

**РОЗРОБКА МЕТОДУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ
ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ
НА ОСНОВІ ОРІЄНТОВАНОГО АЦИКЛІЧНОГО ГРАФА**

Колосова О.М.

e-mail: oleksandra.kolosova@nure.ua

Науковий керівник – асистент Цвіркун О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІУС
м. Харків, Україна

The level of complexity of modern educational systems and the multi-dimensional nature of individual learning trajectories require us to shift away from intuitive planning. The implementation of effective decision-making methods, such as hierarchical drawing algorithms, allows for the transformation of abstract data into coherent visual roadmaps. Therefore, it is possible to ensure the systematic and adaptive management of complex learning trajectories through building of directed acyclic graphs (DAG).

Побудова індивідуальної освітньої траєкторії (learning path) є важливою задачею для платформ онлайн-курсів, систем підвищення кваліфікації та закладів освіти. Визначення залежностей між навчальними темами дає змогу формувати послідовність їх опанування здобувачами з урахуванням попередньо засвоєних знань. Такий підхід дозволяє виявляти деякі проблеми у підготовці здобувача перед переходом до вивчення наступних тем, що сприяє підвищенню якості навчання.

Метою дослідження, представленого в роботі, є розробка методу візуалізації індивідуальної освітньої траєкторії з урахуванням взаємозв'язків між навчальними матеріалами.

Для досягнення поставленої мети визначено такі задачі дослідження: аналіз проблем, що виникають при побудові ієрархічних структур для формування індивідуальних освітніх траєкторій; дослідження існуючих підходів до візуалізації орієнтованих ациклічних графів у задачах побудови індивідуальної освітньої траєкторії; розробка методу автоматизованої візуалізації освітніх траєкторій на основі системного аналізу шляхом адаптації алгоритмів пошарового розміщення графів; програмна реалізація створеної технології візуалізації освітніх траєкторій, а також методів обчислення їхніх геометричних параметрів.

Побудова ієрархічних структур для формування освітніх траєкторій базується на використанні орієнтованих ациклічних графів, які є одним із зручних та ефективних способів відображення структур даних [1]. Вузли (вершини графа) відповідають окремим знанням (компетентностям), темам або курсам, а дуги відображають логічні передумови їх опанування.

До проблем візуалізації орієнтованого ациклічного графа належить: невірне розташування вузлів за рівнями, перетинання ребер і візуальна

перевантаженість. У роботі [2] ці питання розв'язувалися за допомогою методики Path Based Framework (PBF), що базується на декомпозиції графа на окремі шляхи з подальшим вертикальним вирівнюванням вузлів одного шляху. Однак цьому підходу притаманна недостатньо чітка прив'язка до рівнів, можлива «витагнутість» графа, складність обчислень і реалізації, а також незвичність інтерфейсу для користувачів.

З урахуванням цих недоліків запропонований модифікований метод, який базується на основі методу Сугіяма [3] та включає чотири основні етапи: призначення рангів, мінімізацію перетинів, визначення координат і побудову сплайнів. На першому етапі виконується топологічне ранжування за алгоритмом Кана, який аналізує кількість вхідних зв'язків вузлів і розподіляє їх за рівнями, забезпечуючи розташування базових курсів вище за спеціалізовані. Для усунення проблеми довгих ребер, що можуть проходити через проміжні рівні, у граф додаються віртуальні вузли. Це дозволяє зробити структуру упорядкованою та покращити її сприйняття. На завершальному етапі індекси рівнів перетворюються у геометричні координати, формуючи відображення логічної послідовності навчання.

Розроблений метод забезпечує чітке розміщення вузлів на горизонтальних рівнях, зменшує кількість перетинів ребер і сприяє збереженню компактності та симетрії графа. Завдяки ітераційній логіці він також є зручним для налагодження та адаптації до змін, зокрема при додаванні нових курсів. У результаті граф набуває форми, зручної та інтуїтивно зрозумілої для перегляду.

У роботі обґрунтовано доцільність представлення освітньої траєкторії у формі орієнтованого ациклічного графа. Показано, що для візуалізації освітньої траєкторії розроблений метод краще відповідає вимогам ієрархічності та наочності, ніж метод силового розміщення. Він є перспективним для моделювання освітніх траєкторій та оптимізації навчального процесу.

Список використаних джерел:

1. Aliyeva A., Abbasov A. Automatic generation of learning path for teaching informatics at university // *MethodsX*. 2025. Vol. 15. Art. 103634. DOI: 10.1016/j.mex.2025.103634.
2. Lionakis P., Kritikakis G., Tollis I. G. Experiments and a User Study for Hierarchical Drawings of Graphs // *IEEE Access*. 2023. Vol. 11. P. 55618–55629. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3281260.
3. Sugiyama K., Tagawa S., Toda M. Methods for Visual Understanding of Hierarchical System Structures // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 1981. Vol. 11, no. 2. P. 109–125. DOI: 10.1109/TSMC.1981.4308636