок компетенцій - 4

- 1.14. Закупівлі і контракти.
- 1.15. Зміни.
- 1.16. Контроль і звітність.
- 1.17. Інформація і документація.

2.01. *Лідерство.*

4. Психологія і лідерство в управлінні проектами

Осередок компетенцій - 5

- 2.01. Лідерство.
- 2.02. Участь і мотивація.
- 2.03. Самоконтроль.

Осередок компетенцій - 6

- 2.04. Упевненість в собі.
- 2.05. Розрядка.
- 2.06. *Відкритість.*

Осередок компетенцій – 7

- 2.06. Відкритість.
- 2.07. Творчість.
- 2.08. *Орієнтація на результат.*

5. Експертиза та аудит проектів

Осередок компетенцій - 8

- 2.08. Орієнтація на результат.
- 2.09. Продуктивність.
- 2.10. Погодження.
- 2.11. *Перемови.*

Осередок компетенцій – 9

- 2.11. Перемови.
- 2.12. Конфлікти і кризи.
- 2.13. Надійність.

6. Управління програмами, портфелями проектів та проектним офісом

Осередок компетенцій – 10

- 2.14. Розуміння цінностей.
- 2.15. Етика.
- 3.01. Проектно-орієнтоване управління.
- 3.02. Програмно-орієнтоване управління.
- 3.03. Портфельно-орієнтоване управління.
- 3.04. Реалізація проектів, портфелів, програм (ЗП).
- 3.05. Постійна організація.
- 3.08. Управління персоналом.

7. Управління проектами розвитку організацій

Осередок компетенцій – 11

- 3.03. Портфельно-орієнтоване управління.
- 3.04. Реалізація ЗП.
- 3.05. Постійна організація.
- 3.06. Підприємницька діяльність.
- 3.07. Системи, продукти і технології.

8. Охорона праці (галузева)

Осередок компетенцій – 12

- 3.09. Здоров'я, безпека, охорона праці.

9. Теорія і практика бізнес-планування

Осередок компетенцій – 13

- 3.10. Фінанси.

10. Адміністративне і трудове право

- 3.11. Юридичні аспекти.

Додаткові компетенції

11. Інформаційні технології управління проектами

- Д.1. Інтеграція системного, проектного, процесного та сценарного підходів в управлінні проектами
- Д.3. Розвиток управління проектами.

12. Бази та банки даних ПМ

- Д.4. Розвиток управління інноваційними платформами проектів організацій.

13. Управління проектами розробки інтегрованих комп'ютерних систем

- Д.5. Методологія управління проектами створення інформаційних технологій.

14. Теорія і практика системного аналізу та прийняття управлінських рішень

- Д.2. Методологія управління проектами в динамічному оточенні.
- Д.6. Бізнес-процеси управління проектами, програмами та портфелями проектів організацій.

Розробка моделі станів осередків компетенцій

Зв'язки між осередками дозволяють створити відображення загальної системи компетенцій у вигляді згорнутої моделі станів, за якими змінюється підсистема компетенцій (знань) у будь-якому проекті (табл. 5). При цьому припускаємо, що

проекти можна відобразити у двох площинах: роботи і компетенції.

Виконаємо аналіз зв'язності матриці, що відображає моделі станів осередків компетенцій. Суттєвий зв'язок мають осередки компетенцій, які утворюють на головній діагоналі різних степенів матриць досяжності R^n і суперпозиції W^n квадратні фрагменти, що заповнені одиницями.

Для отримання матриць суперпозиції певного степеня $W^n = R^n \cap (R^n)^T$ спочатку необхідно обчислити степені C^n матриці суміжності. Потім визначити матриці досяжності R^n як булеву суму матриць суміжності C^n відповідних степенів. Аналіз структури зв'язків осередків компетенцій за допомогою матриць суперпозиції другого степеня $W^2=R^2 \cap (R^2)^T$, показує, що всі осередки компетенцій об'єднуються у 4 комплекси (табл. 6).

Таблиця 5

Матриця суміжності моделі станів осередків компетенцій

		до осередка												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
від осередка	1			1							1			
	2	1		1										
	3	1			1									
	4	1	1	1							1			
	5						1							
	6					1	1					1		
	7									1	1			
	8					1				1				
	9											1		
	10							1				1		
	11								1				1	
	12													1
	13	1			1							1		

Таблиця 6

Матриця суперпозиції другого порядку $W^2 = R^2 \cap (R^2)^T$ моделі станів осередків компетенцій

		до осередка												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
від осередка	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	4	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	5	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
	6	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	7	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
	8	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
	9	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
	10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	11	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
	12	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
	13	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0

Матриця суперпозиції $W^3 = R^3 \cap (R^3)^T$, третього степеня, вже відображає майже повне об'єднання модельної системи, окрім 12 та 13 осередків компетенцій (рис. 7). Майже всі елементи компетенцій зв'язані між собою зв'язками третього порядку. При цьому два осередки, як і у разі урахування зв'язків загальної матриці компетенцій лишаються без змін. Ці осередки утворені елементами 3.09 та 3.10, 3.1

Таким чином, з огляду на збіг результатів аналізу зв'язків загальної матриці компетенцій і отриманих даних (табл. 4, 7) можна стверджувати, що запропонована модель станів осередків компетенцій є достовірною і може бути застосована для досліджень у галузі компетентнісного підходу в проектному управлінні.

Таблиця 7

Матриця суперпозиції третього порядку $W^3 = R^3 \cap (R^3)^T$ моделі станів осередків компетенцій

		до осередка												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
від осередка	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	6	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	8	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	9	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	13	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0

Запропонований метод аналізу сукупності компетенцій, що представлені пласкими графами, є основою для формування навчальної траєкторії та системи сертифікації проектних менеджерів. Цей аналітичний метод, на відміну від відомого за теоремою Ейлера, дозволяє визначити цикли на пласких графах за результатами розрахунків, а не евристичного пошуку.

Дослідження особливостей структури зв'язків між елементами компетенцій виконано за таких припущень:

- зв'язки між елементами системи проектних менеджерів компетенцій об'єктивно існують;
- можна досліджувати структуру зв'язків, як по окремих блоках технічних, поведінкових та контекстуальних компетенцій, так і загалом, з

урахуванням зв'язків компетенцій не тільки в межах означених блоків, а й зв'язків елементів компетенцій, що містяться в різних блоках;

- введено нове поняття – „осередок компетенцій”, під яким розуміється сукупність елементів компетенцій, в якій всі елементи зв'язані один з одним і тому утворюють множину взаємозалежних елементів.

Розробка та обґрунтування методів аналізу структури зв'язків в організаційно-технічних та соціальних системах є досить актуальним в галузі управління проектами, оскільки структура інформаційних зв'язків в системах, що належать до цієї галузі, суттєво впливає на результати діяльності. Запропонований метод аналітичного визначення замкнених циклів на основі представлення різних структур за допомогою матриці суміжності є універсальним. Він ефективний для дослідження властивостей матриць суміжності та її степенів з огляду на застосування цих властивостей для аналізу структури зв'язків в матриці компетенцій з метою виділення інформаційних контурів.

Напрямки подальших досліджень мають бути спрямовані на застосування запропонованих підходів для структурної і параметричної оптимізації проектного управління в організаційно-технічних або соціальних системах. Це дозволить визначити вплив рівня компетентності проектних менеджерів і команд проектів на ефективність виконання проектів.

Висновки

Вперше показано, що зв'язки певного порядку в загальній матриці компетенцій можна визначити з використанням R^n матриці досяжності, яка є булевою сумою відповідних степенів C^n матриці суміжності, шляхом транспонування суміжності $R^n \Rightarrow (R^n)^T$ з подальшою суперпозицією $W^n = R^n \cap (R^n)^T$. Суттєвий зв'язок мають елементи компетенцій, які утворюють на головній діагоналі різних степенів матриць досяжності R^n і суперпозиції W^n квадратні фрагменти, що заповнені одиницями.

Визначено 13 осередків в загальній матриці компетенцій, які складають наповнення начальних курсів. Розроблена модель станів осередків компетенцій і доведено, що вона є достовірною і може бути застосована для дослідження у галузі компетентнісного підходу в проектному управлінні.

Список літератури

1. Бушуев С.Д. *National Competence Baseline, NCB UA Version 3.1* / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева. – К.: ІРІДІУМ, 2010. – 208 с.
2. Макаров А.В. *Компетентностно-ориентированные образовательные программы ВУЗа* [Текст] / А.В. Макаров, Ю.С. Перфильев, В.Т. Федин. – Минск: РИВШ, 2011. – 116 с.
3. Белощицкий А.А. *Управление проблемами в методологии проектно-векторного управления образовательными средами* [Текст] / А.А. Белощицкий // *Управління розвитком складних систем.* - № 9. – 2012. – С. 104 – 107.
4. Гогунський В.Д. *Визначення ядер знань на графі компетенцій проектних менеджерів* [Текст] / В.Д. Гогунський, Д.В. Лук'янов, О.В. Власенко // *Вост.-Европ. журнал передових технологій.* - № 1/10 (55). – Харьков : Технолог. центр, 2012 – С. 26 – 28.
5. Vaysman, V.A. *The planar graphs closed cycles determination method* [Text] / V.A. Vaysman, K.V. Kolesnikova, D.V. Lukianov // *Труды Одес. политехн. ун-та.* — № 1(38). —2012. — С. 222 – 227.
6. Вайсман В.О. *Система стандартів підприємства для управління знаннями в проектно керованій організації* [Текст] / В.О. Вайсман, С.О. Величко, В.Д. Гогунський // *Труды Одес. политехн. ун-та.* – № 1(35). – Одесса : ОНПУ, 2011. – С. 256 – 261.
7. Дружинин Е.А. *Реализация стратегии диверсификации на основе управления компетенциями предприятия и его сотрудников* [Текст] / Е.А. Дружинин, М.В. Кравченко, Б.В. Гайдабурас // *Вост.-Европ. журнал передовых технологий.* - № 1/11 (56). – Харьков : Технолог. центр, 2012 – С. 4 – 6.
8. Рач, В.А. *Контекстно-личностное оценивание компетентности проектных менеджеров с использованием теории нечетких множеств* [Текст] / В.А. Рач, О.В. Бирюков // *Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр.* – Луганськ: СХУ ім. В. Даля. 2009. – № 1 (29). – С. 151 – 169.

Стаття надійшла до редколегії: 11.03.2013.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Д. Гогунський, Одеський національний політехнічний університет, Одеса.