

## ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ В УМОВАХ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЇ

УДК: 378.147:004.415.7:621.3

DOI: 10.32342/2522-4115-2023-2-26-16

**О.В. ДЕРЕВЯНЧУК,**

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики,  
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича*

### РОЗРОБКА МОДЕЛІ НЕЧІТКОЇ КОГНІТИВНОЇ КАРТИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ STEM-ПРОЄКТІВ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

У статті розглянуто проблематику розвитку STEM-освіти в контексті стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. Зокрема акцентовано на важливості переорієнтації освітнього процесу на підготовку фахівців інженерно-педагогічних спеціальностей з практичними навичками та актуальними знаннями. Необхідно стратегічно переосмислити освітні підходи, надаючи пріоритет підготовці фахівців інженерно-педагогічних спеціальностей, які володіють не лише теоретичними знаннями, але й конкретними практичними навичками, відповідними вимогам ринку праці. Особлива увага при цьому приділяється STEM-освіті, що визначається як ключовий інструмент у формуванні компетентностей для майбутніх фахівців у галузі інженерії та педагогіки. Цей підхід передбачає не лише передавання теоретичних знань, але й акцентує увагу на практичних аспектах, сприяючи розвитку конкретних вмій і навичок, які є необхідними на практиці. Відданість STEM-освіті в контексті інженерно-педагогічних напрямів дозволяє майбутнім фахівцям бути готовими до викликів та завдань, які ставлять перед ними сучасні ринки праці, та відповідати актуальним вимогам і стандартам у цих галузях. Технічна спрямованість STEM-проектів сприяє реалізації практичних завдань та формуванню навичок затребуваних на ринку праці.

Розроблено та описано алгоритм побудови логічної моделі для STEM-проекту в умовах невизначеності. Основою побудованої моделі є когнітивна карта. Когнітивна карта – це знаковий орієнтований граф, у вершинах якого розміщені ключові фактори об'єкта моделювання (концепти), що пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. На основі аналізу логічної моделі системи встановлено, що для кожного концепту необхідно встановлювати рівень зв'язку на візуальній формі карти Mental Modeler, що дозволяє встановити рівень оцінки його залежності.

У роботі презентовано логічну модель на прикладі прототипу комп'ютерної системи управління освітленням у бібліотеці з використанням нечіткого логічного виведення. Нечіткі когнітивні карти використано для обґрунтування структури системи управління. Послідовність побудови прототипу системи управління освітленням у бібліотеці та аналіз параметрів такої системи може бути використаний студентами інженерно-педагогічних спеціальностей з навчальною метою для побудови різноманітних STEM-проектів.

**Ключові слова:** цифровізація освіти, система освітлення, STEM-проект, моделювання системи, нечітка логіка, нечіткі когнітивні карти, інженерно-педагогічні спеціальності.

**Постановка проблеми.** Серед ключових цілей, визначених у Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки, виокремлюється завдання «забезпечення якісної освітньо-наукової діяльності, конкурентоспроможної вищої освіти, яка є доступною для різних груп населення». Для досягнення цієї мети передбачено виконання ряду конкретних завдань:

© О.В. Деревянчук, 2023

- підтримка національної та міжнародної академічної мобільності студентів, включаючи направлення на навчання до іноземних університетів;
- надання особливої підтримки мешканцям тимчасово окупованих територій, а також незахищеним і вразливим групам населення;
- створення спеціальних умов для вступників із видатними досягненнями;
- сприяння використанню інноваційних технологій і передових методів навчання в освітньому процесі;
- розвиток дослідницьких інфраструктур для підтримки науково-дослідної роботи [Міністерство освіти і науки України, 2023].

У світлі аналізу досліджень в галузі освіти та науки виокремлюється важлива роль інформаційно-комунікаційних технологій, STEM-освіти і цифрової економіки. Особливої стратегічної значущості набуває використання цифрових технологій для перетворення процесів у системі освіти та науки, що є ключовою метою національної економічної стратегії до 2030 року.

На даний час існує потреба в розробці автоматичних засобів керування освітленістю в приміщеннях в умовах невизначеності. Моделювання даних в умовах невизначеності означає приймати оптимальні рішення в реальних умовах за наявності неповних або невизначених даних. Вирішення такого завдання дозволить контролювати достатній рівень освітленості та візуальний комфорт, а також запобігати пульсаціям у різних приміщеннях та на транспорті. Точність системи управління освітленням у приміщеннях можна підвищити шляхом використання нечіткої логіки, але для цього потрібно провести моделювання впливу всіх основних факторів на роботу системи управління, яку ми змодельуємо на прикладі STEM-проєкту «Система управління освітленням в бібліотеці».

**Аналіз останніх публікацій.** Сучасні наукові дослідження та публікації наочно визначають важливість спільного навчання, яке базується на системному обміні знаннями в межах моделювання. Останні літературні огляди процесів та інструментів моделювання підкреслюють, що саме цей підхід стає ключовим елементом залучення здобувачів освіти до участі у процесі моделювання.

Рекомендації від вчених спрямовані на створення інструментів та процесів, які акцентують на навчанні як результаті моделювання, в якому беруть участь самі здобувачі освіти. Особлива увага приділяється досягненню цілей адаптивного управління ресурсами шляхом ітеративного розвитку моделі [A. Vionov, F. Bosquet, 2010, p. 1268–1281].

Проєктування та застосування комп'ютерних систем розпізнавання зображень студентами визначаються як важливі напрями цифровізації професійної освіти, що підтверджується працями вчених В. Ковальчука, В. Сороки, І. Войтовича та ін. [О.О. Цись, І.О. Архипов, 2023, p. 170–180; V. Kovalchuk, L. Shevchenko, T. Iermak, K. Chekaniuk, 2021, p. 173–183; V. Kovalchuk, S. Maslich, N. Tkachenko, S. Shevchuk, T. Shchypyska, 2022; I. Voitovych et al., 2023, p. 103–112].

Для залучення здобувачів освіти до моделювання використовуємо програмне забезпечення «Mental Modeler».

**Метою статті** є представлення алгоритму побудови прототипу системи управління освітленням на прикладі STEM-проєкту «Система управління освітленням в бібліотеці», що передбачає створення нечіткої когнітивної карти у середовищі Mental Modeler.

**Виклад основного матеріалу.** У сучасному освітньому процесі активно реалізують різноманітні STEM-проєкти, які поєднують природничі науки, технології, інженерію та математику [V. Kovalchuk, A. Androsenko, A. Voiko, V. Tomash, O. Derevyanchuk, 2022, p. 551–560; Y. Li et al., 2022, p. 72; Y. Li, Y. Xiao, 2022, p. 1–77]. Дані проєкти спрямовані на розв'язання практичних завдань та поглиблення знань студентів інженерно-педагогічних спеціальностей.

Для аналізу і прийняття рішень в умовах невизначеності використовують методологію когнітивного моделювання. Вона розвивається в напрямі удосконалення апарату аналізу та моделювання ситуації. Тому для реалізації STEM-проєкту в погано визначених ситуаціях доцільно побудувати логічну модель. Вона визначає структуру системи, що моделюється. Основою побудови даної моделі є нечітка когнітивна карта (НКК).

НКК були запропоновані Б. Коско в 1986 році та використовуються для моделювання причинних взаємозв'язків, виявлених між концептами деякої області. Вони є нечітким орієнтованим графом, вузли якого є нечіткими множинами [B. Kosko, 1986, p. 65–75].

Логічна модель для аналізу та прийняття рішень в умовах невизначеності будується за допомогою нечіткої когнітивної карти та пакета Mental Modeler (ММ) [Mental Modeler, 2023].

Процес побудови нечіткої когнітивної карти STEM-проєкту передбачає реалізацію таких етапів:

- 1) визначення мети STEM-проєкту;
- 2) визначення списку концептів або факторів STEM-проєкту;
- 3) встановлення взаємозв'язків між кожною парою концептів;
- 4) визначення сили впливу між концептами;
- 5) побудова графової моделі НКК.

На прикладі STEM-проєкту «Система управління освітленням в бібліотеці» побудуємо логічну модель, а для обґрунтування структури системи використаємо НКК. Проведемо опис предметної області для моделювання системи управління освітленням у бібліотеці. Для огляду підходів до розв'язання завдання проаналізуємо вплив освітлювальних умов на безпеку праці, основні поняття та величини, основні вимоги до виробничого освітлення, види освітлення та вимоги до освітлення бібліотек [О.В. Дерев'янчук, Я.В. Дерев'янчук, Г.О. Кравченко, А.В. Мотрич, 2022].

У пакеті Mental Modeler за допомогою вкладки Add Component додаємо послідовно концепти STEM-проєкту в карту (рис.1).

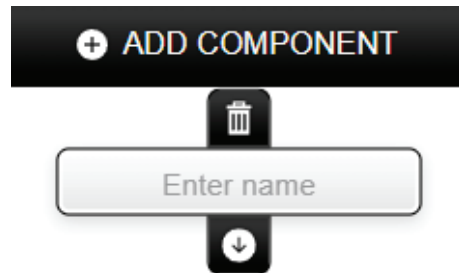


Рис. 1. Додавання компонент

Для приміщення бібліотеки з двобічним розташування вікон обираємо такі концепти: рівень комфортного освітлення, рівень природного освітлення, рівень штучного освітлення, вартість електроенергії; активну зону, час очікування, а також додаємо три додаткових блоки, які будуть враховувати основні рекомендації щодо освітлення у читальних залах: лінійні джерела світла, світильники з матовими або прозорими розсіювачами світла, світлодіодні світильники відбитого світла (рис. 2).



Рис. 2. Концепти STEM-проєкту «Система управління освітленням у бібліотеці»

Концепти, включені в модель, можуть мати позитивні (високі, середні або низькі), негативні (високі, середні або низькі) або не мати (не визначений зв'язок) краєвих зв'язків. Програмне забезпечення розроблено для параметризації зв'язків між концептами, які мають бути обмежені у спосіб, необхідний для кількісного аналізу. Якісні ваги граничних зв'язків (тобто «нечітке» наближення впливу) між концептами переводяться в кількісні значення від -1 (високий негативний) до 1 (високий позитивний), що використовуються в інтерфейсі матриці [S.A. Gray, S. Gray, L.J. Cox, S. Henly-Shepard, 2013, p. 965–973].

Концепти проєкту можуть бути пов'язані:

1) негативним зв'язком – збільшення значення концепту А призводить до зменшення значення концепту Б або зменшення значення концепту А призводить до збільшення значення концепту Б (рис. 3);

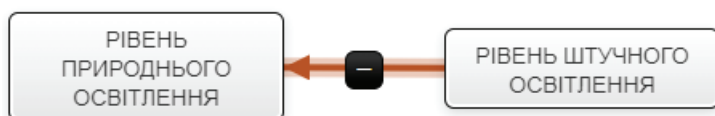


Рис. 3. Негативний зв'язок

2) позитивним зв'язком – збільшення значення концепту А призводить до збільшення значення концепту В або зменшення значення концепту А призводить до зменшення значення концепту В (рис. 4).



Рис. 4. Позитивний зв'язок

У діапазоні [-1, +1] чисельно задається позитивна (рис. 5) або негативна (рис. 6) оцінка зв'язку. Пакет Mental Modeler дозволяє встановити рівень оцінки та інтерпретує рівень кожного зв'язку за допомогою значення точкової функції приналежності 1-го типу, заданої в діапазоні [-1, +1].

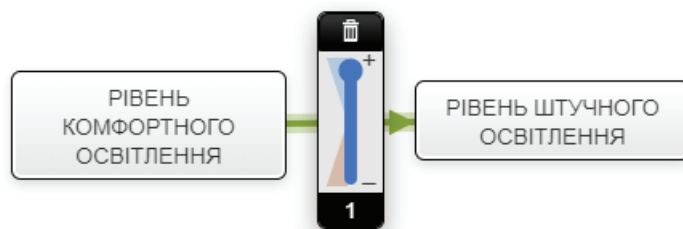


Рис. 5. Позитивна оцінка зв'язку

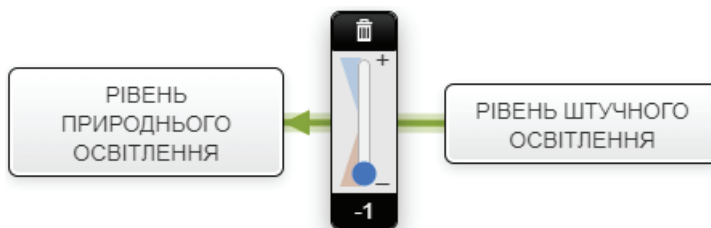


Рис. 6. Негативна оцінка зв'язку

Використовуючи інтерфейс для роботи з картою, встановлюємо зв'язки між відповідними концептами STEM-проекту (рис. 7), а також рівень залежності для кожного зв'язку проекту.



Рис. 7. Встановлення зв'язків між відповідними концептами та рівнями залежності для кожного зв'язку STEM-проекту

НKK системи управління освітленням бібліотеки наведено на рис. 8 у вигляді графу, а на рис. 9 – у вигляді таблиці.

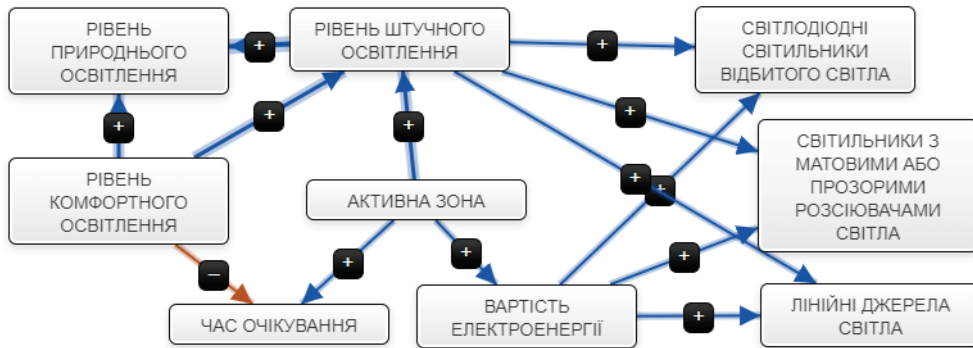


Рис. 8. НKK системи управління освітленням у вигляді графу

| Model  | Matrix                       | Preferred State & Metrics | Scenario                                  | Info         |                |  |                            |                        |                               |
|--|------------------------------|---------------------------|---|--------------|----------------|--|----------------------------|------------------------|-------------------------------|
|  | РІВЕНЬ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ | ВАРТІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ   | СВІТЛОДИОДНІ СВІТИЛЬНИКИ ВІДБИТОГО СВІТЛА | АКТИВНА ЗОНА | ЧАС ОЧІКУВАННЯ | СВІТИЛЬНИКИ З МАТОВИМИ АБО ПРОЗОРИМИ РОЗСИЮВАЧАМИ СВІТЛА | РІВЕНЬ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ | ЛІНІЙНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА | РІВЕНЬ КОМФОРТНОГО ОСВІТЛЕННЯ |
| РІВЕНЬ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ                             |                              | -                         | -   | -            | -              | -  | -                          | -                      | -                             |
| ВАРТІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ                                  | -                            |                           | 0.3                                       | -            | -              | 0.3  | -                          | 0.3                    | -                             |
| СВІТЛОДИОДНІ СВІТИЛЬНИКИ ВІДБИТОГО СВІТЛА                | -                            | -                         |   | -            | -              | -  | -                          | -                      | -                             |
| АКТИВНА ЗОНА   | -                            | 0.3                       | -   |              | 0.3            | -  | 0.5                        | -                      | -                             |
| ЧАС ОЧІКУВАННЯ   | -                            | -                         | -   | -            |                | -  | -                          | -                      | -                             |
| СВІТИЛЬНИКИ З МАТОВИМИ АБО ПРОЗОРИМИ РОЗСИЮВАЧАМИ СВІТЛА | -                            | -                         | -   | -            | -              |  | -                          | -                      | -                             |
| РІВЕНЬ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ                               | 1                            | -                         | 0.3                                       | -            | -              | 0.3  |                            | 0.3                    | -                             |
| ЛІНІЙНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА                                   | -                            | -                         | -   | -            | -              | -  | -                          |                        | -                             |
| РІВЕНЬ КОМФОРТНОГО ОСВІТЛЕННЯ                            | 0.75                         | -                         | -   | -            | -0.3           | -  | 0.7                        | -                      |                               |

Рис. 9. НKK системи управління освітленням у вигляді таблиці

Використовуючи в Mental Modeler інтерфейс роботи з інтелектуальними сценаріями, обираємо один із сценаріїв моделювання. Для запуску сценарію потрібно обрати File>New>Scenario. При виконанні сценарію початкове значення кожного концепту автоматично змінюється з урахуванням значень зв'язків між концептами. Початкові значення встановлюються в ручному режимі в зоні State Prediction. У вікні відображення результатів моделювання за обраним сценарієм будуть представлені значення рівня оцінки концептів, обраних для моделювання їх стану (графічно і в чисельному вигляді [-1, +1]). Різні результати за різними сценаріями продемонстровані на рис. 10, 11. Аналіз результатів моделювання дозволяє виявити найбільш впливові концепти для системи що проектується.



Рис. 10. Результати моделювання FCM системи управління освітленням за сценарієм Sigmoid



Рис. 11. Результати моделювання FCM системи управління освітленням за сценарієм Hyperbolic Tangent

Кожен сценарій реалізує ітераційний процес обчислення нових значень концептів. Процес обчислення завершується, коли значення концептів вже не змінюються відповідно запланованій точності. Графіки функцій Sigmoid Function та Hyperbolic Tangent Function наведено на рис. 10, 11.



Наступним кроком є аналіз складності моделі системи управління освітленням на основі критеріїв середовища MM. Проаналізувавши показники таблиці (вкладка Preferred State & Metrics), з'ясуємо, що найвищі показники рівня комфортного освітлення задовольняє визначені вимоги до системи освітлення (рис. 12). Також досить важливими компонентами є рівень штучного освітлення та рівень природного освітлення, які досить сильно впливають на головні компоненти. Якщо показники вартості енергії та рівня штучного освітлення занадто низькі, то вони негативно впливатимуть на рівень комфорту освітлення.

| Model                         | Matrix   | Preferred State & Metrics | Scenario             | Info                 |                 |          |
|-------------------------------|--|---------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|----------|
| Total Components              | Component  | Indegree                  | Outdegree            | Centrality           | Preferred State | Type     |
| 9                             | РІВЕНЬ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ                             | 1.75                      | 0                    | 1.75                 | -               | receiver |
| Total Connections             | ВАРТІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ                                  | 0.3                       | 0.000000000000000000 | 1.2                  | -               | ordinary |
| 13                            | СВІТЛОДИННІ СВІТІЛЬНИКИ ВІДБИТОГО СВІТЛА                 | 0.6                       | 0                    | 0.6                  | -               | receiver |
| Density                       | АКТИВНА ЗОНА   | 0                         | 1.1                  | 1.1                  | -               | driver   |
| 0.1805555556                  | ЧАС ОЧІКУВАННЯ   | 0.6                       | 0                    | 0.6                  | -               | receiver |
| Connections per Component     | СВІТІЛЬНИКИ З МАТОВИМИ АБО ПРОЗОРИМИ РОЗСІЮВАЧАМИ СВІТЛА | 0.6                       | 0                    | 0.6                  | -               | receiver |
| 1.4444444444                  | РІВЕНЬ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ                               | 1.2                       | 1.9                  | 3.000000000000000000 | -               | ordinary |
| Number of Driver Components   | ЛІНІЙНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА                                   | 0.6                       | 0                    | 0.6                  | -               | receiver |
| 2                             | РІВЕНЬ КОМФОРТНОГО ОСВІТЛЕННЯ                            | 0                         | 1.75                 | 1.75                 | -               | driver   |
| Number of Receiver Components |  |                           |                      |                      |                 |          |
| 5                             |  |                           |                      |                      |                 |          |
| Number of Ordinary Components |  |                           |                      |                      |                 |          |
| 2                             |  |                           |                      |                      |                 |          |
| Complexity Score              |  |                           |                      |                      |                 |          |
| 2.5                           |  |                           |                      |                      |                 |          |

Рис. 12. Таблиця характеристик НКК

**Висновки.** Роль STEM-проектів у професійній підготовці майбутніх фахівців інженерно-педагогічних спеціальностей зростає, оскільки такі проекти поєднують природничі науки, технології, інженерію та математику, що сприяє формуванню навичок, актуальних для майбутньої професійної діяльності. Розроблений проект передбачає побудову діаграми варіантів використання та нечітку когнітивну карту в середовищі Mental Modeler. Алгоритм, використаний у Mental Modeler, при створенні НКК є зрозумілим, простим та нейтральним. Він становить ефективну платформу для інтеграції знань, навичок для розв'язання різноманітних завдань професійної діяльності.

У подальшому планується виконати апаратно-програмну реалізацію STEM-проекту «Система управління освітленням в бібліотеці» з використанням нечіткого логічного виведення. Для апаратної реалізації системи планується використати мікрокомп'ютер Raspberry Pi, а для програмної реалізації – мову Python. Побудова та дослідження прототипу системи управління освітленням забезпечить студентам інженерно-педагогічних спеціальностей набуття професійних компетентностей, пов'язаних із розробкою інтелектуальних комп'ютерних систем.

### Список використаної літератури

Дерев'янчук, О.В., Дерев'янчук, Я.В., Кравченко, Г.О. & Мотрич, А.В. (2022). *Охорона праці в галузі: навчальний посібник*. Чернівці: Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича.

Міністерство освіти і науки України. (2023). Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. Retrieved from <https://mon.gov.ua/ua/news/opublikovano-strategiyu-rozvitku-vishoyi-osviti-v-ukrayini-na-2022-2032-roki>

Цись О.О., Архипов І.О. (2023). Використання інформаційних технологій у профільній підготовці студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія», 1 (25), 170–180.* doi: 0.32342/2522-4115-2022-2-24-18

Mental Modeler. (2023). Fuzzy Cognitive Map. Retrieved from <https://www.mentalmodeler.com>  
Gray, S. A., Gray, S., Cox, L. J., Henly-Shepard, S. (2013, January). Mental modeler: a fuzzy-logic cognitive mapping modeling tool for adaptive environmental management. *Proceedings of the 46th Hawaii International Conference on System Sciences*. Publisher: IEEE, pp. 965–973. doi: 10.1109/HICSS.2013.399

Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24 (1), 65–75. doi: 10.1016/S0020-7373(86)80040-2

Kovalchuk, V., Androsenko, A., Boiko A., Tomash, V., & Derevyanchuk, O. (2022). Development of pedagogical skills of future teachers of labor education and technology by means of digital technologies. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 22 (9), 551–560. doi: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.9.71>.

Kovalchuk, V., Maslich S., Tkachenko, N., Shevchuk, S. & Shchypyska, T. (2022). Vocational education in the context of modern problems and challenges. *Journal of Curriculum and Teaching*, 11 (8), 329–338. doi: 10.5430/jct.v11n8p329

Kovalchuk, V., Shevchenko, L., Iermak, T. & Chekaniuk, K. (2021). Computer modeling as a means of implementing project-based activities in STEM-education. *Open Journal of Social Sciences*, 9 (10), 173–183. doi: 10.4236/jss.2021.910013

Li, Y., & Xiao, Y. (2022). Authorship and topic trends in STEM education research. *International Journal of STEM Education*, 9 (1), 62. doi: 10.1186/s40594-022-00378-4

Li, Y., Xiao, Y., Wang, K., Zhang, N., Pang, Y., Wang, R. & Star, J. R. (2022). A systematic review of high impact empirical studies in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 9 (1), 72. doi: 10.1186/s40594-022-00389-1

Vionov, A. & Bosquet, F. (2010). Modeling with stakeholders. *Environmental Modelling & Software*, 25, 1268–1281. doi: 10.1016/j.envsoft.2010.03.007

Voitovych, I., Pavlova, N., Voitovych, O., Horbatiuk, R., Dubych (Muzychuk), K., Kovalchuk, V. & Prylepa, I. (2023). Training of teachers STEM disciplines to work with students in distance education. *Inequality, Informational Warfare, Fakes and Self-Regulation in Education and Upbringing of Youth, Youth Voice Journal*, 1, 103–112. Retrieved from <https://www.rj4allpublications.com/product/training-of-teachers-stem-disciplines/>

## References

Derevianchuk, O.V., Derevianchuk, Ya.V., Kravchenko, H.O. & Motrych, A.V. (2022). *Okhorona pratsi v haluzi* [Labor protection in the industry]. Chernivtsi, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University Publ., 264 p. (In Ukrainian).

Gray, S.A., Gray, S., Cox, L. J., & Henly-Shepard, S. (2013, January). Mental modeler: a fuzzy-logic cognitive mapping modeling tool for adaptive environmental management. *Proc. Scien. and Pract. Conf. "46th Hawaii International Conference on System Sciences"*, IEEE Publ., pp. 965–973. doi: 10.1109/HICSS.2013.399

Kosko, B. Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 1986, vol. 24, no. 1, pp. 65–75. doi: 10.1016/S0020-7373(86)80040-2

Kovalchuk, V., Androsenko, A., Boiko, A., Tomash, V., & Derevianchuk, O. Development of pedagogical skills of future teachers of labor education and technology by means of digital technologies. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 2022, vol. 22, no. 9, pp. 551-560. doi: 10.22937/IJCSNS.2022.22.9.71

Kovalchuk, V., Maslich S., Tkachenko, N., Shevchuk, S. & Shchypyska, T. Vocational education in the context of modern problems and challenges. *Journal of Curriculum and Teaching*, 2022, vol. 11, no. 8. doi: 10.5430/jct.v11n8p329

Kovalchuk, V., Shevchenko, L., Iermak, T., Chekaniuk, K. Computer modeling as a means of implementing project-based activities in STEM-education. *Open Journal of Social Sciences*, 2021, vol. 9, no. 10, pp. 173-183. doi: 10.4236/jss.2021.910013

Li, Y., & Xiao, Y. Authorship and topic trends in STEM education research. *International Journal of STEM Education*, 2022, vol. 9, no. 1, e-7. doi: 10.1186/s40594-022-00378-4

Li, Y., Xiao, Y., Wang, K., Zhang, N., Pang, Y., Wang, R. & Star, J. R. A systematic review of high impact empirical studies in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 2022, vol. 9, no. 1, p. 72. doi: 10.1186/s40594-022-00389-1

Mental Modeler. (2023). Fuzzy Cognitive Map. Available at: <https://www.mentalmodeler.com> (Accessed 11 October 2023).

Ministry of Education and Science of Ukraine. (2023). *Stratehiia rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022-2032 roky* [Strategy for the development of higher education in Ukraine for



2022-2032]. Available at: <https://mon.gov.ua/ua/news/opublikovano-strategiyu-rozvitku-vishoyi-osviti-v-ukrayini-na-2022-2032-roki> (Accessed 11 October 2023). (In Ukrainian).

Tsys O.O., Arkhypov I.O. The use of information technologies in the specialized training of students of engineering and pedagogical specialties. *Bulletin of Alfred Nobel University. Series "Pedagogy and Psychology"*, 2023, no. 1 (25), pp. 170–180. doi: 10.32342/2522-4115-2022-2-24-18 (In Ukrainian).

Vionov, A. & Bosquet, F. Modeling with stakeholders. *Environmental Modelling & Software*, 2010, vol. 25, pp. 1268-1281. doi: 10.1016/j.envsoft.2010.03.007

Voitovych, I., Pavlova, N., Voitovych, O., Horbatiuk, R., Dubych (Muzychuk), K., Kovalchuk, V. & Prylepa, I. Training of teachers STEM disciplines to work with students in distance education. *Inequality, Informational Warfare, Fakes and Self-Regulation in Education and Upbringing of Youth, Youth Voice Journal*, 2023, vol. 1, pp. 103-112. Available at: <https://www.rj4allpublications.com/product/training-of-teachers-stem-disciplines/> (Accessed 17 October 2023).

## DEVELOPMENT OF A FUZZY COGNITIVE MAP MODEL FOR CREATING STEM PROJECTS IN PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS IN ENGINEERING AND PEDAGOGICAL SPECIALTIES

*Derevyanchuk Oleksandr*, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Professional and Technological Education and General Physics, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi.

E-mail: o.v.derevyanchuk@chnu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-3749-9998

DOI: 10.32342/2522-4115-2023-2-26-16

**Keywords:** digitalization of education, lighting system, STEM project, system modeling, fuzzy logic, fuzzy cognitive maps, engineering and pedagogical specialties.

*The article examines the issues of STEM education development in the context of the strategy for the development of higher education in Ukraine for 2022-2032. In particular, the emphasis is on the importance of reorienting the educational process to the training of specialists in engineering and pedagogical specialties with practical skills and up-to-date knowledge. It is necessary to strategically rethink educational approaches, giving priority to the training of specialists in engineering and pedagogical specialties who possess not only theoretical knowledge, but also specific practical skills that meet the requirements of the labor market. Special attention is paid to STEM education, which is defined as a key tool in the formation of competencies for future specialists in the field of engineering and pedagogy. This approach involves not only the transfer of theoretical knowledge, but also emphasizes practical aspects, contributing to the development of specific skills and abilities that are necessary in practice. Dedication to STEM education in the context of engineering and pedagogical fields allows future specialists to be ready for the challenges and tasks presented to them by modern labor markets, and to meet the current requirements and standards in these fields. The technical orientation of STEM projects contributes to the implementation of practical tasks and the formation of skills in demand on the labor market.*

**The purpose of the article** is to present the algorithm for building a lighting control system prototype using the example of the STEM project "Lighting control system in the library". For building a logical model, to justify the structure of the system, the NCC is used. The development of the STEM project "Lighting control system in the library" is presented, which involves the creation of a fuzzy cognitive map in the Mental Modeler environment.

*An algorithm for building a logical model for a STEM project under conditions of uncertainty has been developed and described. The basis of the built model is a cognitive map. A cognitive map is a symbolic directed graph, at the vertices of which the key factors of the object of modeling (concepts) connected by cause-and-effect relationships are placed.*

A cognitive map is a type of mathematical modeling used to formalize a complex system in the form of a set of concepts that reflect system factors and causal relationships between them, taking into account the nature of their interaction.

Based on the analysis of the logical model of the system, it was determined that for each concept it is necessary to set the level of communication on the visual form of the Mental Modeler map, which allows you to set the level of assessment of its dependence.

The paper presents a logical model on the example of a prototype of a computer lighting control system in a library using fuzzy logical derivation. Fuzzy cognitive maps were used to justify the structure of the management system. The sequence of building a prototype of the lighting control system in the library and the analysis of the parameters of such a system can be used by students of engineering and pedagogical specialties for the educational purpose of building various STEM projects.

Cognitive modeling methodology is used for analysis and decision-making in conditions of uncertainty. It is developing in the direction of improving the situation analysis and modeling apparatus. Therefore, to implement a STEM project in ill-defined situations, it is advisable to build a logical model. It defines the structure of the modeled system. The basis for building this model is a fuzzy cognitive map.

*Одержано 10.09.2023.*