

В.В. Браткевич

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Харків

ФОРМАЛІЗАЦІЯ SWOT-ПРОЦЕДУРИ ВИБОРУ МОДЕЛІ ДУАЛЬНОГО НАВЧАННЯ

Виконано аналіз складових SWOT - процедури кількісного обґрунтування рішення щодо вибору альтернативних варіантів моделі дуального навчання і запропонована покрокова методика її формалізації. Виклад методики орієнтовано на її впровадження на кафедрі комп'ютерних систем і технологій Харківського національного економічного університету ім. С. Кузнеця з метою підтримки навчального процесу при викладанні дисциплін, пов'язаних з інформаційними комп'ютерними технологіями. Розглянуто критерії оцінки категорій SWOT-процедури, які впливають на вибір моделі дуального навчання. Виконано аналіз альтернативних варіантів сучасних моделей впровадження дуального навчання. Запропоновано ієрархічну модель вибору альтернативних варіантів дуального навчання на базі SWOT - процедури. Розглянуто приклад уявлення критеріїв у формі багатозв'язного орієнтованого графа і алгоритм побудови на його основі відповідної рангової моделі. Наведено покрокову процедуру розрахунку локальних і глобальних пріоритетів кластерів і вузлів ієрархічної моделі, яка включає наступні кроки: формування загальної моделі для оцінки категорій якості SWOT-моделі; формування матриць парних порівнянь впливу кожної з категорій SWOT-моделі на вибір варіанта дуального навчання; розрахунок локального впливу критеріїв кластерів категорій на, відповідно: сильні сторони; можливості; слабкі сторони і ризики впровадження моделі дуального навчання; розрахунок локального впливу успішності впровадження критеріїв кластерів SWOT-категорій в альтернативних варіантах моделей дуального навчання; розрахунок глобальних пріоритетів альтернативних варіантів впровадження дуального навчання на базі SWOT - процедури.

Ключові слова: SWOT-процедура, інформаційні технології, дуальне навчання, моделі, ієрархія, алгоритми, методика.

Вступ

Постановка проблеми. Дуальне навчання знаходить все більше поширення серед провідних вузів України. Офіційно експеримент по його впровадженню почався ще в 2015 році і кабмін України затвердив концепцію дуального навчання (ДН) [1], згідно якої близько третини від кількості закладів, підпорядкованих МОН, знаходяться в стадії її впровадження. Такий подвійний підхід має на увазі отримання теорії у вузі за партою, а проходження практики – на робочому місці. Таким чином студенти отримують практичні навички і досвід, роботодавець – готового фахівця.

Німецька модель дуального навчання [2] є однією з найуспішніших в світі, тому Україна переймає цей досвід і поширює успішні практики (варіанти дуальних моделей) серед провідних вузів і закладів професійної освіти. Однак умови, в яких здійснюється освітня діяльність в Україні має багато особливостей [3], які характерні для вітчизняних вузів, і не дозволяють в повній мірі дублювати німецький досвід. Своєчасний облік цих особливостей, особливо на початковому етапі впровадження дуального навчання, є запорукою успішного переходу освітнього закладу на сучасну форму організа-

ції навчального процесу. Тому вельми актуальною є проблема не тільки якісного, а й кількісного обґрунтування вибору дуальної моделі навчання, яка буде визначати подальшу стратегію розвитку вузу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вибір варіанту моделі дуальної стратегії навчання, яка найбільш повно враховує специфіку конкретного вузу не є тривіальним, так як залежить від безлічі, часто суперечливих внутрішніх і зовнішніх факторів. Тому цілком природно залучати для вирішення цієї проблеми SWOT-аналіз – метод стратегічного планування, що полягає у виявленні факторів впливу внутрішнього і зовнішнього середовища вузу на поточну проблему за чотирма категоріями: S – strength (сильні сторони); W – weakness (слабкі сторони); O – opportunities (можливості); T – threats (загрози).

В даний час SWOT-аналіз широко застосовується для вирішення стратегічних завдань як в бізнесі [4], так і в педагогіці [5]. Як правило, результати SWOT-аналізу надаються якісно [4] або, значно рідше – у вигляді кількісних оцінок [6]. Діапазон зміни кількісних оцінок багато в чому залежить від вибору бальних шкал оцінювання та відповідного складу експертної групи.

В роботі [7] для прийняття педагогічних рішень

пропонується використовувати уніфіковану “шкалу Саати”, яка лежить в основі методу аналізу ієрархій (МАІ) та успішно використовується для вирішення практичних завдань в різноманітних наочних галузях. В якості педагогічного рішення автори розглядають покроковий приклад розрахунку вибору варіанта освітньої технології.

Приклад поєднання SWOT-аналізу із методом аналізу ієрархій наведено в роботі [8], де автори використовують МАІ для отримання кількісних оцінок результату SWOT-аналізу стратегічних альтернатив впровадження інфраструктури віртуальних робочих столів. Однак, для автоматизованого розрахунку відповідних коефіцієнтів МАІ та стратегічних альтернатив використано практично недоступний власний програмний продукт і питання дуального навчання авторами не розглядалось.

Таким чином, в даний час SWOT - аналіз щодо впровадження дуальної освіти в вузі здійснюється, як правило, на якісному рівні, а у відомих роботах кількісна оцінка SWOT-альтернатив виконується або з використанням найпростіших 2–3 елементних шкал порівняння, причому розрахунки виконуються або “вручну”, або з використанням індивідуальних програмних продуктів і орієнтовані вони, в основному, на бізнес проекти.

Мета статті. Метою дослідження є формалізація SWOT-процедури кількісного обґрунтування рішення щодо вибору одного з альтернативних варіантів моделі дуального навчання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішувати наступні завдання:

- сформулювати узагальнений перелік критеріїв, які впливають на вибір моделі ДН, і характеризують внутрішні і зовнішні умови освітнього закладу;
- надати критерії у вигляді чотирьох складових (сильні сторони; слабкі сторони; можливості; загрози) процедури SWOT-аналізу;
- сформулювати перелік альтернативних варіантів моделей можливого впровадження дуального навчання;
- розробити ієрархічну модель вибору варіантів ДН і сформулювати типові питання до експертів для заповнення відповідних матриць попарних порівнянь;
- виконати розрахунки глобальних пріоритетів для альтернативних варіантів моделей дуального навчання.

Методика формалізації SWOT-процедури вибору моделі дуального навчання

Методика орієнтована на її запровадження в Харківському національному економічному університеті імені Семена Кузнеця з метою підтримки учбового процесу кафедри комп’ютерних систем і технологій при викладанні дисциплін, що пов’язані з

інформаційними комп’ютерними технологіями.

Етап 1. Формування переліку SWOT-критеріїв, які впливають на вибір моделі дуального навчання.

Перелік критеріїв обґрунтування моделі ДН можна розділити на дві групи: загальні для всіх освітніх установ і приватні, які специфічні для конкретного вузу або організації. Надалі для узагальнення методики обмежимося загальними критеріями, які характеризують кожен із складових SWOT-процедури і досить детально розглянуті в роботах [9–10].

Нижче подано перелік узагальнених (щодо середовища вузу) SWOT-критеріїв, від яких залежить вибір моделі ДН.

Внутрішнє середовище.

1. Сильні сторони (Strengths).

1.1. Кадрове забезпечення навчального процесу (КЗ).

1.2. Відповідність змісту навчальних програм підготовки кваліфікованих робітників потребам виробництва (ВЗНП).

1.3. Відповідність змісту навчальних програм вимогам роботодавців.

1.4. Відповідність особливостям регіонального ринку праці (ВВР).

1.5. Гнучкість і варіативність навчальних програм (ГВНП).

1.6. Участь роботодавців в організації навчального процесу (УРВНП).

1.7. Підвищення мотивації до навчання (ПМН).

2. Слабкі сторони (Weaknesses).

2.1. Недостатність фінансування на оновлення матеріально-технічної бази (НФ).

2.2. Відсутність ефективної системи стимулювання учасників експериментальної роботи (ВССтим).

Зовнішнє середовище.

3. Можливості (Opportunities).

3.1. Використання інноваційних виробничих технологій (ВІТ).

3.2. Стажування педагогічних працівників на промислових підприємствах. (Стаж).

3.3. Зменшення терміну адаптації випускника до умов виробництва (ЗменТА).

4. Загрози (Threats).

4.1. Відсутність довгострокового моніторингу ринку праці (ВідДМ).

4.2. Можливість припинення діяльності підприємств-учасників експерименту (ПД).

4.3. Міграційні процеси, що зменшують можливість аналізу закріплення випускників на підприємствах, де вони проходили професійно-практичну підготовку (МП).

Етап 2. Формування переліку альтернативних варіантів моделей впровадження дуального навчання.

У загальному випадку моделі професійної підготовки поділяють на дві групи [2]: модель професійної підготовки; модель дуальної системи професійної підготовки.

В моделях першої групи реалізація педагогічних технологій здійснюється в рамках навчальної та виробничої практики. Для неї характерно розвивальне навчання, та механізм залучення студентів до різних видів діяльності. Тобто навчальний процес орієнтовано на потенційні можливості людини, де широко впроваджуються методи індивідуального навчання.

В моделях другої групи реалізація педагогічних технологій здійснюється в рамках паралельного навчання в освітній установі і на виробництві. Для неї характерно модульне навчання, механізм забезпечення гнучкості, пристосування його до індивідуальних потреб особистості та рівнем її базової підготовки.

У німецьких університетах розрізняють три усталені дуальні моделі [2].

Модель 1 (ausbildungsintegrierend). Вища освіта інтегрована з професійною освітою. Модель містить в собі класичну вищу освіту з практичною професійною, причому перелік освітніх спеціальностей стандартизований. Умовою навчання за цією моделлю є, як правило, атестат про середню або середню фахову освіту, а також угода з підприємством.

Модель 2 (berufsintegrierend). Вища освіта також інтегрована з професійною діяльністю, але ця модель розрахована у першу чергу на тих, хто має завершену професійну освіту або багаторічний досвід роботи за будь якою спеціальністю. Навчання припускає продовження професійної діяльності, якщо вона змістовно пов'язана з напрямком навчання. Ця модель освіти доступна без атестата про середню або середню фахову освіту, але обов'язковою є тристороння угода між університетом, студентом і підприємством.

Модель 3 (praxisintegrierend). Вища освіта інтегрована з виробничою практикою. Ця модель освіти передбачає проходження тривалої практики на підприємстві. Умовою прийому на цю модель освіти є атестат про середню або середню фахову освіту.

Стандартна модель вищої дуальної освіти в Німеччині передбачає, що практичні знання й навички (75-80 % загального обсягу навчального часу) здобуваються на підприємстві. Навчальний заклад дає необхідні теоретичні й основні практичні знання (20-25% часу). Модель передбачає проходження тривалої практики на підприємстві.

Надалі обмежимося в якості альтернатив саме цими моделями, які набули широкого поширення в Німеччині. Очевидно, що для конкретного вузу опис і склад альтернативних варіантів може бути розширено з урахуванням специфіки закладу освіти.

Етап 3. Формування ієрархічної моделі вибору альтернативних варіантів дуального навчання на базі SWOT-процедури.

З урахування попередніх етапів, ієрархічна модель вибору альтернативних варіантів дуального навчання на базі SWOT-процедури наведена на рис. 1.

Перелік критеріїв по кожній зі складових SWOT-процедури може бути досить великим і тому виникає проблема виділення серед них найбільш значущих, що спрощує подальшу роботу з експертами і скорочує обсяг обчислювальних робіт.

Для цієї мети пропонується безліч критеріїв, що аналізується, надати у вигляді рангової моделі, або "системи з рівнями" [11], кожен рівень якої співвідноситься зі ступенем впливу одного або декількох критеріїв поточного рангу на інтегральну оцінку складової SWOT-процедури.

В якості прикладу розглянемо основні кроки алгоритму побудови рангової моделі семи елементної безлічі критеріїв (Strengths) $\langle 1.1; 1.2; \dots 1.7 \rangle$ (див. виконання етапу 1), які характеризують сильні сторони результату впровадження дуального навчання.

Крок 1. Уявлення критеріїв в формі багато зв'язного орієнтованого графа.

Початковий граф створюється на підставі наступного діалогу з експертом:

– питання 1. Чи є взаємозв'язок між поточною парою критеріїв? Якщо відповідь "так", то відповідна пара з'єднується лінією;

– питання 2. Який з критеріїв є більш важливим (домінуючим)? Зазначений критерій позначається стрілкою, яка на нього вказує.

Наприклад, питання 1: чи є взаємозв'язок між критеріями 1.1. "Кадрове забезпечення навчального процесу (КЗ)" та 1.2. "Відповідність змісту навчальних програм підготовки кваліфікованих робітників потребам виробництва (ВЗНП)" із боку оцінювання сильних сторін впровадження професійної освіти? Якщо експерт відповідає "так", - критерії з'єднуються лінією. Питання 2: який із критеріїв здійснює більший вплив на сильні сторони впровадження професійної освіти? Якщо експерт вказує на критерій 1.2, то к раніш намальованої лінії додається стрілка, яка спрямована в бік обраного критерію (рис. 2).

Крок 2. Побудова матриці досяжності.

Матриця досяжності визначається як бінарна матриця, в якій елементами є одиниці, якщо вершина графа будь-яким шляхом досяжна з іншої вершини, в іншому випадку елементи її – нулі. В роботі [11] надана формальна процедура її визначення:

$$ВП(h_i) = ДВ(h_i) \cap ВП(h_i), \quad (1)$$

згідно з якою на базі матриці B формується бінарна матриця $(I + B)$, де I – одинична матриця. Показано,

що існує найменше ціле k , при якому кожен елемент матриці $(I+B)^{k-1}$ менше відповідного елемента матриці $(I+B)^k$ або дорівнює йому, а відповідні елементи матриць $(I+B)^k$ і $(I+B)^{k+1}$ рівні. Матриця в правій частині виразу (1) називається матрицею досяжності.

Крок 3. Аналіз матриці досяжності і побудова на його основі системи з рівнями (рангової моделі).

Використання матриці досяжності дозволяє розділити поточну безліч вершин $H = \langle h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7 \rangle$ на рівні, а також розділити кожен рівень на відповідні підмножини.

Таким чином, з безлічі вершин H можна виділити два види множин:

– $ДВ(h_i)$ досяжні вершини – безліч вершин, яких можна досягти з вершини h_i ;

– вершини попередниці: $ВП(h_i)$ – безліч вершин, з яких можна досягти вершину h_i .

Безліч тих вершин h_i , для яких виконується

$$F_i = W_i^B P_B + W_i^O P_O + W_i^C (1 - P_C) + W_i^R (1 - P_R), \quad (11)$$

що не можуть бути досяжним з будь-якої з решти вершин H визначаються як рівень ієрархії.

Для побудови всіх рівнів необхідно, згідно [11], застосувати наступну ітераційну процедуру.

1. Сформувати таблицю з елементами, яка має такі стовбці: $h_i, ДВ(h_i), ВП(h_i), ДВ(h_i) \cap ВП(h_i)$.

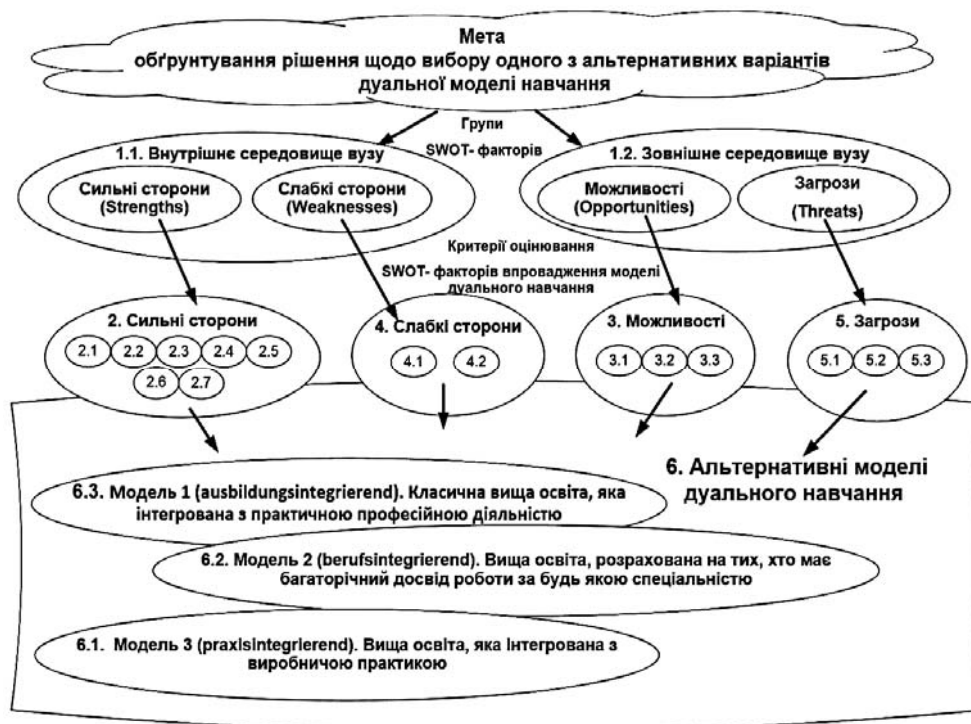


Рис. 1. Ієрархічна модель вибору альтернативних варіантів дуального навчання на базі SWOT – процедури
Джерело: розроблено автором.

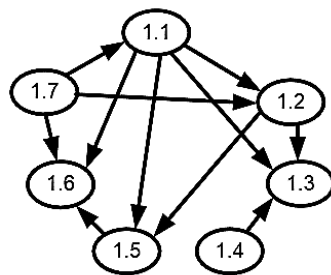


Рис. 2. Орієнтований граф взаємозв'язків критеріїв, які характеризують сильні сторони результату впровадження дуального навчання
Джерело: розроблено автором.

2. В таблиці знайти безліч елементів – критеріїв, що задовольняють умові: $ВП(h_i) = ДВ(h_i) \cap ВП(h_i)$.

Ці елементи утворюють безліч критеріїв першого (молодшого) рівня рангової моделі.

3. Викреслити поточну безліч з таблиці і застосувати другий (ітераційний) крок.

Більш детально наведені кроки розглянути в роботі [12].

Кінцевий результат побудови рангової моделі для прикладу, що розглядається, наведено на рис. 3.

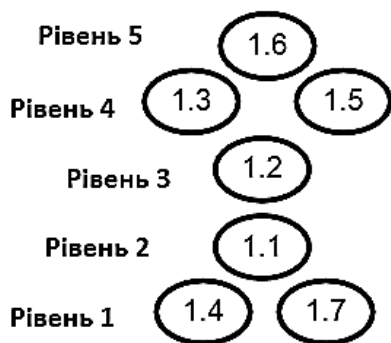


Рис. 3. Рангова модель критеріїв, які характеризують сильні сторони результату впровадження дуального навчання
Джерело: розроблено автором.

Надалі, з метою спрощення ієрархічної моделі (рис. 1), для опису сильних сторін дуального навчання обмежимося трьома критеріями: одним критерієм п'ятого рівня (1.6. “Участь роботодавців в організації навчального процесу (УРвНП)”) і двома – четвертого (1.3. “Відповідність змісту навчальних програм вимогам роботодавців”, 1.5. “Гнучкість і варіативність навчальних програм (ГВНП)”).

Етап 4. Розрахунок локальних і глобальних пріоритетів кластерів і вузлів ієрархічної моделі.

Виконання даного етапу здійснюється на базі методу аналізу ієрархій, математичний апарат якого досить добре зарекомендував себе в багатьох наукових галузях. Відповідні розрахункові формули та особливості їх застосування досить докладно розглянуті в роботі [11].

В якості інструментальної бази для розроблення програмної реалізації ієрархічної моделі обрано спеціалізований пакет SuperDecisions. Його математичну основу становить метод аналізу систем (MAC) – систем із зворотними зв'язками, який є логічним розвитком методу аналізу ієрархій, і тому дозволяє в майбутньому перетворювати ієрархічну модель, що розглядається, в холархічну модель. Практична реалізація ієрархічної моделі в середовищі SuperDecisions виконувалась наступним чином.

Крок 1. Формування загальної моделі для оцінювання категорій якості SWOT-моделі.

У програмному середовищі SuperDecisions ієрархічна SWOT модель (рис. 1) розбивається на компоненти, кожен з яких співвідноситься з одною з складових SWOT-процедури.

На рис. 4 наведено загальний інтерфейс SWOT моделі. Між прийнятими в програмному середовищі SuperDecisions позначеннями категорій моделі та найменуванням чотирьох складових SWOT-процедури є наступна відповідність: сильні сторони (Strengths) – Benefits; слабкі сторони (Weaknesses) – Costs; можливості (Opportunities) – Opportunities; загрози (Threats) – Risks.



Рис. 4. Загальний інтерфейс SWOT- моделі (середовище SuperDecisions)
Джерело: розроблено автором.

Крок 2. Формування матриць парних порівнянь впливу кожної з категорій SWOT-моделі на вибір варіанту дуального навчання.

В якості експертів для заповнення клітин матриці були залучені викладачі кафедри комп'ютерних систем і технологій Харківського національного економічного університету ім. С. Кузнеця та працівники підприємств, на який студенти проходять практичну частину навчання.

У процесі формування поточної матриці парних порівнянь експерту надають питання відносно оцінювання домінування кожної з порівнювальних пар категорій загального інтерфейсу на вибір варіанту дуального навчання. У якості відповіді експерт повинен на основі свого досвіду вибрати із порівняльної шкали Сааті [11] одну з дев'яти можливих відповідей (від 1 до 9), після чого заповнюється відповідна клітина матриці.

На рис. 5 наведена матриця парних порівнянь категорій загального інтерфейсу SWOT моделі та відповідний результат розрахунку проміжних (локальних) вагових коефіцієнтів (рис. 6).

Inconsistency	COSTS. Сла~	OPPORTUNIT~	RISKS. Заг~
BENEFITS. ~	← 1	← 1	
COSTS. Сла~		← 2	← 1
OPPORTUNIT~			← 1

Рис. 5. Матриця парних порівнянь категорій загального інтерфейсу SWOT моделі
Джерело: розроблено автором.

Inconsistency: 0.02271		
BENEFITS. Сл~		0.24627
COSTS. Сл~		0.29788
OPPORTUNI~		0.20959
RISKS. За~		0.24627

Рис. 6. Локальні вагові коефіцієнти категорій загального інтерфейсу SWOT моделі (середовище SuperDecisions)
Джерело: розроблено автором.

Згідно матриці, експерт дав незначну перевагу

(2 бали) вартісним витратам результату впровадження дуального навчання у порівнянні із сильними сторонами впровадження ДН. Вплив інших компонент SWOT – процедури, на думку експерта, має рівнозначне значення (оцінка 1 бал).

Крок 3. Розрахунок впливу критеріїв кластерів компонентів 2, 3, 4 і 5 (див. рис. 1) на, відповідно: сильні сторони; можливості; слабкі сторони і ризики впровадження моделі ДН.

Надалі розглянемо розрахунок впливу критеріїв компонента Strengths – складової (сильні сторони) на мету дослідження. Приклад його уявлення в середовищі SuperDecisions надано на рис. 7.

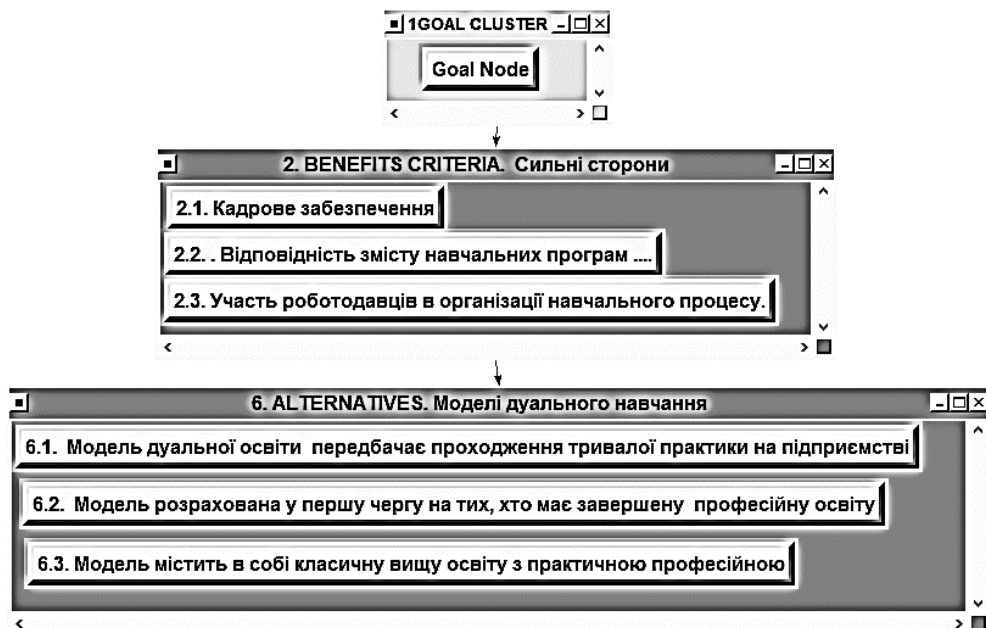


Рис. 7. Уявлення компонента Strengths – складової (сильні сторони) ієрархічної SWOT-моделі (рис. 1) в середовищі SuperDecisions

Джерело: розроблено автором.

Для кластера 2 формується матриця парних порівнянь оцінювання рівня впливу відповідних критеріїв на сильні сторони впровадження ДН. Після чого відомим способом [11], розраховуються пріоритети впливу. На рис. 8 наведено один з можливих варіантів матриці парних порівнянь для кластера 2, а на рис. 9 – пріоритети впливу.

Inconsistency	2.2. Ві~	2.3. Учас~
2.1. Кадр~	← 2	← 3
2.2. Ві~		← 1

Рис. 8. Матриця парних порівнянь оцінювання рівня впливу критеріїв кластера 2 на сильні сторони впровадження ДН

Джерело: розроблено автором.

Inconsistency: 0.01759		
2.1. Кадр~		0.54995
2.2. Ві~		0.24021
2.3. Учас~		0.20984

Рис. 9. Пріоритети впливу критеріїв кластера 2 на сильні сторони впровадження ДН

Джерело: розроблено автором.

Аналогічним чином обробляються критерії кластерів 3 і 4.

Крок 4. Розрахунок впливу успішності впровадження критеріїв кластерів 2, 3, 4 і 5 в альтернативних варіантах ДН.

В якості прикладу питань до експерту розглянемо вплив елементів кластера 2 – “BENEFITS. Сильні сторони” на вибір альтернативних варіантів дуального навчання. Оскільки кластер 2 містить три елементи, то необхідно сформувати три матриці, які

дозволяють кількісно оцінити вплив кожного з елементів на ефективність впровадження дуального навчання. Типовий приклад трьох питань заповнення однієї з них наведено нижче.

Питання. Оцініть за шкалою Сааті рівень успішності впровадження критерія 2.1 “Участь роботодавців в організації навчального процесу”:

- в моделі 1 дуального навчання в порівнянні із моделлю 2 (питання 1);
- в моделі 1 дуального навчання в порівнянні із моделлю 3 (питання 2);
- в моделі 2 дуального навчання в порівнянні із моделлю 3 (питання 3).

На рис. 10 і рис. 11 надано один з можливих (згідно відповідей експерта) результат розрахунку успішності впровадження критерія 2.1 в альтеративних варіантах ДН.

Inconsistency	6.2. Моде~	6.3. Модел~
6.1. Моде~	← 2	← 3
6.2. Моде~		← 4

Рис. 10. Матриця парних порівнянь оцінювання успішності впровадження критерія 2.1 в альтеративних варіантах ДН
Джерело: розроблено автором.

Inconsistency: 0.10370		
6.1. Мод~		0.51713
6.2. Мод~		0.35856
6.3. Моде~		0.12431

Рис. 11. Пріоритети успішності впровадження критерія 2.1 в альтеративних варіантах ДН
Джерело: розроблено автором.

Аналогічним чином були отримані результати відносно критеріїв 2.2 і 2.3, які наведені на рис. 12 і рис. 13.

Inconsistency: 0.05156		
6.1. Мод~		0.52784
6.2. Мод~		0.13965
6.3. Мод~		0.33252

Рис. 12. Пріоритети успішності впровадження критерія 2.2 в альтеративних варіантах ДН
Джерело: розроблено автором.

Inconsistency: 0.05156		
6.1. Мод~		0.59363
6.2. Мод~		0.15706
6.3. Моде~		0.24931

Рис. 13. Пріоритети успішності впровадження критерія 2.3 в альтеративних варіантах ДН
Джерело: розроблено автором.

Подібна процедура була виконана щодо всіх критеріїв кластерів компонентів 3, 4 і 5 (рис. 1). Після “послідовної згортки” [11] отриманих таким чином проміжних результатів, була сформована інтегральна оцінка сильних сторін альтернативних варіантів вибору ДН (рис. 14). В якості “інтегрованих” розуміються пріоритети BENEFITS; OPPORTUNITIES; COSTS; RISKS, які надалі використовуються в якості вагових коефіцієнтів при синтезі узагальнених (глобальних) пріоритетів альтернатив.

Модель ДН	Ideals	Normals	Raw
6.1	1.000000	0.535758	0.267879
6.2	0.492183	0.263691	0.131845
6.3	0.374333	0.200552	0.100276

Рис. 14. Інтегральна оцінка сильних сторін (Benefits) альтернативних варіантів вибору ДН
Джерело: розроблено автором.

Аналогічним чином оброблялися компоненти-категорії моделі щодо інших складових SWOT-процедури: слабкі сторони (Weaknesses) – Costs; можливості (Opportunities) – Opportunities; загрози (Threats) – Risks. На рис. 15–17 наведено отримані інтегральні результати.

Крок 5. Розрахунок глобальних пріоритетів альтернативних варіантів впровадження дуального навчання на базі SWOT – процедури.

Модель ДН	Ideals	Normals	Raw
6.1	1.000000	0.577386	0.288693
6.2	0.312846	0.180633	0.090316
6.3	0.419097	0.241981	0.120990

Рис. 15. Інтегральна оцінка можливостей (Opportunities) альтернативних варіантів вибору ДН
Джерело: розроблено автором.

Модель ДН	Ideals	Normals	Raw
6.1	1.000000	0.567710	0.283855
6.2	0.538361	0.305633	0.152817
6.3	0.223101	0.126657	0.063328

Рис. 16. Інтегральна оцінка слабких сторін (Costs) альтернативних варіантів вибору ДН
Джерело: розроблено автором.

Модель ДН	Ideals	Normals	Raw
6.1	1.000000	0.715720	0.357860
6.2	0.267093	0.191164	0.095582
6.3	0.130101	0.093116	0.046558

Рис. 17. Інтегральна оцінка загроз (RISKS) альтернативних варіантів вибору ДН
Джерело: розроблено автором.

Узагальнення пріоритетів здійснюється з урахуванням інверсії значень пріоритетів по витратах і ризиків згідно наступної формули:

$$F_i = W_i^B * P_B + W_i^O * P_O + W_i^C * (1 - P_C) + W_i^R * (1 - P_R), \quad (11)$$

де P_B, P_O, P_C, P_R – пріоритети відповідних категорій;

$W_i^B, W_i^O, W_i^C, W_i^R$ – інтегральні оцінки категорій Benefits, Opportunities, Costs, Risks впровадження альтернативних варіантів вибору ДН ($i = 1, 2, 3, 4$).

Даний спосіб узагальнення узгоджується з обчисленням пріоритетів на ієрархіях і мережах [11; 13].

Результат розрахунку наведено на рис. 18.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
6.1. Модель дуальної освіти передбачає прохо~		0.728581	0.287368	0.455853
6.2. Модель розрахована у першу чергу на тих, хт~		0.806780	0.318211	0.504780
6.3. Модель містить в собі класичну вищу освіт~		1.000000	0.394421	0.625672

Рис. 18. Глобальні пріоритети альтернативних варіантів впровадження дуального навчання на базі SWOT – процедури
Джерело: розроблено автором.

З рис. 18 витікає, що з урахуванням важливості всіх категорій найбільш доцільним буде вибір моделі 6.3, яка містить в собі вищу освіта, що інтегрована з виробничою практикою [13–14]. З другого боку модель 6.1, де вища освіта інтегрована з професійною освітою має найбільший пріоритет з боку сильних сторін та можливостей, але її впровадження має найбільші слабкі сторони і ризики.

Висновки

Проведено загальний аналіз складових SWOT-процедури кількісного обґрунтування рішення щодо

вибору альтернативних варіантів дуальної моделі навчання.

Пропонована ієрархічна модель і відповідна методика формалізації кількісного оцінювання чотирьох складових SWOT – процедури.

Надано приклад розрахунку глобальних пріоритетів для альтернативних варіантів моделей дуального навчання.

Галузь застосування моделі може бути суттєво розширена, якщо при її побудові враховувати можливі зворотні взаємозв'язки між критеріями, що нерідко спостерігається на практиці.

Список літератури

1. Перспективи упровадження дуальної форми навчання у 2017-2020 роках [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/profesijno-tehnichna-osvita/dualna-osvita>.
2. Work-based learning in Europe – Practices and Policy Pointers [Electronic resource] // European Commission. – 2013. – Available at: https://www.skillsforemployment.org/KSP/en/Details/?dn=WCMSTEST4_057845.>.
3. Дернова М.Г. Дуальна модель вищої професійної освіти дорослих Європейський досвід / М.Г. Дернова // Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи. – 2014. – № 2(9). – С. 137-145.
4. Naumenko M. Elaboration of methodology for designing a publishing and printing web portal / M. Naumenko, Y. Hrabovskyi // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – № 2(92). – P. 14-22. <https://doi:10.15587/1729-4061.2018.126305>.
5. SWOT Analysis of Indian Higher and Technical Education Institutes [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.grdjournal.com/uploads/conference/GRDCF/010/009/GRDCF010009.pdf>.
6. Створення SWOT-аналізу діяльності вищого навчального закладу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://knowledge.allbest.ru/>.
7. Коляда М.Г. Принятие педагогических решений на основе анализа иерархий по методу Саати [Електронний ресурс] / М.Г. Коляда, Т.И. Бугаева // Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/prinyatie-pedagogicheskikh-resheniy-na-osnove-analiza-ierarhiy-po-metodu-saati>.
8. Маковий К.А. Использование метода анализа иерархий при выборе стратегических альтернатив внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов в вузе / К.А. Маковий, Ю.В. Хицкова, Д.К. Проскурин // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – № 4(13). – С. 296-303.
9. Ключева Г.А. Модели дуального обучения в инновационной практике профессионального образования Пермского края / Г.А. Ключева. – Пермь: ИРО ПК, 2016. – 192 с.
10. Методические рекомендации по реализации дуальной модели подготовки высококвалифицированных рабочих кадров [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу: http://www.kriipo.ru/activity-2/method_help/data/zam/13MetodRecDualModel.pdf/.

11. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Т.Л. Саати; ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.
12. Браткевич В.В. Методика оптимизации связей в холархических моделях оценивания средств разработки e-learning / В.В. Браткевич // Системи обробки інформації. – 2018. – № 2(153). – С. 94-99. <https://doi.org/10.30748/soi.2018.153.12>.
13. Hrabovskyi Y. Methods of Assessment and Diagnosis of the Quality of Knowledge in E-Learning / Y. Hrabovskyi // Journal of Communication and Computer. – 2015. – № 12. – P. 286-296.
14. Hrabovskyi Y. Development of information visualization methods for use in multimedia applications / Y. Hrabovskyi, N. Brynza, O. Vilkhivska // EUREKA: Physics and Engineering. – 2020. – № 1. – P. 3-17. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001103>.

Надійшла до редколегії 01.02.2021

Схвалена до друку 16.03.2021

Відомості про авторів:

Браткевич В'ячеслав В'ячеславович
кандидат технічних наук доцент
професор Харківського національного
економічного університету ім. С. Кузнеця,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-7217-7767>

Information about the authors:

Vyacheslav Bratkevych
Candidate of Technical Sciences Associate Professor
Professor of Simon Kuznets
Kharkiv National University of Economics,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-7217-7767>

ФОРМАЛИЗАЦИЯ SWOT-ПРОЦЕДУРЫ ВЫБОРА МОДЕЛИ ДУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

В.В. Браткевич

Выполнен анализ составляющих SWOT - процедуры количественного обоснования решения по выбору альтернативных вариантов модели дуального обучения и предложена пошаговая методика ее формализации. Изложение методики ориентировано на ее внедрение на кафедре компьютерных систем и технологий Харьковского национального экономического университета им. С. Кузнеця с целью поддержки учебного процесса при преподавании дисциплин, связанных с информационными компьютерными технологиями. Рассмотрены критерии оценки категорий SWOT-процедуры, которые влияют на выбор модели дуального обучения. Выполнен анализ альтернативных вариантов современных моделей внедрения дуального обучения. Предложена иерархическая модель выбора альтернативных вариантов дуального обучения на базе SWOT - процедуры. Рассмотрен пример представления критериев в форме многосвязного ориентированного графа и алгоритм построения на его основе соответствующей ранговой модели. Приведена пошаговая процедура расчета локальных и глобальных приоритетов кластеров и узлов иерархической модели, которая включает следующие шаги: формирование общей модели для оценки категорий качества SWOT-модели; формирование матриц парных сравнений влияния каждой из категорий SWOT-модели на выбор варианта дуального обучения; расчет локального влияния критериев кластеров категорий на, соответственно: сильные стороны; возможности; слабые стороны и риски внедрения модели дуального обучения; расчет локального влияния успешности внедрения критериев кластеров SWOT-категорий в альтернативных вариантах моделей дуального обучения; расчет глобальных приоритетов альтернативных вариантов внедрения дуального обучения на базе SWOT - процедуры.

Ключевые слова: SWOT-процедура, дуальное обучение, модели, методика, алгоритм, программирование, иерархия.

FORMALIZATION OF SWOT PROCEDURE FOR CHOOSING A MODEL OF DUAL LEARNING

V. Bratkevych

The analysis of the SWOT components - the procedure for the quantitative substantiation of the decision on the choice of alternative variants of the dual learning model is carried out and a step-by-step method of its formalization is proposed. The presentation of the methodology is focused on its implementation at the Department of Computer Systems and Technologies of the Kharkov National Economic University. S. Kuznets in order to support the educational process in teaching disciplines related to information computer technologies. The criteria for assessing the categories of SWOT-procedures that affect the choice of a dual learning model are considered. The analysis of alternative variants of modern models for the introduction of dual education is carried out. A hierarchical model for the choice of alternative options for dual learning based on the SWOT-procedure is proposed. An example of the presentation of criteria in the form of a multiply connected directed graph and an algorithm for constructing a corresponding rank model based on it are considered. A step-by-step procedure for calculating local and global priorities of clusters and nodes of a hierarchical model is presented, which includes the following steps: forming a general model for assessing the quality categories of a SWOT model; formation of matrices of paired comparisons of the influence of each of the categories of the SWOT model on the choice of a dual learning option; calculation of the local influence of the criteria of clusters of categories on, respectively: strengths; capabilities; weaknesses and risks of introducing a dual learning model; calculation of the local impact of the success of the implementation of the criteria of clusters of SWOT-categories in alternative versions of dual learning models; calculation of global priorities of alternative options for the implementation of dual training based on SWOT - procedure.

Keywords: SWOT procedure, dual learning, models, methodology, algorithm, programming, hierarchy.