

З.П. Сташевський¹, Ю.І. Грицюк², д-р техн. наук, професор, Р.О. Гриник¹
(¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності; ²НУ «Львівська політехніка»)

ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧАСНИКІВ ОСВІТНЬОГО ПРОЕКТУ В ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Для вирішення проблем формування компетенцій під час реалізації освітнього проекту підготовки фахівця в галузі інформаційної безпеки (ІБ) та правильної побудови траєкторії навчання з відповідною розстановкою дисциплін, що прямо чи опосередковано формують компетенцію, протягом навчальних семестрів прийнято рішення використовувати когнітивне моделювання. Когнітивні карти компетенцій, які є результатом когнітивного моделювання, відображають зв'язки, які існують між атрибутами в досліджуваній предметній області знання, дають можливість встановити ступінь впливу кожної дисципліни на компетенцію, що формується, а також визначити перелік найбільш затребуваних компетенцій роботодавцями.

Ключові слова: освітній проект, інформаційна система, інформаційна безпека, когнітивна карта, ініціація проекту.

Stashevskiy Z.P., Grycyuk Yu.I., Grynyk R.O.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Для решения проблем формирования компетенций во время реализации образовательного проекта подготовки специалиста в области информационной безопасности (ИБ) и правильного построения траектории образования с соответствующей расстановкой дисциплин, прямо или опосредованно формирующих компетенцию, принято решение во время учебных семестров использовать когнитивное моделирование. Когнитивные карты компетенций, которые являются результатом когнитивного моделирования, отображают связи, между атрибутами в исследуемой предметной области знаний и дают возможность установить степень влияния каждой дисциплины на формирующуюся компетенцию, а также определить перечень наиболее востребованных компетенций работодателями.

Ключевые слова: образовательный проект, информационная система, информационная безопасность, когнитивная карта, инициация проекта.

Stashevsky Z.P., Grycyuk Yu.I., Grynyk .R.O.

COMPETENCE FORMATION OF EDUCATION PROJECT PARTICIPANTS OF PROJECT ON INFORMATION SECURITY BASED ON EXPERT EVALUATION METHOD

In order to solve the problems of forming of competences during implementation of educational project of preparation of specialist in information security (IS) and correct construction of trajectory of studies with the corresponding placing of disciplines with straightforward or mediated form of competence formation, during educational semesters the decision has been made to use a cognitive design. The cognitive maps of competences, which are the result of cognitive design, display copulas which exist between attributes in the investigated subject domain of knowledge, enable to set the degree of influence of every discipline on a competence which is formed, and also to define the list of the most claimed competences employers.

Keywords: educational project, informative system, information security, cognitive map, initiation of project.

Вступ. Одним з пріоритетних завдань держави, яку має вирішувати Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України), є безпека громадян і територій. Істотною перешкодою в області безпеки є кризові явища в політичній, економічній і соціальній сферах, виникнення нових техногенних загроз, взаємозв'язок природної та техногенної сфер, загроза тероризму тощо [4].

За умов формування та використання інформаційного середовища ДСНС України виникає проблема забезпечення безпеки інформації, що зберігається, обробляється чи передається в автоматизованих системах управління (АСУ), яка на сьогодні набуває особливої важливості та актуальності. Це зумовлено множиною факторів, кількість яких постійно зростає. Зазначена проблема дуже багатогранна і з кожним днем появляються нові її складові. Зокрема, останнім часом особливо нагальною стала відчуватися проблема, яка стосується критичної недостатності якісного персоналу, який є основним елементом безперебійної роботи систем захисту інформації. Традиційно проблему безпеки інформації асоціюють з кібератаками і вірусними епідеміями. Однак, провівши аналіз джерел загроз і небезпек, що були реалізовані в структурних підрозділах рятувальної служби, бачимо, що основна частка витоків інформації припадає саме на некваліфіковані дії персоналу відділів технічного захисту інформації [9, 13]. Таким чином, на сьогодні є актуальною проблема формування відповідної системи (узгоджених систем) підготовки зазначених категорій з використанням проектно-орієнтованого підходу [5, 8, 10, 12, 14, 15], зокрема системи підготовки фахівців у галузі інформаційної безпеки (ІБ).

Згідно з цим підходом для контролю якості процесу формування продукту освітнього проекту розробляються відповідні діагностичні засоби, які мають відповідати не тільки вимогам структурованості внесеного в них навчального матеріалу, але й його взаємопов'язаності або інтегрованості. При оцінюванні якості послідовного або паралельного вивчення дисциплін, які є основою тих або інших компетенцій¹ фахівців у галузі ІБ, мають враховуватися всі види зв'язків між внесеними в них знаннями, уміннями, навиками і т.д. Тобто потрібно оцінити рівень впливу кожної дисципліни, що бере участь в процесі формування кожної компетенції. Саме такі інтегральні оцінки є основними при оцінюванні рівня розвитку компетенцій (основної складової якості продукту освітнього проекту). Очевидно, що між дисциплінами, що безпосередньо та опосередковано формують компетенцію, існують взаємозв'язки, які можна описати за допомогою когнітивного моделювання на основі експертного дослідження [5, 7, 11].

Мета роботи: побудувати когнітивну модель компетенції, визначити рівень впливу досліджуваних дисциплін та їх складових елементів на процес формування компетенції під час реалізації освітнього проекту підготовки фахівця в галузі ІБ.

Викладення основного матеріалу. Розглянемо завдання та зміст основних етапів експертного дослідження для вибору потрібних дисциплін, які формують компетенцію.

Завдання експертного дослідження: 1) проаналізувати експертні оцінки; 2) розрахувати ступінь узгодженості думок експертів; 3) підібрати методіку для розрахунку вагових коефіцієнтів рівня впливу досліджуваної дисципліни на процес формування компетенції під час реалізації освітнього проекту; 4) розрахувати рівень впливу дисциплін на процес формування компетенції під час реалізації освітнього проекту.

Як зазначається в роботі [6], процес отримання експертних оцінок може здійснюватися методом мозкового штурму і методом анкетування.

Метод мозкового штурму використовується для отримання колективного рішення щодо внесення тієї чи іншої дисципліни в їхній перелік, які формують компетенцію із Галузевих стандартів вищої освіти України (ГСВОУ) в галузі ІБ під час реалізації освітнього проекту. Перевагами застосування цього методу є таке:

¹ Компетенція – це певна характеристика особи, наявність якої дає їй змогу виконувати певну роботу, наприклад, працівникові, що нею володіє, отримувати потрібний результат роботи.

- 1) експерти мають можливість вільно пропонувати дисципліни, які на їхню думку формують дану компетенцію;
- 2) у процесі колективного обговорення експерти висловлюють свою думку про потребу внесення дисципліни у перелік дисциплін, які формують дану компетенцію;
- 3) особа, яка приймає рішення (ОПР), враховуючи результати обговорення, приймає остаточне рішення про внесення або вилучення цієї дисципліни в перелік дисциплін, які формують компетенцію. Такі повноваження надаються висококваліфікованому фахівцю в галузі ІБ. Зокрема, ОПР може бути завідувач випускової кафедри або провідні фахівці з цього напрямку підготовки чи спеціальності.

Метод анкетування використовується для упорядкування дисциплін за ступенем значущості їх впливу на процес формування компетенції під час реалізації освітнього проекту. В цьому випадку кожен експерт працює індивідуально, в його анкеті міститься перелік дисциплін, які формують компетенцію. Експертові потрібно впорядкувати дисципліни за ступенем значущості.

До складу експертної групи вводяться представники чотирьох груп респондентів.

Група І. Представники науково-педагогічного складу, які готують майбутніх фахівців з даного напрямку підготовки. Вимоги до цієї групи експертів є такими:

- досвід роботи у ВНЗ з особливими умовами навчання як викладача не менш 5 років;
- в складі експертної групи мають бути провідні викладачі основних циклів навчальних дисциплін, представлених у структурі освітньо-професійної програми ГСВОУ, а саме:
 - представники циклу гуманітарної та соціально-економічної підготовки (ГСЕ) в кількості 1-2 експ.;
 - представники циклу математичної та природничо-наукової підготовки (МПН) в кількості 1-2 експ.;
 - представники циклу професійної та практичної підготовки (ПП) в кількості 1-2 експ.

Група ІІ. Випускники, які працюють за фахом. Вимоги до цієї групи експертів: відбір випускників робиться з тих, хто закінчив ВНЗ з особливими умовами навчання за останні 3-5 років. Не варто формувати групу експертів з фахівців, які нещодавно закінчили ВНЗ [48], позаяк їхні відповіді можуть мати суб'єктивний характер, що спотворює інформацію. Кількість представників – 1-3 експ.

Група ІІІ. Потенційні роботодавці – представники ДСНС України, підприємств і організацій, що співпрацюють з ВНЗ з особливими умовами навчання стосовно питань реалізації освітніх проектів і подальшого працевлаштування. Тут також мають бути представники організацій, що контролюють освітню діяльність, які можуть входити до складу державної атестаційної комісії (ДАК). Кількість представників 3-4 експ.

Група ІV. Представники керівної ланки даного ВНЗ з особливими умовами навчання, що безпосередньо займаються питаннями організації управління процесом підготовки фахівців у галузі ІБ (1 експ).

Відомо [1, 2, 3], що за довільного складу експертів і при різних об'єктах експертизи судження експертів будуть різними. Сприйняття різними особами тієї чи іншої інформації часто відрізняються між собою. Тому потрібне узагальнення оцінок індивідуальних експертів. Ця роль відводиться особі, яка приймає рішення (ОПР), яка на підставі думок експертів має прийняти остаточне рішення. З метою більш ефективної роботи групи експертів ОПР вводиться бальна система оцінювання думки кожного експерта (табл. 1).

Перед початком проведення експертного опитування, ОПР отримує список усіх експертів і на підставі табл. 1 може визначити цінність їхніх думок. Ця процедура є допоміжною і використовується переважно при винесенні ОПР остаточного рішення про внесення дисципліни в перелік дисциплін, які формують компетенцію. Опитування експертів проводиться в два етапи.

Система вимірювання цінності думки експерта (у балах)

Характеристики експертів	експерти			
	I	II	III	IV
Досвід роботи більше 5 років	1	2	1	-
Досвід роботи більше 10 років	2	3	2	-
Досвід роботи більше 15 років	3	4	3	-
Наявність наукового ступеня кандидата наук	1	1	1	1
Наявність наукового ступеня доктора наук	2	2	2	-
Наявність диплома з відзнакою	-	-	-	1

Етап 1. Експертам надається перелік компетенцій із ГСВО України в галузі ІБ, що мають бути сформовані під час реалізації освітнього проекту. За допомогою експертних оцінок для кожної компетенції потрібно підібрати перелік дисциплін, які безпосередньо впливають на процес її формування.

Обговорення ведеться послідовно за кожною компетенцією. Як відзначалося вище, тут використовується метод колективного опитування. Експерти пропонують дисципліни, обговорюють доцільність їх вивчення. Остаточне рішення приймає ОІР.

Результатом експертного опитування є матриця, елементи якої вказують на залежність процесу формування компетенції від дисциплін, які безпосередньо впливають на процес формування компетенції, а саме:

$$\tilde{W} = \{ \tilde{W}_i = \{ w_{ij} = f(d_i, k_j), j = \overline{1, n} \}, i = \overline{1, m} \}, \quad (1)$$

де: $\tilde{D} = \{ d_i, i = \overline{1, m} \}$ – i -та дисципліна; $\tilde{K} = \{ k_j, j = \overline{1, n} \}$ – j -та компетенція; n – кількість навчальних дисциплін; m – кількість компетенцій, що формуються; причому

$$f(d_i, k_j) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } d_i \text{ формує } k_j; \\ 0 & \text{інакше.} \end{cases} \quad (2)$$

Матриця \tilde{W} містить інформацію про те, який перелік дисциплін безпосередньо формує кожну компетенцію із ГСВО України в галузі ІБ під час реалізації освітнього проекту. Для наочності зобразимо залежність процесу формування компетенцій від дисциплін, які безпосередньо впливають на процес їх формування (рис. 1).

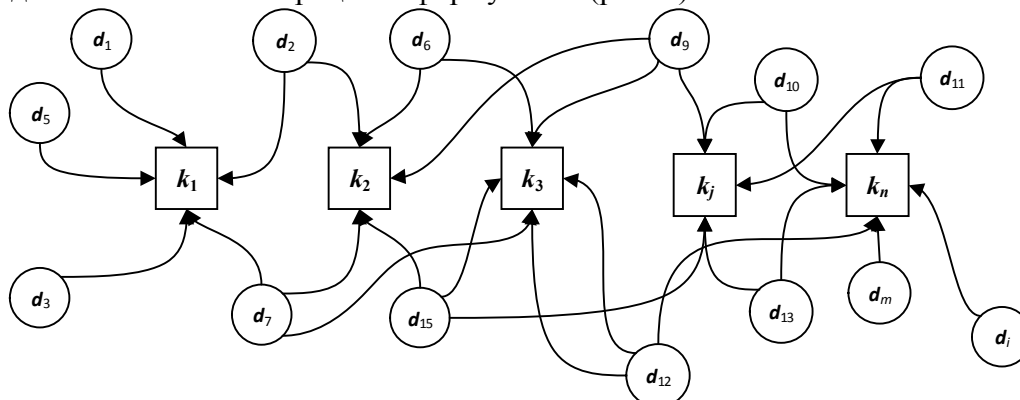


Рисунок 1 – Залежність процесу формування компетенцій від дисциплін, які безпосередньо впливають на них

Далі експертам потрібно розглянути i -ту дисципліну (d_i), що формує j -ту компетенцію (k_j), та сформуувати для неї перелік базових дисциплін d_i° , від яких вона перебуває в залежності. Під дисциплінами, які опосередковано формують компетенцію, розуміються ті із них, які є базовими для вивчення тих дисциплін, що безпосередньо впливають на процес формування компетенції. В такий спосіб формується матриця, елементи якої вказують на залежність процесу формування компетенції від дисциплін, які опосередковано їх формують протягом життєвого циклу освітнього проекту, а саме:

$$\bar{\bar{V}} = \left[\bar{V}_i = \left[v_{ij} = f(d_i, d_j^{\circ}), j = \overline{1, n_i} \right], i = \overline{1, m} \right], \quad (3)$$

причому
$$f(d_i, d_j^{\circ}) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } d_j^{\circ} \text{ формує } d_i; \\ 0 & \text{інакше.} \end{cases} \quad (4)$$

Згідно з матрицею $\bar{\bar{V}}$, для i -ої дисципліни (d_i) отримуємо множину базових дисциплін d_i° , а саме:

$$\tilde{D}^{\circ} = \left\{ t = 1, \bar{D}_t^{\circ} = \begin{cases} l = 1; \\ d_{il}^{\circ} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } v_{ij} = 1, l = l + 1; \\ 0 & \text{інакше,} \end{cases} j = \overline{1, n_i}, \end{cases} n_i = l; i = \overline{1, m} \right\}, T = t, \quad (5)$$

де: n_i – кількість базових дисциплін, що впливають на i -ту дисципліну; m – кількість дисциплін, які безпосередньо впливають на компетенції. Внаслідок виконання таких дій обробляємо таку множину дисциплін:

$$\tilde{D}^{\circ} = \left\{ \bar{D}^{\circ} = \left\{ d_{il}^{\circ}, l = \overline{1, n_i} \right\}, t = \overline{1, T} \right\}. \quad (6)$$

На цьому етапі потрібно будувати попередню карту компетенцій, яка містить інформацію про те, які дисципліни безпосередньо, а які опосередковано формують компетенції (рис. 2).

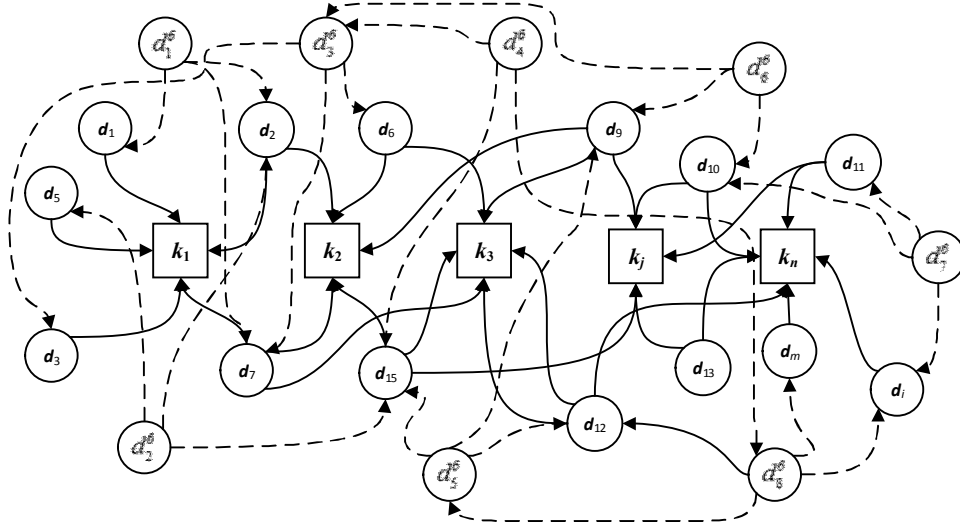


Рисунок 2 – Попередня карта компетенцій: • – безпосередній вплив, ○ – опосередкований вплив, → – зв'язок безпосереднього впливу, - - -> – зв'язок опосередкованого впливу

Однак ця модель не містить кількісних характеристик взаємовпливів її концептів. Тому потрібно реалізувати наступний етап експертного опитування.

Етап 2. Експертам потрібно впорядкувати дисципліни за ступенем їх впливу на процес формування компетенції (дисципліни) під час реалізації освітнього проекту. Для цього використовується процедура ранжування дисциплін з кожної множини

$\tilde{D}^{\kappa} = \{d_t^{\kappa} : d_{t+1}^{\kappa} \succ d_t^{\kappa}, t = \overline{1, T}\}$ і $\tilde{D}^{\delta} = \{D_t^{\delta} = \{d_{i,l+1}^{\delta} \succ d_{i,l}^{\delta}, l = \overline{1, n_i}\} : \tilde{D}_{t+1}^{\delta} \succ \tilde{D}_t^{\delta}, t = \overline{1, T}\}$ за ступенем їх важливості.

Об'єкти ранжування – дисципліни, що безпосередньо формують компетенцію, а також ті, що опосередковано формують компетенцію під час реалізації освітнього проекту. *Потреба ранжування* – визначення ступеня важливості дисципліни для процесу формування компетенції (дисципліни) під час реалізації освітнього проекту. Найбільш важливий елемент має ранг 1, а найменш важливий – ранг r , де r – кількість оцінювальних елементів. Внаслідок такого впорядкування отримаємо ранжуваний ряд. В ньому кожній дисципліні приписується ранг – місце в цій множині.

Як спосіб ранжування часто вибирається нестроге ранжування, позаяк не завжди експерти можуть однозначно визначити місце дисципліни за ступенем її важливості. Тому нестроге ранжування дає змогу однаковим за перевагою дисциплінам присвоїти однакові ранги. Однак сума рангів так само, як при прямому ранжуванні, має дорівнювати сумі можливих місць, кількість яких відповідає кількості елементів. Тому однаковим за перевагою елементам присвоюють стандартизовані ранги, які є середнім арифметичним номерів відповідних елементів.

Етап 3. Після виконання процедури ранжування здійснюється перевірка узгодженості думок експертів. Правдоподібність припущення щодо погодженості експертних оцінок перевіряється за допомогою коефіцієнта конкордації $K_{\text{кон}}$ [2, 3]. Межі значень $K_{\text{кон}}$ можуть змінюватись в інтервалі від 0 до 1. Якщо $K_{\text{кон}}=0$, то думки експертів вважають неузгодженими. Якщо $K_{\text{кон}}=1$, то ранжування в рядах погоджені.

Нехай є p змінних і n об'єктів ранжування $\tilde{X} = \{x_j, j = \overline{1, n}\}$. Матрицю рангів позначимо у вигляді $\tilde{R} = \{r^{(j)}, j = \overline{1, p}\}$. Припустимо, що аналізуються m змінних з номерами $\tilde{K} = \{k_i, i = \overline{1, m}\}$. Тоді для матриці рангів вводяться поняття середнього рангу a і варіації S щодо цього середнього, а саме:

$$a = \frac{1}{2} m(n+1), \quad (7)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_i^{k_j} - a \right)^2. \quad (8)$$

Очевидно, що при повній узгодженості ранжувань $S \rightarrow \max$, а при повній неузгодженості $S \rightarrow \min$. При повній неузгодженості ранжувань сума S буде дорівнювати a , якщо m парне, і максимально близька до a , якщо m непарне. Максимальне значення варіації щодо середнього становить

$$S_{\max} = \frac{1}{12} m^2(n^3 - n). \quad (9)$$

Коефіцієнт конкордації за відсутності зв'язних рангів обчислюється за формулою:

$$K_{\text{кон}} = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}. \quad (10)$$

Обчислення значення коефіцієнта конкордації за наявності зв'язаних рангів здійснюється за дещо складнішою формулою:

$$K_{\text{кон}} = \frac{S}{\frac{m^2(n^3 - n)}{12} - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (11)$$

$$\text{де } T_j = \frac{1}{12} \sum_{\gamma=1}^{\ell} (t_{\gamma}^3 - t_{\gamma}), \quad j = \overline{1, m}, \quad (12)$$

де T_j – поправний коефіцієнт для j -ої змінної. Він обчислюється за всіма l "випадками" нерозрізненості об'єктів, при цьому t_{γ} – кількість нерозрізнених об'єктів одного "випадку". Якщо зв'язані ранги відсутні, то поправний коефіцієнт дорівнює нулю.

Етап 4. За умови узгодженості думок експертів отримані на етапі 3 дані використовуються для обчислення вагового коефіцієнта впливу дисципліни на процес формування відповідної компетенції під час реалізації освітнього проекту. При розрахунках цієї характеристики використовується правило Фішборна [18].

Якщо система показників проранжована в порядку зменшення їх значущості, то значущість i -го показника (r_i) визначається за правилом Фішборна. Застосування цього правила для обчислення ступеня впливу дисциплін пояснюється відсутністю будь-якої іншої інформації про ступінь значущості дисципліни, окрім тієї, яка отримана після виконання процедури ранжування.

Відповідно до правила Фішборна, якщо на множині розглянутих характеристик (в цьому випадку дисциплін, які формують компетенцію під час реалізації освітнього проекту), кількість яких становить N , встановлені відношення нестрогої переваги $r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_N$, то значущість n -ої дисципліни визначається із такого співвідношення:

$$r_n = \frac{2(N - n + 1)}{(N + 1) \cdot N}, \quad n = \overline{1, N}, \quad (13)$$

де N – загальна кількість дисциплін.

Правило Фішборна відображає той факт, що про рівень значущості показників невідомо нічого, окрім порядку зменшення значущості. Тоді оцінка (13) відповідає максимуму ентропії наявної інформаційної невизначеності про об'єкт дослідження, тобто дає змогу приймати найкращі оцінювальні рішення в найгіршій інформаційній обстановці.

Застосування правила Фішборна дає змогу обчислити вагові коефіцієнти впливу дисциплін на процес формування компетенції під час реалізації освітнього проекту, за допомогою яких будуються відповідні матриці вагових коефіцієнтів. Внаслідок оброблення отриманих даних, матриця $\overline{\overline{W}}$ перетвориться в матрицю $\overline{\overline{R}}$, що містить рівні впливу дисциплін на процес формування компетенції, тобто:

$$\overline{\overline{R}} = \left[\overline{\overline{R}}_t = \left[r_{tl} = f(d_t^k, d_{tl}^{\phi}), \quad l = \overline{1, n_t} \right], \quad t = \overline{1, T} \right], \quad (14)$$

де: r_{tl} – рівні впливу t -ої дисципліни (d_t^k) на l -ту компетенцію (k_l), причому

$$\sum_{l=1}^{n_t} r_{tl} = 1, \quad t = \overline{1, T} \quad (15)$$

Відповідно матриця $\overline{\overline{V}}$ перетвориться в матрицю $\overline{\overline{Q}}$, що містить рівні впливу базових дисциплін на компетентнісну дисципліну,

$$\overline{\overline{Q}} = \left[\overline{\overline{Q}}_i = \left[q(d_i^{\phi}, d_j^k), \quad j = \overline{1, m} \right] \quad i = \overline{1, m} \right], \quad (16)$$

де q_{ij} – ступінь впливу базової дисципліни (d_i^{ϕ}) на j -ту компетентнісну дисципліну (d_j^k) причому

$$\sum_{j=1}^m q_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, m}. \quad (17)$$

Нижче наведено приклад оброблення експертних даних для компетенції КЗП-2 (табл. 2-3) із ГСВОУ під час реалізації освітнього проекту для напряму підготовки "Управління інформаційною безпекою" освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр. Повний перелік компетенцій з цього ГСВО України в галузі ІБ наведено в ОКХ [17].

Перед експертами було поставлене завдання методом нестрогого ранжування розставити дисципліни за ступенем важливості їх впливу на процес формування компетенції КЗП-2 – базові уявлення про поняття інформації та інформаційних відносин, систему й рівні інформаційного забезпечення управлінської діяльності.

Таблиця 2

Присвоювання дисциплінам рангів

Експерти	Дисципліни, що формують компетенцію КЗП-2							
	Культурологія	Філософія	Економічна теорія	Політологія	БЖД	Менеджмент ІБ	СОДТ	ЗІБД
1	3	3	2	2	3	1	2	2
2	4	4	2	2	2	1	2	2
3	4	4	2	3	3	1	2	2
4	3	3	3	2	3	2	1	1
5	4	4	3	2	2	2	2	2
6	3	3	3	3	2	2	1	2
7	4	4	2	2	2	2	2	2
8	4	4	3	3	3	1	2	1
9	3	3	2	3	2	2	1	1
10	4	4	3	3	3	1	1	2

Таблиця 3

Стандартизовані ранги

Експерти	Дисципліни, що формують компетенцію КЗП-2								
	Культурологія	Філософія	Економічна теорія	Політологія	БЖД	Менеджмент ІБ	СОДТ	ЗІБД	$\sum_{j=1}^{10} T_j$
1	7	7	3,5	3,5	7	1	3,5	3,5	84
2	7,5	7,5	4	4	4	1	4	4	126
3	7,5	7,5	3	5,5	5,5	1	3	3	36
4	6,5	6,5	6,5	3,5	6,5	3,5	1,5	1,5	72
5	7,5	7,5	6	3	3	3	3	3	126
6	6,5	6,5	6,5	6,5	3	3	1	3	84
7	7,5	7,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	216
8	7,5	7,5	5	5	5	1,5	3	1,5	36
9	7	7	4	7	4	4	1,5	1,5	54
10	7,5	7,5	5	5	5	1,5	1,5	3	36
$\sum_{i=1}^8$	72	72	47	46,5	46,5	23	25,5	27,5	870

Середній ранг $a=20$

Варіація щодо середнього $S=270,5$

$$K_{\text{кон}} = \frac{270,5}{\frac{1}{12} \cdot 8^2(4^3 - 4) - 8 \cdot 3,5} = 0,69166$$

Думки експертів узгодженні, отже можна переходити до обчислення вагових коефіцієнтів впливу дисциплін на процес формування компетенції КЗП-2 за правилом Фішборна. Отримані рівні наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Вагові коефіцієнти

Ранги дисциплін	Дисципліни, що безпосередньо формує КЗП-2	Ваговий коефіцієнт, розрахований за правилом Фішборна
1	Менеджмент ІБ	0,222
2	СОДГ	0,194
3	ЗІБД	0,166
4	Економічна теорія	0,138
5	БЖД.	0,111
6	Політологія	0,08
7	Культурологія	0,05
8	Філософія	0,02

У такий спосіб зазначені етапи формування потрібних даних утворюють алгоритм отримання та оброблення експертних даних, потрібних для побудови когнітивної моделі компетенції під час реалізації освітнього проекту підготовки фахівця в галузі ІБ (рис. 3).

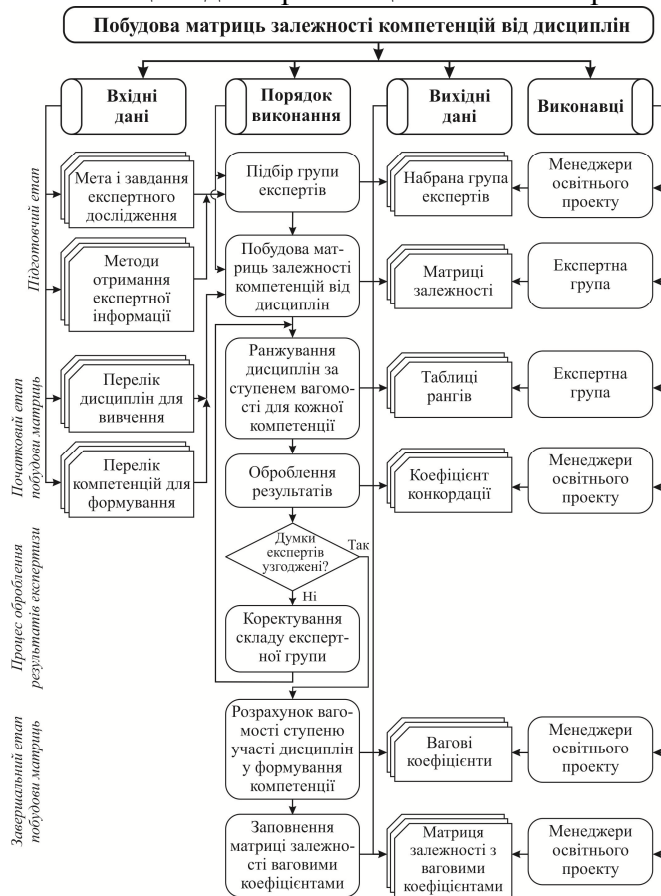


Рисунок 3 – Процедура збору та обробки вхідних даних для побудови когнітивної моделі компетенції під час реалізації освітнього проекту

Розроблену попередньо когнітивна карту компетенції (див. рис. 2) потрібно доповнити отриманими ваговими коефіцієнтами, позаяк ця карта є не що інше як когнітивною моделлю компетенції. Нехай компетенція подається у вигляді такого кортежу

$$K = \langle \tilde{D}^k, \tilde{D}^b, \bar{R}^{dk}, \bar{Q}^{kb} \rangle \quad (18)$$

де: \tilde{D}^k, \tilde{D}^b – множини дисциплін, які безпосередньо та опосередковано формують компетенцію;

$\bar{R}^{dk} = [\bar{R}_t^{dk} = [r_{ij}^{dk}, j = \overline{1, n}], t = \overline{1, T}]$ – матриця, в якій її елементи відображають ступінь впливу t -ої компетентнісної дисципліни (d_t^k) на j -ту компетенцію (k_j);

$\bar{Q}^{kb} = [\bar{Q}_t^{kb} = [q_{ij}^{kb}, j = \overline{1, n}], t = \overline{1, T}]$ – матриця, елементи якої відображають ступінь впливу j -ої базової дисципліни (d_{ij}^b) на t -ту компетентнісну дисципліну (d_t^k).

Кортеж K дає змогу подати сформовану компетенцію у вигляді орієнтованого зваженого графа $G = \langle \tilde{X}, \tilde{R} \rangle$, де:

$\tilde{X} = \langle \tilde{K}, \tilde{D}^k, \tilde{D}^b \rangle$ – множина вершин графа;

$\tilde{K} = \{k_j, j = \overline{1, n}\}$ – множина компетенцій;

$\tilde{D}^k = \{d_j^k, j = \overline{1, n^k}\}$ – множина дисциплін,

що безпосередньо впливають на компетенцію; $\tilde{D}^b = \{d_j^b, j = \overline{1, n^b}\}$ – множина дисциплін, що

опосередковано впливають на компетенцію; $\tilde{R} = \{r_j, j = \overline{1, n}\}$ – множина ребер, що з'єднують дисципліни з компетенцією та дисципліни між собою (рис. 4).

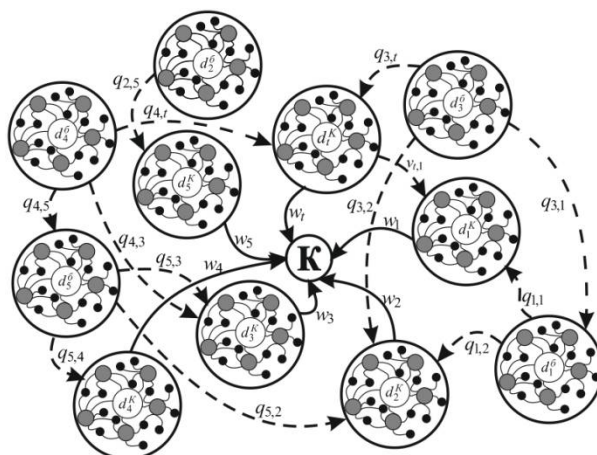


Рисунок 4 – Графова модель компетенції

Отже за допомогою експертних оцінок, а також із застосуванням методів їх обробки отримано модель компетенції, представлену у вигляді орієнтованого зваженого графа (рис. 4). Ця модель як безпосередньо, так і опосередковано відображає вплив дисциплін на процес формування компетенції під час реалізації освітнього проекту. Ступінь впливу відображається у вигляді ваг на відповідних дугах отриманої моделі.

Висновок. Побудована когнітивна модель компетенції у вигляді орієнтованого зваженого графа на основі експертних оцінок, дала можливість виявити особливості переліку дисциплін, які прямо чи побічно формують компетенцію під час реалізації освітнього проекту підготовки фахівця в галузі ІБ. Ця модель дає змогу уникнути вилучення із навчального процесу дисциплін, без яких процес формування компетенції під час реалізації освітнього проекту буде неповним. Водночас, вона дає змогу унеможливити залучення дисциплін, з якими формування компетенції буде зайвим. Застосування графових методів до моделі компетенції, таких як обхід графа в ширину, а також у глибину, дає змогу отримати послідовність вивчення дисциплін і може слугувати одним з компонентів АСУ процесом навчання у ВНЗ особливими умовами навчання в частині формування навчальних планів освітнього проекту для різних курсів у межах напрямку підготовки та спеціальності.

Список літератури:

1. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики / Айвазян С.А., Мхитарян В.С. – М. : ЮНИТИ, 1998. – 438 с.
2. Антонов А.В. Системный анализ : [Учеб. для вузов] / А.В. Антонов. – М. : Высш. шк., 2004. – 454 с.
3. Браунли К.А. Статистическая теория и методология в науке и технике / [К.А. Браунли] ; под ред. Л.Н. Большева. – М. : Наука 1977. – 407 с.
4. Грицюк Ю.І. Проблеми захисту інформації у структурних підрозділах МНС України / Грицюк Ю.І., Рак Т.Є. // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.12. – С. 330-346.
5. Дронова И.В. Моделирование прогнозов при управлении учебными проектами // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2003. – № 8 (8). – С. 43-46.
6. Згуровський М.З. Основи системного аналізу / Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. // Підручник – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 544 с.: іл.

7. **Максимов В.А.** Когнитивные технологии – от незнания к пониманию (Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций) / В.А. Максимов // Материалы 1-й Международной конференции в 3-х томах. Том 1. – М. : ИЛУ РАН, 2001, – 68 с.
8. **Меркушева І.В.** Структура інформаційних взаємодій в системах розподіленого управління проектами / І.В. Меркушева, Н.Ю. Тесля // Збірник наукових праць «Управління розвитком складних систем». – Київ, 2011.– №6. – С. 47–50.
9. **Мирошников Б.Н.** Борьба с киберпреступлениями – одна из составляющих информационной безопасности Российской Федерации / Б.Н. Мирошников. [Электронный ресурс]. – Доступен с <http://www.crime-research.org/library/Miros1.html>
10. **Ноздріна Л.В.** Досвід передумов запровадження інноваційних освітніх проектів у ВНЗ / Ноздріна Л.В., Полотай О.І. // Общие проблемы, е-образования в высших учебных заведениях: матер. Междунар. науч.-практ. конф. INCEL-08. – 2008. – № ТУ: "KhPI". – С. 1- 6.
11. **Пашенко Ф.Ф.** Когнитивный подход к задаче моделирования / Пашенко Ф.Ф., Дургарян И.С. // Труды 2-й Международной конференции в 2-х томах. Том 2. – М. : ИПУ РАН, 2002. – С. 67-73.
12. **Редченко К.І.** Аудит стратегічних управлінських рішень, прогнозів та проектів. – Львів : Вид-во ЛКА, 2001. – 402 с.
13. **Сташевський З.П.** Аналіз джерел загроз інформаційним системам на етапі ініціації проекту / Сташевський З.П., Грицюк Ю.І. // Вісник ЛДУ БЖД : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2013. – № 8. – С. 67-74.
14. **Тесленко П.А.** Гармоничное управление проектами / П.А. Тесленко // Гармоничное развитие систем – третий путь человечества: Коллективная монография по материалам трудов 1-го Международного конгресса, Одесса, 8 – 10 октября 2011г. Под ред. Э.М. Сороко, Т.И. Егоровой-Гудковой. – Одесса: Институт креативных технологий, 2011. – С. 375-380.
15. **Тесленко П.А.** Эволюционная теория и синергетика в управлении проектами / П.А.Тесленко // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля. – 2010. – № 4(36). – С. 38 – 44.
16. **Фёдоров И.П.** Принятие решений на основе нечётких моделей: примеры использования / И.П. Фёдоров, А.Н. Борисов, О.А. Крумберг. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с.
17. **ГСВО МОНУ.** Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра напряму підготовки 6.170103 «Управління інформаційною безпекою». – Вид. офіц. тимчас. – К., 2010. – 115 с.
18. **Fishburn P.** Utility Theory for Decision-Making. – N.Y., Wiley, 1970. – P. 243

References:

1. **Ayvazyan, S.A., & Mkhytaryan, V.S.** (1998). *Applied Statistics and Fundamentals econometrics*. Moscow: Unity (in Russ.)
2. **Antonov, A.V.** (2004). *System analysis (Proc. for high schools)*. Moscow: Executive (in Russ.)
3. **Braunly, K.A.** (1977). *Statistical theory and methodology in science and engineering*. In L.N. Bol'sheva (Ed). Moscow: Science (in Russ.)
4. **Gritsyuk, Yu.I., & Rak, T.E.** (2011). *Problems of information in structural subdivisions Ministry of Ukraine (Scientific Bulletin of National Forestry University of Ukraine: Sat. scientific-technical. Works)*. Lviv: ICD National Forestry University of Ukraine (In Ukr)
5. **Dronova, I.V** (2003). *Modeling predictions in the management of educational projects (Aviation kocmichna engineering and technology)*.
6. **Zgurovskiy, M.Z., & Pankratova, N.D.** (2007) *Fundamentals of systems analysis (Tutorial)*. VNV Publishing Group

7. **Maksimov, V.A.** (2001). *Cognitive technologies - from ignorance to understanding (cognitive analysis and development management situations) (Proceedings of the 1st International Conference in 3 volumes. Volume 1)*. Moscow: ILU Academy of Sciences (In Russ.)
8. **Merkusheva, I.V.**, & Teslia N.Y. (2011). *Structure information interactions in systems of distributed project management*. Kyiv: Management of criomplex systems.
9. **Miroshnikov, B.N.** *The fight against cybercrime - one of the components of the information security of the Russian Federation*. Retrieved from <http://www.crime-research.org/library/Miros1.html>
10. **Nozdrina, L.**, Polotay, O. (2008). *Experience of the preconditions of the innovative projects at universities (Common problems of e-Learning in higher education: Mater. Intern. scientific-practical. conf. INCEL-08)*. Kharkiv: KhPI (In Russ.)
11. **Pasenco, F.F.**, & Durgaryan, I.S. (2002). *Cognitive approach to the problem of modeling (Proceedings of the 2nd International Conference in 2 vols. Volume 2.)*. Moscow.: Institute of Control Sciences (in Russ.)
12. **Redchenko, K.I.** (2001). *Audit of strategic management decisions, forecasts, and projects*. Lviv: Type of LKA (In Ukr.)
13. **Stashevskiy, Z.P.**, & Gritsyuk, Yu.I. (2013). *Analysis of the sources of threat information systems at the stage of project initiation (Journal of LSU BC: Coll. sciences. Works)*.Lviv: Type of LSU BC.
14. **Teslenko, P.**, & Soroko E.M. et al. (2011). *Harmonious project management (Harmonious development systems - the third way of mankind: Collective monograph based on the works of the 1st International Congress)*. Odessa: Institute for Creative Technologies (In Russ.)
15. **Teslenko, P.** (2010). *Evolutionary theory and synergy in project management. Project management and development of production (Project management and production development: Scientific Papers)*. Luhansk: NUS IM. V.Dalja (In Russ.)
16. **Fedorov, I.P.**, & Borisov, A.N. et al. (1990) *Decision-making based on fuzzy models: examples*. Riga: Zinatne (In Russ.)
17. **Industry Standard of Higher Education, Ministry of Education and Science of Ukraine** (2010). *Industry standard of higher education in Ukraine. Educational Qualifications Bachelor characteristic field of study 6.170103 "Management of Information Security"*. Kyiv: Ed. off. Temporary (In. Ukr.)
18. **Fishbum, P.** (1970). *Utility Theory for Decision-Making*. New York: Wiley.

