

8. Xu L. Compressive strength of cold formed steel C-shape columns with slotted holes / L. Xu, Y. Shi, S. Yang // 22nd International specialty conference on cold-formed steel design and construction, St Louis, MO, 5–6 November 2014, Rolla, MO: Missouri University of Science and Technology. – 2014. – P. 157–170.
9. Young B. Cold-formed steel lipped channel columns influenced by local-distortional interaction: strength and DSM design / B. Young, N. Silvestre, D. Camotim // Journal of Structural Engineering. – 2013. - №139(6). – P. 1059-1074.
10. Yuan X.L. Simplified seismic design for midrise buildings with vertical combination of cold-formed steel and concrete framing / X.L. Yuan, L. Xu // 22nd International specialty conference on cold-formed steel design and construction, St Louis, MO, 5–6 November 2014, Rolla, MO: Missouri University of Science and Technology. – 2014. – P. 617–632.
11. Григорій Сучков, Руслан Мигущенко, Сергій Плєснецов, Андрій Донченко, Юрій Кошкарів, Вадим Тимофєєв. Дослідження та розробка комбінованого методу зменшення величини неконтрольованого приповерхневого шару при ультразвуковому електромагнітно-акустичному контролі феромагнітних металовиробів. Український метрологічний журнал. №3 2025. С. 16 - 21

УДК 004.89:378.147

П.І. Сагайда<sup>1</sup>, І.О. Ільяшенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ФОРМУВАННЯ ЗМІСТУ ДИСЦИПЛІН ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНИХ ПРОГРАМ У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

**Анотація.** У тезах представлено результати дослідження, метою якого є розробка концептуальної моделі та функціональних вимог до інформаційної системи (ІС) для підтримки формування та оптимізації змісту навчальних дисциплін освітньо-професійної програми (ОПП) «Комп'ютерні науки» в технічному університеті. Запропонований підхід інтегрує компетентнісну модель (на основі результатів навчання та таксономії Блума) з експертними методами (Дельфі, Аналіз ієрархій – АНР). Реалізований прототип ІС дозволить забезпечити узгодження змісту програми з міжнародними стандартами (АСМ/IEEE, SFIA), аналіз покриття компетенцій і автоматизацію процесу розробки навчального плану.

**Ключові слова:** освітньо-професійна програма (ОПП), компетентнісний підхід, зміст дисциплін, Аналіз ієрархій (АНР), метод Дельфі, матриця компетенцій, інформаційна система, АСМ/IEEE, SFIA.

**Вступ.** Сучасні вимоги ІТ-індустрії та перехід до компетентнісно-орієнтованих освітніх моделей вимагають системного та формалізованого підходу до проектування змісту навчальних дисциплін [1]. Формування змісту дисциплін має бути узгоджене з очікуваннями роботодавців та міжнародними рамками, такими як АСМ/IEEE Computing Curricula [2,3] та SFIA (Skills Framework for the Information Age) [4], що підвищує конкурентоспроможність випускників. Актуальність дослідження обумовлена необхідністю розробки

цифрових інструментів та методів, які б забезпечили автоматизований аналіз та корекцію навчальних програм за критеріями ефективності та прозорості.

**Постановка задачі.** Основна задача полягає в розробці концептуальної моделі та багаторівневої архітектури програмної системи, здатної підтримувати процес формування змісту дисциплін ОПП «Комп'ютерні науки». Це включає:

- Формалізацію теоретичних основ контентного моделювання (результати навчання, компетентності, таксономія Блума [3]).
- Створення математичних моделей для оптимального розподілу навчального часу, побудови логічної послідовності вивчення (передумови) та забезпечення покриття необхідних компетенцій.
- Застосування методів АНР, Дельфі та кластеризації для структуризації та ранжування навчальних компонентів за значущістю.

### **Основний зміст роботи**

#### 1. Концептуальна модель та архітектура системи

Концептуальна модель ОПП базується на компетентнісній матриці, яка фіксує, які дисципліни і на якому рівні (введення, формування, поглиблене опанування) формують конкретні цільові компетенції.

Багаторівнева архітектура ІС включає:

- презентаційний рівень (веб-інтерфейс) для вводу даних експертами та візуалізації результатів;
- логічний рівень (сервіси та алгоритми): модулі оптимізації навчального плану, обробки експертних оцінок (Delphi, АНР), кластеризації;
- рівень даних: сховище інформації (курси, компетенції, матриці відповідностей, експертні оцінки), що може бути реляційною (PostgreSQL) або графовою (Neo4j) СУБД.

#### 2. Математичні та експертні методи

Для формування та оптимізації змісту ОПП застосовані моделі та методи, які представлено у табл. 1.

#### 3. Експериментальні результати та DSS

Прототип ІС був протестований на ОПП «Комп'ютерні науки». Оптимізаційний модуль рекомендував перерозподіл годин, щоб покрити недостатньо представлені компетентності (наприклад, пов'язані з інтелектуальним аналізом даних). Статистичний аналіз (t-тест з  $p < 0.05$ ) підтвердив, що оптимізовані пропозиції стійко покращують сумарний бал покриття компетенцій.

Система містить модуль підтримки прийняття рішень, який надає рекомендації за моделлю «дерева рішень». Наприклад, при виявленні розривів у матриці компетенцій система пропонує гілки рішень: «додати курс X» або «змінити зміст курсу Y». Для оцінки якості ОПП використовуються КРІ та радарна діаграма, що візуалізує метрики «сильних» і «слабких» сторін програми.

## Моделі та методи для формування та оптимізації змісту ОПП

Модель/Метод	Призначення
Послідовність вивчення	Графові моделі (орієнтовані ациклічні графи) для топологічного впорядкування курсів з урахуванням передумов та пріоритетів.
Компетентнісне покриття	Матриця $M_{ij}$ (дисципліни-компетентності) для перевірки, чи забезпечують заплановані курси досягнення всіх цільових компетентностей на необхідному рівні.
Метод АНР	Ранжування дисциплін та критеріїв за допомогою попарних порівнянь експертами для отримання узгоджених пріоритетів.
Метод Дельфі	Ітеративне анонімне опитування експертів для досягнення консенсусу щодо невідомих параметрів (наприклад, майбутніх вимог до компетенцій).
Кластеризація	Групування дисциплін за схожими характеристиками для виявлення "комплексів" курсів та оптимізації структури програми.

**Наукова новизна.** Запропоновано багаторівневий підхід, що інтегрує компетентнісну модель з експертними та оптимізаційними методами. Вперше синтезовано міжнародні стандарти ACM/IEEE та SFIA з адаптивними алгоритмами формування змісту, реалізовано це у програмному рішенні із завершеною аналітичною моделлю. Система також впроваджує механізм безперервного вдосконалення (PDCA-цикли), що дозволяє адаптувати ОПП на основі моніторингу KPI та змін ринкових вимог.

**Висновки.** Розроблена концептуальна модель та інформаційна система ефективно поєднують математичні та експертні методи для формування та оптимізації змісту дисциплін ОПП «Комп'ютерні науки». Система буде здатна:

- автоматизувати значну частину процесу планування, підвищуючи його прозорість та ефективність;
- підвищити якість освіти, зробивши її більш орієнтованою на потреби ринку праці та узгодженою з міжнародними стандартами;
- надати інструменти прийняття рішень для виявлення прогалин у компетентностях та пропозиції корекційних дій.

У подальших дослідженнях планується масштабування моделі на інші технічні спеціальності та розширення за рахунок модулів машинного навчання для прогнозування успішності змін та персоналізації освіти.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Preecha Tangworakitthaworn P., Lester Gilbert L., and Gary B. Wills G.B.. ILO Diagram: A Conceptual Model for Curriculum Development. *IEEE Technology and Engineering Education (ITEE)*. 2013. Vol. 8, No. 3. P. 12-19.
2. Computing Curricula 2020. Paradigms for Global Computing Education. URL : <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>
3. Computer Science Curricula 2023 / Kumar A.N. at al. Association for Computing Machinery : New York, 2024. 459 p. DOI : <https://doi.org/10.1145/3664191>
4. SFIA - the global skills and competency framework for the digital world. URL : <https://sfia-online.org/en>.