

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Назарук Марія Володимирівна

УДК 004.94+316.77:004

ДИСЕРТАЦІЯ

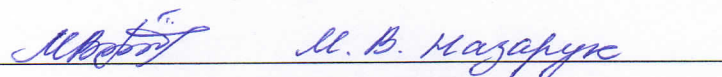
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ОСВІТНЬОГО
СОЦІОКОМУНІКАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ВЕЛИКОГО МІСТА

05.13.06 – інформаційні технології

05 «Технічні науки»

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник

Пасічник Володимир Володимирович

доктор технічних наук, професор

Ідентичність всіх примірників дисертації

ЗАСВІДЧУЮ:

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

/А.С. Батюк/

Львів – 2018



АНОТАЦІЯ

Назарук М.В. Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології» – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2018.

У дисертаційній роботі розв’язане важливе наукове завдання розроблення інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста для інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційного дослідження, подано та проаналізовано зв’язок роботи з науковими програмами, планами і темами, визначено мету та завдання дослідження, розглянуто предмет та об’єкт дослідження, наведено перелік методів дослідження, що застосовувались для досягнення поставленої мети роботи. Сформульовано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів та особистий внесок здобувача. Подано відомості про апробацію та публікації результатів дисертаційного дослідження.

У першому розділі на основі проведеного аналізу сучасного стану наукових досліджень та інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста представлено понятійну складову інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі великого міста. Подано загальну характеристику освітнього соціокомунікаційного середовища міста та розглянуто основні соціально-економічні фактори, що впливають на прийняття рішень щодо вибору професії абітурієнтом.

У другому розділі описано формальну модель освітнього соціокомунікаційного середовища міста та представлено етапи інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців.

Вперше розроблено модель процесу аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи на основі результатів профорієнтаційних тестів (опитувальника професійної спрямованості Голланда, опитувальника професійних нахилів Л. Йовайши, опитувальника визначення типу професії Є. Клімова, опитувальника кола інтересів А. Голомштока), що дало змогу комплексно оцінити професійні особливості особистості. Розроблено клас моделей процесу поширення «знаннєвого потенціалу» в соціокомунікаційному середовищі великого міста, які використовуються для формування освітньої траєкторії особи та вибору найбільш вдалого освітнього та професійного зростання. Зокрема, побудовано математичну модель процесів перерозподілу «знаннєвого потенціалу» між агентами, що належать до однієї освітньої соціокомунікаційної спільноти (кліка), а також між агентами різних кліків в межах шкільного освітнього рівня міста. Розроблено модель взаємовпливу компонент «знаннєвого потенціалу» різних агентів в межах заданих кліків шляхом використання диференціальних рівнянь дифузійного типу, які, на відміну від існуючих, враховують багатокomпонентність «знаннєвого потенціалу» особи.

У третьому розділі вдосконалено метод визначення професійного типу особистості на основі результатів профорієнтаційного тестування в частині комплексної оцінки особи, що дало можливість формувати рекомендації щодо вибору професії у відповідності з Державним класифікатором професій.

З використанням методології побудови гіперкубів даних набув подальшого розвитку метод аналізу освітньої діяльності професійно-технічних та вищих навчальних закладів міста, який, на відміну від існуючих, надає персоналізовані рекомендації користувачам щодо вибору навчального закладу.

У четвертому розділі розроблено структуру програмно-алгоритмічного комплексу (ПАК), який реалізує інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста та супроводу підготовки фахівців. Наведено алгоритм його роботи в процесі експлуатації користувачами та розкрито особливості програмної реалізації, описано порядок

функціонування, вимоги до комп'ютерних засобів та технічні характеристики. Здійснено порівняльний аналіз розробленого програмного продукту з існуючими аналогами, що дало можливість стверджувати, що запропонований програмно-алгоритмічний комплекс вперше поєднує в цілісній системі усі етапи підготовки фахівців з урахуванням потреб особистості та вимог ринку праці міста та може використовуватися у центрах зайнятості, загальноосвітніх навчальних закладах, на професійних тренінгах, курсах перекваліфікації для надання персоналізованих рекомендацій користувачам щодо вибору професії та навчального закладу.

Результати досліджень впроваджені та використовуються у роботі науково-дослідної лабораторії «Розумне місто Тернопіль», товариством з обмеженою відповідальністю «Креденс Феніче». Окремі положення дисертаційного дослідження використовувались під час виконання науково-дослідних робіт кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», впроваджені у навчальний процес кафедри інформатики та прикладної математики Рівненського державного гуманітарного університету, у навчальній та науково-методичній роботі кафедри вищої математики та інформатики Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки та кафедри комп'ютерних систем та технологій Приватного вищого навчального закладу «Буковинський університет».

Ключові слова: інформаційна технологія, освітнє соціокомунікаційне середовище, профорієнтаційний тест, гіперкуб, знаннєвий потенціал, дифузійноподібна модель.

Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Бомба А. Я. Узагальнена дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук,

Н. Е. Кунанець, В. В. Пасічник // *Радіоелектроніка інформатика, управління*. – 2015. – № 3. – С. 64-70.

2. Bomba A. Constructing the diffusion-like model of biocomponent knowledge potential distribution / A. Bomba, M. Nazaruk, N. Kunanets, V. Pasichnyk // *International Journal of Computing*. – 2017. – Vol. 16(2). – P. 74-81.

3. Назарук М. В. Програмно-алгоритмічний комплекс інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в умовах «розумного» міста / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2017. – № 27(9). – С. 78-85.

4. Назарук М. В. Моделювання міського освітнього середовища як профільної соціальної мережі / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Міжнародний науково-технічний журнал «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія»*. – 2013. – № 3 (28). – С. 42-47.

5. Назарук М. В. Інформаційна технологія аналізу діяльності середніх шкіл / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2014. – № 783: «Інформаційні системи та мережі». – С. 458-466.

6. Григорович В. Г. Інформаційні параметри загальноосвітнього навчального закладу / В. Г. Григорович, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2012. – № 743: «Інформаційні системи та мережі». – С. 74-86.

7. Бомба А. Я. Побудова дифузійноподібної моделі інформаційного процесу поширення знанневого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2014. – № 800: «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». – С. 35-45.

8. Назарук М. В. Інформаційно-технологічний супровід системних трансформацій вітчизняної освітньої галузі / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Наукові праці Донецького національного технічного університету*. – 2014. – №1 (26): *Обчислювальна техніка та автоматизація*. – С. 160-168.

9. Бомба А.Я. Математична модель поповнення знаннєвого потенціалу агентів / А.Я. Бомба, Н.Е. Кунанець, М.В. Назарук, В.В.Пасічник // «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності»: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Вінниця 18-19 травня 2017 р.). – Вінниця, 2017 – С. 19-21.

10. Назарук М. В. Побудова інформаційної моделі школи за допомогою гіперкубу даних / М. В. Назарук, В. Г. Григорович // Сучасна наука в мережі Internet: Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – Київ, 2012. – С. 53-55.

11. Григорович В. Г. Управління проектом перспективних трансформацій загальноосвітнього навчального закладу / В. Г. Григорович, В. І. Кут, М. В. Назарук // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції (Миколаїв, 18-21 вересня 2012 р.). – Миколаїв, 2012. – С. 55-56.

12. Назарук М. В. Інформаційна модель навчального закладу / М. В. Назарук, В. Г. Григорович // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (Рівне, 22-23 лютого 2013 р.). – Рівне, 2013. – С. 112.

13. Назарук М. В. Інформаційна модель соціальної освітньої мережі міста / М. В. Назарук, А. А. Федонюк, В. В. Пасічник // Математика. Інформаційні технології. Освіта: II Міжнародна науково-практична конференція: тези доповідей (Луцьк-Світязь, 3-5 червня 2013 р.). – Луцьк, 2013. – С. 37-39.

14. Назарук М. В. Побудова соціальної освітньої мережі міста / В. В. Пасічник, М. В. Назарук // Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості: Всеукраїнська науково-практична конференція аспірантів, молодих учених і студентів (Івано-Франківськ, 8-11 жовтня 2013 р.). – Івано-Франківськ, 2013. – С. 103-104.

15. Пасічник В. В. Побудова соціальної освітньої мережі міста на основі теорії складних мереж / В. В. Пасічник, М. В. Назарук // Проблеми розвитку

вищої школи та економіки в XXI столітті: збірник тез виступів учасників Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 20-літньому ювілею МЕНУ ім. акад. С.Дем'янчука (3-4 жовтня 2013 р.). – Рівне: РВЦ МЕНУ ім. акад. С. Дем'янчука, 2013. – С. 108-110.

16. Назарук М. В. Багатовимірний аналіз діяльності середніх шкіл / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2014): X Міжнародна наукова конференція (Залізний Порт, 28-31 травня 2014 р.). – 2014. – С. 126-127.

17. Бомба А. Я. Математична дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Математика. Інформаційні технології. Освіта: III Міжнародна науково-практична конференція (Луцьк-Світязь, 6-8 червня 2014 р.). – Луцьк, 2014. – С. 16-17.

18. Пасічник В. В. Інформаційна модель освітнього соціокомунікаційного середовища крупного міста / В. В. Пасічник, М. В. Назарук // Інтернет-Освіта-Наука-2014: Дев'ята Міжнародна науково-практична конференція (Вінниця, ВНТУ, 14-17 жовтня 2014 р.). – Вінниця, 2014. – С. 21-22.

19. Bomba A. Development models of informational process of the knowledge potential propagation / A. Bomba, M. Nazaruk, V. Pasichnyk, A. Fedonyk // Computer Sciences and Information Technologies: The 9th International Scientific and Technical Conference CSIT 2014 (18-22 November 2014, Lviv, Ukraine). – Lviv, 2014. – P. 130-132.

20. Бомба А. Я. Дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, В. В. Пасічник, М. В. Назарук, // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали V Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2015. – Тернопіль: ТНЕУ, 2015. – С. 14.

21. Пасічник В. В. Формування кліків в межах освітнього середовища на рівні шкіл міста / В. В. Пасічник, М. В. Назарук, Н. Е. Кунанець // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів: Матеріали Міжнародної наукової конференції (Рівне, 19-22 лютого 2015 р.). – Рівне, 2015. – С. 127.

22. Бомба А. Я. Інформаційна технологія багатовимірного аналізу даних діяльності вищих навчальних закладів у великому місті / А. Я. Бомба, Н. Е. Кунанець, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Інтернет-освіта-наука-2016: зб. праць: Десята міжнародна науково-практична конференція ІОН-2016 (11-14 жовтня, 2016). – Вінниця : ВНТУ, 2016 – С.175-176.

23. Бомба А. Я. Архітектура програмно-алгоритмічного комплексу багатовимірного аналізу даних щодо діяльності ЗВО у великому місті / А. Я. Бомба, Н. Е. Кунанець, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем: зб. праць, XIII міжнародна науково-практична конференція ТАAPSD-2016 (5-9 грудня, 2016). – Київ : КНУ ім. Шевченка, 2016 – С. 26-30.

24. Назарук М. В. Інформаційна технологія «Великих даних» в процесах аналізу освітнього соціокомунікаційного середовища міста / М. В. Назарук, Н. Е. Кунанець, В. В. Пасічник // Інформаційні технології, економіка та право: стан та перспективи розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції ІТЕП-2017 (Чернівці, 27-28 квітня 2017 р.). – Чернівці, 2017 – С.136-138.

SUMMARY

Nazaruk M. V. Information technology for modeling the educational social and communication environment of a large city. – Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for a candidate degree of technical sciences, specialty 05.13.06 – Information Technologies. – Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2018.

In the thesis, it is solved the important scientific task of developing information technologies for modeling the educational social and communication environment of a large city for information and technological support of specialist training.

In the introduction it is substantiated the relevance of the dissertation, it is described and analyzed the connection of work with scientific programs, plans and themes, it is defined the purpose and the objectives of the study, as well as examined the subject and the object of the study, and the list of the research methods used to achieve the goal of the work is given. The scientific novelty and practical value of the obtained results are stated, as well as personal contribution of the applicant. Also, it is given information about approbation and publication of the results of the dissertation research.

In the first chapter an analytical review of the current state of scientific research and information technologies for modeling the educational social and communication environment of a large city is conducted. The general description of the educational communication environment in the smart city is given, the analysis of the problem of the choice of the professional direction is carried out and the main social and economic factors influencing the decision making on the choice of the profession by an entrant are considered. This chapter also presents a conceptual component of information and technological support for the training specialists in the educational social and communication environment in a large city.

The second chapter describes the formal model of the educational social and communication environment of the city and presents a conceptual model of information and technological support for the specialist training.

For the first time a model of the data analysis procedure is developed to determine the person's professional inclinations and abilities on the basis of the results of vocational guidance tests (professional orientation questionnaire by J. Holland, questionnaire on professional inclinations by L. Yovashi, questionnaire on the determination of profession type by E. Klimov, questionnaire of interests by A. Holomshtok), which enabled to estimate comprehensively the professional personality traits. A class of models of the dissemination process of knowledge

potential in the social and communication environment of a large city is developed, which is used to form the educational trajectory of a person and to choose the most successful educational and professional growth. In particular, the mathematical model of the processes of knowledge potential redistribution between the agents belonging to one educational social and communication community (clique), as well as between agents of various cliques within the school educational level of the city, is constructed. The model of mutual influence of the knowledge potential components of different agents within the specified cliques by using differential equations of diffusion type is developed, which, in contrast to the existing ones, takes into account the multicomponent of the knowledge potential of a person.

In the third chapter, the method of determining the professional type of a personality based on the results of vocational guidance testing in the part of the complex assessment of a person has been improved, which made it possible to formulate recommendations on the choice of profession in accordance with the State Classifier of professions.

Using the method of constructing hypercube data, the method of analysis of educational activities of professionally technical schools and higher educational institutions in the city acquires further development, which, unlike similar ones, provides personalized recommendations to users about the choice of an educational institution.

In the fourth chapter it is designed a structurally functional model of software and algorithmic complex (SAC), which implements information technology for modeling the educational social and communication environment in a big city and supporting the specialist training. The algorithm of its work in the process of user exploitation is provided and the features of the software implementation are described, as well as the operating procedures, the requirements for computer resources and the technical specifications are listed. The comparative analysis of the developed software is done with existing analogues, which made it possible to confirm that the proposed software and algorithmic complex firstly combines all stages of training specialists in the integrated system to meet the needs of a person

and labor market requirements of the city and can be used at employment centers, secondary schools, on professional trainings, re-training courses to provide personalized recommendations to users on the choice of profession and educational institution.

The main results of the work are used in the Ternopil Smart City Research Laboratory, implemented in the educational process of the Department of Informatics and Applied Mathematics at Rivne State Humanitarian University, the Department of Information Systems and Networks at Lviv Polytechnic National University, the Department of Higher Mathematics and Informatics of the Eastern European National University named after Lesya Ukrainka and the Department of Computer Systems and Technologies of the Private Higher Educational Institution «Bukovina University»

Key words: information technology, educational social and communication environment, agent, professional orientation test, hypercube, knowledge potential.

Scientific papers, in which the main scientific results of the dissertation are published:

1. Bomba A. Ya. A generalized diffusion-like model of the information process for the dissemination of the knowledge potential / A. Ya. Bomba, M.V Nazaruk, N. E. Kunanets, V. V. Pasichnyk // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2015. – No. 3. – P. 64-70.

2. Bomba A. Constructing the diffusion-like model of biocomponent knowledge potential distribution / A. Bomba, M. Nazaruk, N. Kunanets, V. Pasichnyk // International Journal of Computing. – 2017. – Vol. 16(2). – P. 74-81.

3. Nazaruk M.V. Software-algorithmic complex of informational and technological support of training specialists in the conditions of smart city / M.V. Nazaruk, V.V. Pasichnyk // Scientific Bulletin of NLTU. – 2017 – No. 27 (9). – P. 78-85.

4. Nazaruk M.V. Modeling of the urban educational environment as a profile social network / M.V. Nazaruk, V.V. Pasichnyk // International scientific and

technical magazine «Information Technology and Computer Engineering». – 2013. – No. 3 (28). – P. 42-47.

5. Nazaruk M.V. Information technology for the analysis of secondary schools activity / M.V. Nazaruk, V.V. Pasichnyk // Bulletin of the National University «Lviv Polytechnic». – 2014. – No. 783: Information systems and networks. – P. 458-466.

6. Grigorovich V.G. Informational parameters of secondary schools / V.G. Grigorovich, M.V. Nazaruk, V.V. Pasichnyk // Bulletin of the National University «Lviv Polytechnic». – 2012. – No. 743: Information systems and networks. – P. 74-86.

7. Bomba A. Ya. Construction of a diffusion-like model of the information process for the dissemination of the knowledge potential / A.Ya. Bomba, M.V. Nazaruk, V. V. Pasichnyk // Bulletin of the National University «Lviv Polytechnic». – 2014. – No. 800: Computer Science and Information Technology. – P. 35-45.

8. Nazaruk M.V. Informational and technological support of system transformations of the domestic educational branch / M.V. Nazaruk, V.V. Pasichnyk // Scientific papers of Donetsk National Technical University. – 2014. – №1 (26): Computing and Automation. – P. 160-168.

9. Bomba A. Ya. Mathematical model of replenishment of knowledge potential of agents / A. Ya. Bomba, N. E. Kunanets, M.V. Nazaruk, V. V. Pasichnyk // «Mathematics and Computer Science in Higher Education: challenges of modernity»: Materials of the Ukrainian scientific and practical conference (Vinnytsia 18-19 may 2017). – Vinnytsia, 2017 – P. 19-21.

10. Nazaruk M.V. Construction of an informational model of a school with the help of a hypercube of data / M.V. Nazaruk, V.G. Grigorovich // Modern science in the Internet: Materials of the eighth international scientific-practical Internet conference. – Kyiv, 2012. – P. 53-55.

11. Grigorovich V.G. Project Management of Perspective Transformations of a General Educational Institution / V.G. Grigorovich, V.I. Kut, M.V. Nazaruk // Project

Management: Status and Prospects: The 9th International Scientific and Practical Conference (Mykolaiv, 18-21 September 2012). – Mykolaiv, 2012. – P. 55-56.

12. Nazaruk M.V. Information Model of an Educational Institution / M.V. Nazaruk, V.G. Grigorovich // Modern problems of mathematical modeling and computational methods: Materials of the Ukrainian Scientific Conference (Rivne, 22-23 February 2013). – Rivne, 2013. – P. 112.

13. Nazaruk M.V. Information model of the social educational network of the city / M.V. Nazaruk, A.A. Fedonyuk, V.V. Pasichnyk // Mathematics. Information Technology. Education: II International scientific and practical conference (Lutsk-Svityaz, 3-5 June 2013). – Lutsk, 2013. – P. 37-39.

14. Pasichnyk V.V. Construction of the social educational network of the city / V.V. Pasichnyk, M.V. Nazaruk // Information Technologies in Education, Technology and Industry: Ukrainian Scientific and Practical Conference of Postgraduate and Students (Ivano-Frankivsk, 8-11 October 2013). – Ivano-Frankivsk, 2013. – P. 103-104.

15. Pasichnyk V.V. Construction of the social educational network of the city on the basis of the theory of complex networks / V.V. Pasichnyk, M.V. Nazaruk // Problems of the Development of Higher School and Economics in the XXI Century devoted to the 20th anniversary of the MEGU them. acad. S. Demianchuk Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Rivne, 3-4 October 2013). – Rivne, 2013. – P. 108-110.

16. Nazaruk M.V. Multidimensional Model for the Analysis of Secondary School Activities / M.V. Nazaruk, V.V. Pasichnyk // : Intelligent Decision-Making and Computing Intelligence Systems (ISDMCI'2014): X International Scientific Conference (Iron Port, 28-31 May 2014). – Iron Port, 2014. – P. 126-127.

17. Bomba A.Ya. Mathematical diffusion-like model of the information process for the dissemination of knowledge potential / A.Ya. Bomba, M.V. Nazaruk, V.V. Pasichnyk // Mathematics. Information Technology. Education: III International Scientific and Practical Conference (Lutsk-Svityaz, 6-8 June 2014). – Lutsk, 2014. – P. 16-17.

18. Pasichnyk V.V. Information model of the educational socio-communicative environment of a large city / V.V. Pasichnyk, M.V. Nazaruk // Internet-Education-Science-2014: Ninth International Scientific-Practical Conference (Vinnytsia, VNTU, 14-17 October 2014.). – Vinnytsya, 2014. – P. 21-22.

19. Bomba A. Development models of the informational process of knowledge potential propagation / Andriy Bomba, Mariya Nazaruk, Volodymyr Pasichnyk, Anatoly Fedonyk // Computer Sciences and Information Technologies: The 9th International Scientific and Technical Conference (Lviv, Ukraine, 18-22 November 2014). – Lviv, 2014. – P. 130-132.

20. Bomba A.Ya. Diffusion-like model of information process for the dissemination of knowledge potential / A.Ya., Bomba, V.V. Pasichnyk, M.V. Nazaruk, // Modern Computer Information Technologies: Materials of V Ukrainian School-Seminar for Young Scientists and Students ASIT'2015. – Ternopil: TNEU, 2015. – P. 14.

21. Pasichnyk V.V. Formation of clicks within the educational environment at the level of city schools / V.V. Pasichnyk, M.V. Nazaruk, N.E. Kunanets // Modern problems of mathematical modeling and computational methods: Materials of the International Scientific Conference (Rivne, 19-22 February 2015). – Rivne, 2015. – P. 127.

22. Bomba A.Ya. Information technology of multidimensional data analysis of higher education institutions activities in a large city / A.Ya. Bomba, N.E. Kunanets, M.V. Nazaruk, V.V. Pasichnyk // Internet-education-science-2016: Tenth International Scientific and Practical Conference ION-2016 (11-14 October 2016). – Vinnytsia: VNTU, 2016 – P.175-176.

23. Bomba A.Ya. Architecture of a software-algorithmic complex of multidimensional data analysis on the activities of higher educational institutions in a large city / A.Ya. Bomba, N.E. Kunanets, M.V. Nazaruk, V.V. Pasichnyk // Theoretical and Applied Aspects of Programming Systems Building: XIII International Scientific and Practical Conference TAAPSD-2016 (5-9 December 2016). – Kyiv: KNU them. Shevchenko, 2016 – P. 26-30.

24.Nazaruk M.V. Information technology of big data in the processes of analysis of the educational socio-communicative environment of the city / M.V.Nazaruk, N.E. Kunanets V.V. Pasichnyk // Information Technologies, Economics and Law: Status and Prospects for Development: Materials of the International Scientific and Practical Conference (Chernivtsi 27-28 April 2017). – Chernivtsi, 2017 – P.136-138.

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	19
ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ОСВІТНЬОГО СОЦІОКОМУНІКАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ВЕЛИКОГО МІСТА	27
1.1. Характеристика освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста	27
1.2. Понятійна складова персоналізованого вибору професії та інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста	34
1.3. Аналіз інформаційних технологій професійної орієнтації в соціокомунікаційному середовищі міста	35
1.4. Аналіз моделей та методів інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста	39
1.4.1. Моделі поширення знань в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста	44
1.5. Постановка задачі дослідження	48
Висновки до розділу 1	50
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СУПРОВОДУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ В ОСВІТНЬОМУ СОЦІОКОМУНІКАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ МІСТА	51
2.1. Формальна модель освітнього соціокомунікаційного середовища міста	51
2.2. Формування кліків в межах освітнього соціокомунікаційного середовища міста	54
2.3. Етапи інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста	56

2.4. Аналіз даних профорієнтаційного тестування	57
2.4.1. Модель процесу аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи	59
2.5. Комплексна модель процесу поширення «знаннєвого потенціалу»	66
2.5.1. Алгоритму розрахунку перерозподілу «знаннєвого потенціалу» в часі	70
2.5.2. Узагальнення математичних моделей поширення «знаннєвого потенціалу»	71
2.6. Формування індивідуальної навчальної траєкторії	74
Висновки до розділу 2	78
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ ОСОБИ В ОСВІТНЬОМУ СОЦІОКОМУНІКАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ВЕЛИКОГО МІСТА	79
3.1. Метод встановлення відповідності визначеного професійного типу особистості професіям, що подані в Національному класифікаторі професій	79
3.2. Метод моніторингу ринку праці міста	83
2.2.1. Аналіз вакансій Державної служби зайнятості	83
3.2.2. Контент-аналіз сайтів з вакансіями	84
3.3. Простір даних закладів освіти міста	86
3.3.1. Характеристика сховища даних комплексної оцінки освітньої діяльності навчальних закладів міста	87
3.3.2. Технологія комплексного багатовимірного аналізу даних освітньої діяльності навчальних закладів міста	89
3.4. Метод оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів	99
Висновки до розділу 3	106
РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМІЧНИЙ КОМПЛЕКС ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СУПРОВОДУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ	107

4.1. Функціональне призначення.....	107
4.2. Структурно-функціональна модель програмно-алгоритмічного комплексу	108
4.3. Особливості програмної реалізації	112
4.3.1. Розроблення бази даних	115
4.3.2. Опис елементів інтерфейсу	117
4.3.3. Технічні характеристики	123
4.4. Апробація результатів дисертаційного дослідження	124
4.5. Порівняння характеристик програмно-алгоритмічного комплексу з аналогами	127
Висновки до розділу 4	129
ВИСНОВКИ	130
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	132
ДОДАТКИ	147

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ISCO	Міжнародна стандартна класифікація професій (англ. International Standard Classification of Occupations)
MVC	архітектурний шаблон, який використовується під час проектування та розробки програмного забезпечення (англ. Model View Controller)
MVVM	Шаблон проектування, що застосовується під час проектування архітектури за стосунків (англ. Model-View-ViewModel)
OLAP	Аналітичне опрацювання даних в реальному масштабі часу (англ. On-line Analitical Processing)
PHP	Скриптова мова програмування (англ. Hypertext Preprocessor)
SPA	Односторінковий веб-застосунок (англ. single-page application)
SQL	Структурована мова запитів (англ. Structuted Query Language)
БД	База даних
ЗВО	Заклад вищої освіти
ЗО	Заклад освіти
ЗП	Знаннєвий потенціал
ІД	Інтеграція даних
ІНТ	Індивідуальна навчальна траєкторія
ІР	Інформаційний ресурс
ІС	Інформаційна система
ІТ	Інформаційна технологія
КП	Класифікатор професій
ОКІ	Опитувальник кола інтересів
ОПН	Опитувальник професійних нахилів
ОПС	Опитувальник професійної спрямованості
ОСС	Освітнє соціокомунікаційне середовище
ОТП	Опитувальник визначення типу професії
ПАК	Програмно-алгоритмічний комплекс
СД	Сховище даних
СУБД	Система управління базами даних
ТП	Тест на профорієнтацію

ВСТУП

Актуальність теми. Місто як конструктивний суспільний соціотвірний елемент є продуцентом і основним споживачем широкого спектру ресурсів різноманітної природи, одним з видів яких є, зокрема, освітні інформаційні ресурси. Характерною сучасною візією останніх років на концепт «місто» є його трактування з позиції «розумного» міста, як сучасної моделі міської трансформації, де з використанням інформаційних технологій вирішуються найскладніші проблеми якісних змін системи управління і створення умов розвитку кожного мешканця та громади загалом. Головною метою формування сучасного високотехнологічного освітнього соціокомунікаційного середовища «розумного» міста є максимальне задоволення освітніх потреб міського населення, зокрема обрання та набуття професії, з урахуванням особистісних характеристик претендентів та потреб міської громади.

В роботах С. Ленгфорда, М. Скотленда, Дж. Сміта, Дж. Джафарі, С. Купера, Р. Макінтоша, Д. Маккенела, Дж. Рітчі, А. Холдена, Дж. Трайба, Р. Шеферда, С. Голднера та інших наведені вимоги до змісту та форм підготовки майбутніх фахівців. Ідеї та методи системної оптимізації навчального процесу запропоновані та опрацьовані в роботах академіка В. Глушкова та розвинені у працях І. Сіроджи, К. Жука, В. Волковича, В. Міхалевича. Актуальні дослідження щодо сфери підготовки фахівців, взаємодії ринків праці та освітніх послуг, проведені О. Новіковою, Н. Лук'яненком, О. Балакіревим, Д. Богинею, О. Краттом, Б. Данилишиним, А. Колотом, С. Бандуром, Е. Лібановим В. Куценком, О. Мартяковою, Н. Анішиною, І. Гнибіденком та ін.

Аналіз досліджень засвідчив, що основна увага вчених зазвичай приділялася розробленню моделей, в яких відображенні процеси взаємодії об'єктів освітньої галузі та ринку праці, модернізації освітніх програм та системи освіти загалом. Водночас, не у всіх випадках ці результати можуть безпосередньо використовуватись на практиці. Потребують дослідження

питання моделювання міського соціокомунікаційного середовища, такі як: розроблення моделей супроводу підготовки фахівців з урахуванням інтересів, здібностей, особистісних характеристик, специфічних психофізіологічних рис осіб та потреб роботодавців, які пов'язували б розвиток системи освіти у регіональному вимірі з трансформаціями, які відбуваються в економіці міст та територіальних громад, дослідження попиту на відповідні освітні послуги. Необхідність системного аналітичного дослідження процесів інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців шляхом розроблення інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста становить актуальну наукову задачу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Тема дисертації відповідає науковому напрямку «Дослідження, розробка та впровадження інтелектуальних розподілених інформаційних технологій та систем на основі ресурсів баз даних, сховищ даних, просторів даних та знань з метою прискорення процесів формування сучасного інформаційного суспільства» кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка». Дисертація виконана в межах науково-дослідних робіт кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», зокрема «Науково-освітнє соціокомунікаційне середовище великого міста: моделювання, прототипування, інформаційні технології» (№ державної реєстрації 0116U006723), держбюджетної теми «Інформаційна технологія формування соціокомунікаційного середовища територіальних громад» (№ державної реєстрації 0117U007174), в яких здобувач була виконавцем окремих етапів, завдань та розділів.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розроблення інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста для інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців.

Мета дисертаційної роботи визначила необхідність виконання таких завдань:

- аналіз особливостей, недоліків та переваг наявних інформаційних технологій та систем, що використовуються для супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі великого міста;
- побудова моделі процесу аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи;
- розроблення комплексної моделі процесу поширення «знаннєвого потенціалу» в соціокомунікаційному середовищі великого міста для формування особистісно-орієнтованої освітньої траєкторії особи та вибору найбільш вдалого професійного зростання;
- удосконалення методу визначення професійного типу особистості;
- розроблення методу аналізу освітньої діяльності навчальних закладів міста;
- розроблення та апробування на основі отриманих результатів програмно-алгоритмічного комплексу, який реалізує інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста для супроводу підготовки фахівців.

Об'єкт дослідження – освітні процеси в соціокомунікаційному середовищі великого міста.

Предмет дослідження – методи та засоби інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста.

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених в дисертаційній роботі завдань використано: методи сформовані на основі теорії графів та системного аналізу – для формального опису освітнього соціокомунікаційного середовища міста; методи математичної логіки – для визначення професійних нахилів та здібностей особи; числові методи розв'язання диференціальних рівнянь – для розроблення моделей інформаційного процесу поширення «знаннєвого потенціалу»; методологію багатовимірному аналізу даних, теоретичні засоби побудови сховищ даних – для аналізу освітньої діяльності

навчальних закладів міста; методи об'єктно-орієнтованого аналізу та проектування – для розроблення інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у тому, що:

вперше розроблено:

- модель процесу аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи на основі результатів системи профорієнтаційних тестів, на підставі чого були визначені професійні особливості особи;

- комплексну модель процесу поширення «знаннєвого потенціалу» в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста, шляхом використання диференціальних рівнянь дифузійного типу, яка враховує багатокomпонентність «знаннєвого потенціалу» особи і може використовуватися для формування її особистісно-орієнтованої освітньої траєкторії.

удосконалено

- метод визначення професійного типу особи на основі результатів профорієнтаційного тестування в частині її комплексної оцінки, який, на відміну від існуючих, дозволив автоматизувати процес формування рекомендацій щодо вибору професії у відповідності з Державним класифікатором професій.

отримав подальший розвиток

- метод аналізу освітньої діяльності навчальних закладів на основі гіперкубів даних, який, на відміну від існуючих, формує персоналізовані рекомендації користувачам щодо вибору ними навчального закладу міста для здобуття фаху.

Практичне значення одержаних результатів: розроблений програмно-алгоритмічний комплекс, який реалізує інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста та може бути використаний у центрах зайнятості, загальноосвітніх навчальних закладах, під

час професійних тренінгів та курсів перекваліфікації для надання персоналізованих рекомендацій користувачам щодо вибору професії та навчального закладу; використання методу визначення професійного типу особистості дає можливість оптимізувати процес персоналізованого вибору професії і зменшити на 15 % час проходження профорієнтаційних тестів та інтерпретації їх результатів.

Результати досліджень впроваджені та використовуються у роботі науково-дослідної лабораторії «Розумне місто Тернопіль», товариством з обмеженою відповідальністю «Креденс Феніче». Окремі положення дисертаційного дослідження використовувались під час виконання науково-дослідних робіт кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», впроваджені у навчальний процес кафедри інформатики та прикладної математики Рівненського державного гуманітарного університету, навчальній та науково-методичній роботі кафедри вищої математики та інформатики Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки та кафедри комп'ютерних систем та технологій Приватного вищого навчального закладу «Буковинський університет».

Впровадження матеріалів досліджень підтверджено відповідними актами.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належить: [1-2, 9, 19] – розроблення комплексної моделі процесу поширення «знанневого потенціалу»; [3] – розроблення структури та алгоритму роботи програмно-алгоритмічного комплексу супроводу підготовки фахівців, модель аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи; [4, 13-15, 18, 21] – характеристика освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста; [5, 6] – розроблення багатовимірної моделі та методу оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів міста на основі формування гіперкубів даних; [7, 17, 20] – опис математичних моделей поширення «знанневого потенціалу»; [8] –

дослідження характеристик освітніх рівнів Міжнародної системи класифікації освіти; [10-12] – аналіз параметрів та класифікація атрибутів оцінювання діяльності навчальних закладів; [16, 22, 23] – багатовимірний аналіз даних щодо діяльності вищих навчальних закладів; [24] – опис інформаційної технології великих за обсягом даних для аналізу освітнього соціокомунікаційного середовища «розумного» міста.

Апробація результатів дисертації. Основні наукові та практичні результати роботи доповідались та обговорювались на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, зокрема: 8-й Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасна наука в мережі Internet» (Київ, 2012 р.); VIII міжнародній науково-практичній конференції «Управление проектами: состояние и перспективы» (Миколаїв, 2012 р.); Всеукраїнській науковій конференції «Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів» (Рівне, 2013 р.); II та III Міжнародних науково-практичних конференціях «Математика. Інформаційні технології. Освіта» (Луцьк – Світязь, 2013, 2014 рр.); Всеукраїнській науково-практичній конференції аспірантів, молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості» (Івано-Франківськ, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми розвитку вищої школи та економіки в XXI столітті» (Рівне, 2013 р.); X Міжнародній науковій конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень та обчислювального інтелекту (ISMCI'2014)» (Євпаторія, 2014 р.); 9-й Міжнародній науково-практичній конференції «Інтернет – Освіта – Наука» (Вінниця, 2014 р.); 9-тій Міжнародній науково-технічній конференції «Computer Sciences and Information Technologies» (Україна, Львів, 2014); Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів» (Рівне, 2015 р.), V Всеукраїнській школі-семінару молодих вчених і студентів «АСІТ'2015» (Тернопіль, 2015 р.), Десятій міжнародній науково-практичній конференції «Інтернет – Освіта – Наука» (Вінниця, 2016 р.), XIII міжнародній науково-практичній конференції «Теоретичні та прикладні аспекти побудови

програмних систем» (Київ, 2016 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології, економіка та право: стан та перспективи розвитку» (Чернівці, 2017 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності» (Вінниця, 2017 р.).

Матеріали дисертації неодноразово доповідалися та обговорювалися на наукових семінарах кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка».

Публікації. За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 24 наукові праці, в тому числі 8 статей у наукових фахових виданнях України, з яких 3 у виданнях, що включені до наукометричних баз даних (Web of science, Scopus, Index Copernicus) [1-3]; 16 публікацій у працях міжнародних та всеукраїнських наукових та науково-технічних конференцій.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 124 найменувань та чотирьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 169 сторінок, з них 131 сторінок основного тексту, який містить 52 рисунки та 9 таблиць.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ОСВІТНЬОГО СОЦІОКОМУНІКАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ВЕЛИКОГО МІСТА

У першому розділі на основі проведеного аналізу сучасного стану наукових досліджень та інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста здійснено постановку завдання дослідження, подано загальну характеристику освітнього соціокомунікаційного середовища та сформовано базовий понятійний апарат предметної області інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців.

1.1. Характеристика освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста

В дисертаційному дослідженні в якості базової структурної одиниці аналізу соціокомунікаційного середовища обрано міський соціополіс, який за твердженням широкого кола фахівців відіграє роль рушійної сили економік країн та суспільств, осередком культури й освіти, майданчиком для реалізації і впровадження технологічних та соціальних інновацій.

У ст. 133 Конституції України місто визначається одним з елементів системи адміністративно-територіального устрою держави [25]. *Місто* – це історично обумовлена форма поселення, яка характеризується певною територією та чисельністю мешканців, має внутрішні зв'язки і закономірності подальшого розвитку, створює сприятливі умови для повноцінного розвитку особистості, які обумовлені різноманітністю людської діяльності, спрямованої на реалізацію можливостей міського простору за конкретних економічних, соціальних, політичних та інших умов [26].

Велике місто – це населений пункт (100-250 тисяч мешканців), жителі якого в основному зайняті в сферах промисловості, послуг, управління, науки, культури. Велике місто характеризується високою щільністю і складною

структурою населення; високим рівнем освіти мешканців; розвиненим промисловим потенціалом і кваліфікованими трудовими ресурсами; концентрацією політичної еліти й фінансового капіталу; високим рівнем культури та мистецтва [27].

Міста, а особливо великі, відносять до класу гіперскладних систем, характерними ознаками яких є зазначена наявність інтелектуальної складової, надвисока складність і динамізм. Поліфункціональність великих міст обумовлює необхідність врахування соціальних, економічних, технологічних, екологічних, естетичних, історичних та інших характеристик, відносин і зв'язків при формуванні стратегій їх розвитку .

Однією з сучасних візій концепту «місто» є використання поняття **«розумне» місто** (smart city) як сучасної моделі міської спільноти, в якій інформаційні технології дозволяють вирішувати найскладніші проблеми, якісно змінити систему управління і створити умови для розвитку кожного мешканця та міської громади загалом. Концепція "розумного" міста передбачає модернізацію інфраструктури міста з принципово новими можливостями ефективного управління, високим рівнем різнопланових сервісів та надійної безпеки [28] (рис. 1.1). Термін «розумне» місто використовується у фахових та наукових джерелах [29-33] в контексті формування високотехнологічних соціополісів і безпосередньо корелюється з процесами формування системних засад інформаційного суспільства.

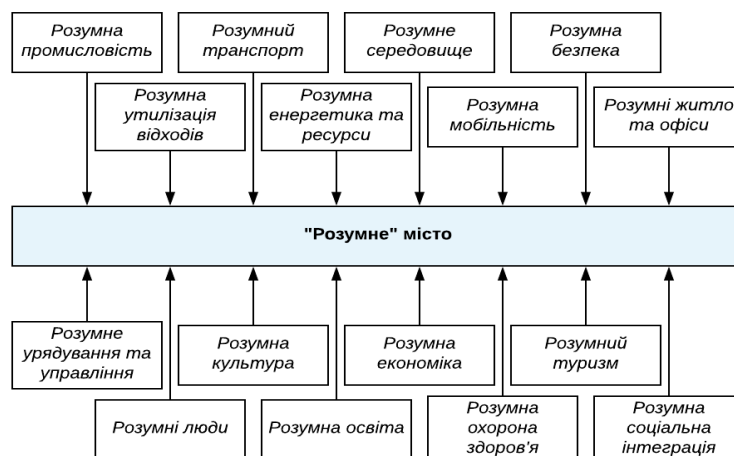


Рисунок – 1.1. Базові складові концепту «розумне» місто

«Розумне» місто – це сучасна модель міської спільноти, в якій використовуються інформаційні технології, такі як: «Інтернет речей», «Хмарні обчислення», «Простори та сховища даних», «Великі за обсягом дані» на базі розлогих геоінформаційних платформ з метою модернізації інфраструктури міста з принципово новими можливостями централізованого управління, новим рівнем сервісів, що надаються та безпеки (рис. 1.2) [34-36].

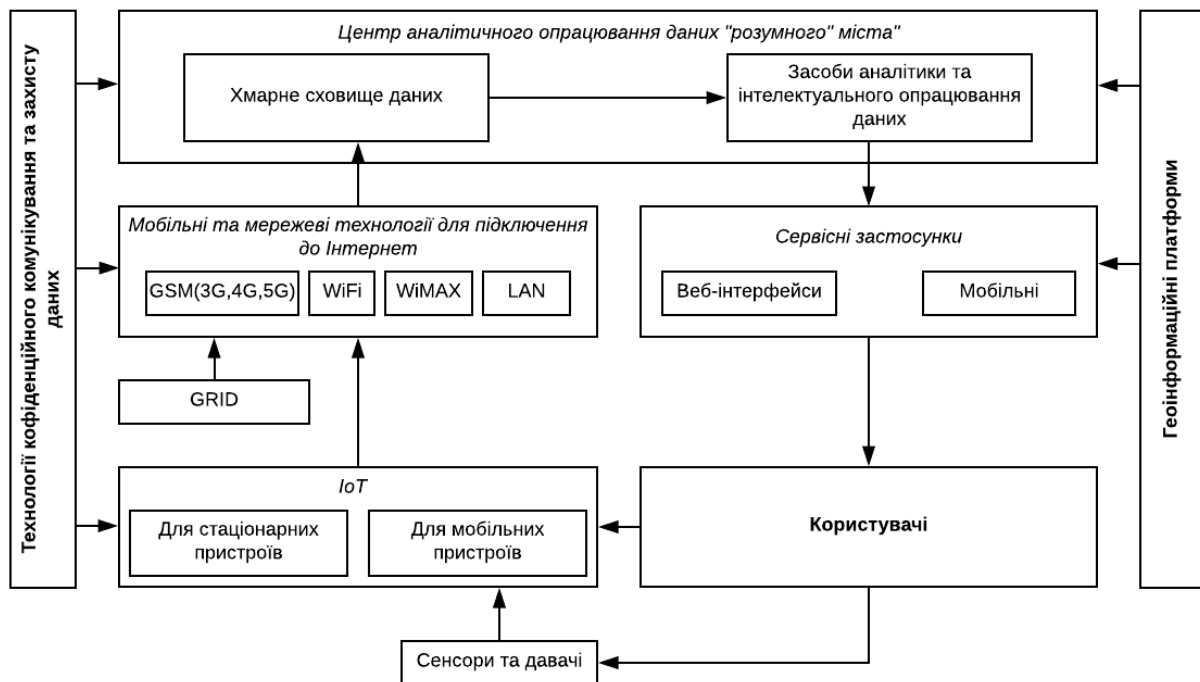


Рисунок – 1.2. Взаємодія інформаційних технологій проектів «розумних міст»

Освіта, як один із факторів суспільного розвитку, сприяє розвитку формування творчості та інноваційного мислення, підвищує конкурентоспроможність міських осередків у стрімких процесах формування сучасної економіки знань. Водночас слід зазначити, що лише в декількох перспективних системних реалізаціях концептуальних засад «розумних» міст присутні профілі освітніх перспектив. Сформувалась нова інноваційна парадигма, яку фахівці компанії IBM називають "освітнім континуумом" (англ. "educational continuum"), який включає: технології для навчання упродовж життя (формування критичної думки, інформаційної грамотності тощо),

аналітику даних для аналізу студентських та інституційних даних і показників ефективності (що служить основою для покращення розподілу ресурсів, створення нових навчальних програм, тощо), персоналізовані навчальні траєкторії (обрання індивідуальних можливостей навчання), використання набутих компетентностей для розвитку економіки та зростання потенціалу міста загалом [37, 38].

Освітнє соціокомунікаційне середовище «розумного» міста є складною, багатокомпонентною, відкритою, динамічною, стохастичною системою [1]. До складу освітнього соціокомунікаційного комплексу міста входять:

- різнорівневі та різнопрофільні дошкільні, середні загальноосвітні, професійно-технічні й вищі навчальні заклади;
 - науково-методичні, науково-дослідні установи та проектні інститути;
 - науково-виробничі підприємства;
 - державні і місцеві органи управління освітою та ін.,
- які, водночас, є самочинними складними системами.

Стан такої гіперскладної системи змінюється під дією як зовнішніх, так і внутрішніх факторів. Перехід системи з одного стану в інший відбувається не миттєво, а з перебігом часу, причинно-наслідкові зв'язки у такій системі мають, зазвичай, складний ймовірнісний характер (рис. 1.3).

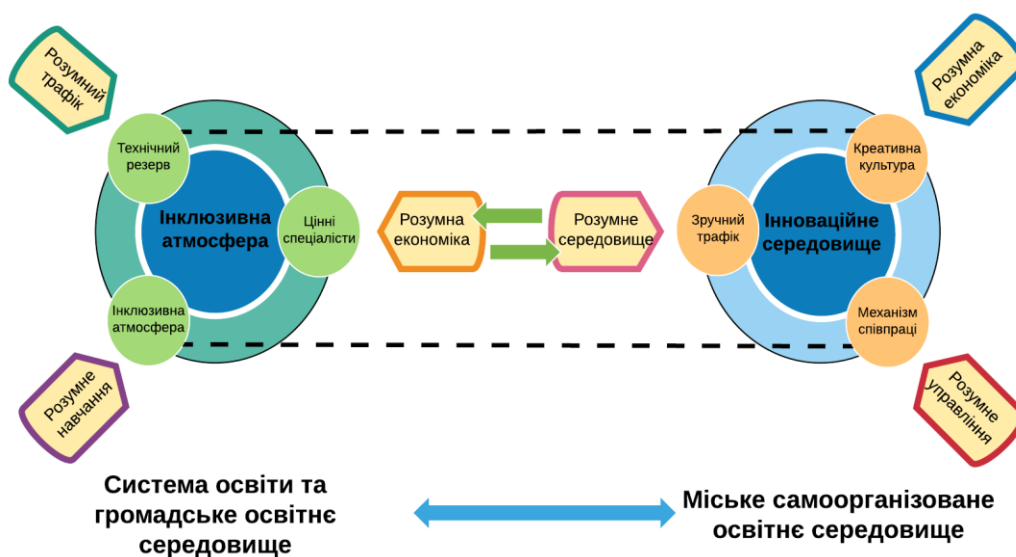


Рисунок – 1.3. Освітнє середовище «розумного» міста

Саме тому, важливою компонентою у портфелях проектів «розумних міст» є проекти щодо формування цілісної інноваційної освітньої системи міста, в якій передбачається обширний спектр інформаційних, телекомунікаційних та технологічних сервісів, що сприяють:

- підвищенню ефективності процесів здобуття нових і закріплення раніше набутих знань;
- набуттю професій потрібних місту;
- удосконаленню процесів обміну інформацією;
- просторовому наближенню та соціопсихологічній адаптації інформативних та пізнавальних освітніх матеріалів до кінцевого споживача.

В контексті реалізації зазначених проектів важливими, зокрема, є процедури обрання та набуття професії, з врахуванням особистісних характеристик претендентів та потреб міської громади. Процес прийняття рішення щодо обрання майбутнього фаху розпочинається ще під час навчання у школі та актуалізується при обранні предметів зовнішнього незалежного оцінювання. Ще одним важливим етапом у цьому ланцюжку є вибір навчального закладу для подальшого навчання та здобуття фаху.

Проблемами вибору майбутньої професії, професійного самовизначення і становлення фахівця присвячені роботи Thomas Buser [39], Glynis Breakwell [40], Nadya Fouad [41], Laura Nota [42], Charles Eesley [43], Frans Meijers [44], Van Aalderen-Smeets [45], Mann Ian Hacking [46], Andrea Ceschi [47], Helen MG Watt [48], Van der Gaag [49], Ioannis Dimitrakopoulos [50] та інші.

Дослідники аргументовано доводять, що правильний вибір професії позначається на успішності й продуктивності професійної діяльності в подальшому, реалізації особистісних потенціалів і, як наслідок, задоволеності особою своїм життям. Дійсно, згідно дослідження Міжнародного кадрового порталу HeadHunter (hh.ua) [51] у липні 2016 року більше половини українців працювало не за спеціальністю, при цьому кожен десятий працював за профілем деякий час після випуску з навчального закладу, але вже згодом

змінив професію, кожен третій обрав інший напрямок відразу після закінчення навчання (рис. 1.4).

Якщо в Україні майже половина населення працює не за спеціальністю, то в Німеччині – лише 10 %. За підрахунками зарубіжних вчених правильний і своєчасний вибір професії в шкільному віці в 2-2,5 разів зменшує плинність кадрів, в 1,5-2 рази знижує вартість їх підготовки, й на 10-15% збільшує продуктивність праці. За даними Кабінету міністрів України, загальні витрати на бюджетне навчання у вищих навчальних закладах у 2016 р. склали 19,3 млрд. грн. З огляду на коефіцієнт ефективності виходить, що близько 50 % цих коштів (9-10 млрд. грн., або близько 3 % держбюджету) марнуються. Таким чином, в Україні приблизно 70 % людей не використовують отриману базову освіту за призначенням, а це означає, що 70 % ресурсів системи освіти витрачається нераціонально або взагалі даремно [52].



Рисунок – 1.4. Результати опитування проведеного Дослідницьким центром Міжнародного кадрового порталу HeadHunter (в опитуванні взяли участь 1198 респондентів з різних регіонів України)

Такі цифри показують, що існує дисбаланс між системою освіти, профорієнтаційною роботою та потребами ринку праці. Все це має низку причин:

- невизначеність (незнання специфіки професії, її вимог);
- існування стороннього впливу (вибір професії формується на основі думок інших, «престижності» майбутньої спеціальності, тощо);
- важкість задачі (вибір професії представляє собою багатокритеріальну задачу);
- обмеженість часу (за короткий проміжок часу абітурієнту треба визначитися з професією).

Ітеративні процеси генерування рекомендацій абітурієнту щодо обрання ним фаху з максимальною відповідністю професійним нахилам та здібностям особистості, можливостей забезпечення відповідної підготовки, зокрема наявності у місті навчальних закладів, які готують фахівців за певною спеціальністю та ряду зовнішніх чинників потребують визначання та аналізу множини можливих факторів, що впливають на абітурієнта. В процесі аналізу враховувались ті фактори, вплив яких вважається найсуттєвішим, мова йде зокрема про сім'ю, процедури зовнішнього незалежного оцінювання, школу, перспективи розвитку тієї чи іншої галузі бізнесу та ін. (рис. 1.5).

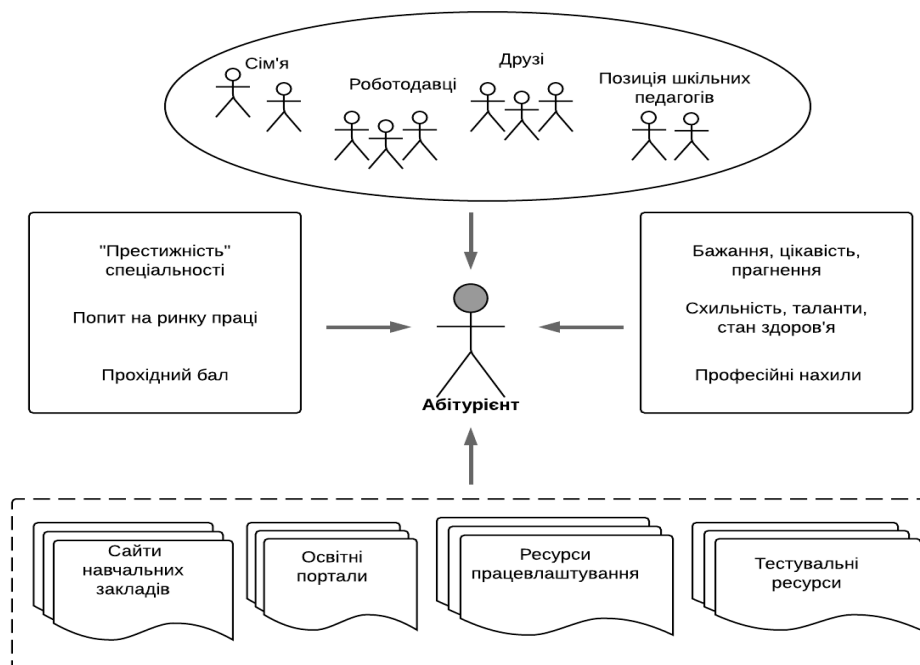


Рисунок – 1.5. Фактори, що впливають на вибір професії

1.2. Понятійна складова персоналізованого вибору професії та інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста

Аналіз процесу персоналізованого вибору професії дає змогу сформуванню базовий понятійний апарат предметної області інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі «розумного» міста.

Освітнє соціокомунікаційне середовище (ОСС) великого міста – багатоаспектна та поліфункціональна складна система, що функціонує й розвивається в реальному часі у визначеному територіальному просторі (реальному чи віртуальному), діяльність якої управляється і координується та реалізується педагогічний вплив об'єктивних і суб'єктивних факторів на суб'єкти навчального процесу.

Інформаційно-технологічний супровід підготовки фахівців – система взаємопов'язаних інформаційних технологій призначена для зниження трудомісткості та підвищення якості виконання завдань з організації та підготовки фахівців.

Професія – відокремлений («окреслений») у рамках суспільного поділу праці комплекс дій та відповідних знань, що вимагає відповідної освіти [53].

Спеціальність – комплекс набутих людиною знань і практичних навичок, що дає їй можливість займатися певним родом занять у якійсь галузі діяльності [54].

Кваліфікація – рівень підготовленості, майстерності, ступінь готовності до виконання праці за визначеною спеціальністю чи посадою, що визначається розрядом, класом чи іншими атестаційними категоріями.

Профорієнтація – це науково обґрунтована система соціально-економічних, психолого-педагогічних, медико-біологічних і виробничо-технологічних заходів щодо надання молоді особистісно-орієнтованої допомоги у виявленні й розвитку здібностей і схильностей, професійних і пізнавальних інтересів у виборі професії, а також формування потреби у праці й

готовності працювати в умовах ринку, багатшаровості форм власності й діяльності [55].

Профорієнтаційний тест (ПТ) – комплекс питань, відповідаючи на які максимально правдиво, особа проходить тестування психологічних та емоційних характеристик і професійних уподобань, який дозволяє здійснити вибір майбутньої професії, допомагає виявити інтереси і схильність особи до певної сфери діяльності [56].

Індивідуальна навчальна траєкторія (ІНТ) – персональна навчальна програма особи, що забезпечує набування професійних компетентностей, які відповідають її здібностям, інтересам, мотивації, психодинамічним характеристикам віку та рівню «знаннєвого потенціалу».

«Знаннєвий потенціал» (ЗП) – характеристика, за допомогою якої фіксується певний рівень знань особи, накопичених впродовж навчання, життєвого досвіду, тощо. В даній роботі задається шляхом експертного оцінювання, а в ролі експерта виступає вчитель (викладач).

1.3. Аналіз інформаційних технологій професійної орієнтації в соціокомунікаційному середовищі міста

Ряд дослідників пропонує використовувати інформаційні технології та інформаційні комплекси для супроводу процесів вибору професії, зокрема, мешканцями «розумних міст». Водночас наявні профільні інформаційні системи у цьому відношенні є ще недостатньо ефективними. Зокрема, практично відсутня можливість в одній інформаційній точці проаналізувати інформацію про людину як об'єкта профорієнтаційної та освітньої роботи та отримати вичерпні інформаційно-аналітичні дані регіонального ринку праці та освітніх послуг. Інформація в основному надається без належної достовірності і структуризації [57].

Певні технологічні напрацювання є в контексті обрання тієї чи іншої спеціальності при вступі до закладу вищої освіти. В ряді робіт запропоновано використовувати модульний принцип при розробленні рекомендаційної

системи, яка полегшувала б реалізацію процесів обрання фаху в конкретному навчальному закладі [58].

Джерела інформації щодо професійної орієнтації всесвітньої мережі поділяють на інтегровані та незалежні web-сторінки.

Інтегровані – це сторінки організацій та установ, які займаються професійним консультуванням. Вони містять як інформацію загального характеру, так і специфічну для даної установи. Як правило, користування ними є безкоштовним.

Незалежні – це web-сторінки, які не пов'язані між собою, вони включають інформацію про ярмарки вакансій, про професії, про навчальні пропозиції шкіл та вищих навчальних закладів, пропозиції роботи з описом підприємства, а також надають допомогу при прийнятті рішень щодо вибору майбутньої професії або про її зміну [58].

Відповідно до функціонального призначення інформаційні технології, зорієнтовані на забезпечення вирішення проблем професійної орієнтації молоді, умовно можна поділити на наступні класи [59, 60]:

Сайти навчальних закладів, які інформують про умови вступу навчання і напрями підготовки, спрямовані, передусім, на заохочення випускників вступити в той чи інший вищий навчальний заклад. Такі ресурси не орієнтовані на підтримання процесів індивідуального вибору професії, не дають обґрунтованих порад абітурієнту, а, натомість, створюють невизначеність щодо професії, оскільки молода людина вагається перед декількома рівноцінними або подібними варіантами вибору можливої спеціальності.

Освітні портали. До такого типу відносяться ресурси, які містять вичерпну інформацію про всі аспекти, які стосуються освіти загалом. Проте такі сайти не містять чітких порад для людей, які обирають професію, не надають можливості об'єктивного тестування на предмет професійної спрямованості, що допомогло би врахувати перед вибором спеціальності індивідуальні здібності, схильність до певного виду діяльності, психофізичні можливості молодої людини, регіональні аспекти тощо.

Ресурси працевлаштування. Цей тип інтернет-ресурсів є найпоширенішим серед подібних засобів. Як правило, за їх допомогою можна отримати відомості про перелік вакансій, про їх особливості та додаткові вимоги, про наявність вакансій у різних регіонах, а також встановити контакт із працедавцем. Недоліком таких ІТ є відсутність інформації про навчальні заклади, про те, де можна отримати відповідний фах, перекваліфікуватись чи здобути другу вищу освіту.

Тестувальні ресурси. Такий тип ІТ пропонує немалий вибір різних психологічних тестів, які стосуються вибору професії. Як правило, основний їх недолік – не містять інформації про подальше спрямування пошукувача професії, тобто про навчальні заклади, аспекти професії, перспективи працевлаштування, потрібність професії у наш час тощо.

Результати порівняння функціональних характеристик існуючих закордонних та вітчизняних онлайн-ресурсів професійної орієнтації подано в таблиці 1.1 («+» позначено функції, які реалізовані розглянутою системою, «-» – не реалізовані, «+/-» – реалізовані частково), аналіз проводився за наступними параметрами:

P_1 – визначення професійних нахилів та здібностей особи;

P_2 – інформування пошукувача про професії та їх характеристики;

P_3 – інформування про ринок освітніх послуг;

P_4 – моніторинг ринку праці;

P_5 – надання персоналізованих рекомендацій щодо вибору професії згідно особистих нахилів та потреб ринку праці;

P_6 – формування індивідуальної навчальної траєкторії.

Таблиця 1.1.

Онлайн-ресурси професійної орієнтації

Країна	Назва	Функціональні характеристики						Веб-адреса
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	
Сполучені штати Америки	SC Accelerate	-	+	+	+	+	-	http://scaccelerate.com/

Продовження таблиці 1.1.

	Hobsons	+	+	-	+	+	+/-	https://www.hobsons.com/
	What Career is Right for me	+	+	+	+	+/-	-	https://www.whatcareerisrightforme.com/
	American Job Center Network	+/-	+	+	+/-	+/-	-	https://www.onetonline.org/
Індія	“Ektishaf” Programme	+	+	+/-	+	+	+/-	http://www.iktshaf.com/index.php
Канада	Career Choice GPS	+	+	+/-	+	+	+/-	https://www.careerchoicegps.com/
Австралія	The Good Universities Guide	+	+	+	+	+/-	+/-	https://www.gooduniversitiesguide.com.au/
Польща	Mapa karier	-	+	+	+	-	-	https://mapakarier.org/
	Praca.gov.pl	+/-	+	+/-	+	-	-	http://www.praca.gov.pl
	Infopraca	+	+	+	+	+/-	+/-	http://kariera.infopraca.pl
Росія	Поступи онлайн	+	+	+	+/-	+/-	+/-	https://postupi.online/
	Смартія	+	+	-	-	+/-	-	https://smartia.me/
	Мое образование	+	+	+	-	+/-	+/-	https://moeobrazovanie.ru
Білорусь	Прафарыентацыя	+	+	-	-	-	+/-	http://proforient.ucoz.ru
Україна	Kariera	+	+/-	+/-	+	-	-	http://kariera.in.ua/
	Education.ua	-	+	+	-	-	+/-	https://www.education.ua
	Моя кар'єра	+	+/-	+/-	+	-	-	http://mycareer.org.ua
	Освіта.UA	-	+	+	-	-	-	http://osvita.ua/
	Інтернет-проект «Профорієнтація»	+	+	+	-	-	-	http://prof.osvita.org.ua

Проведений аналіз показав, що відомі інформаційні технології та інтернет-ресурси мають спеціалізований характер і орієнтовані на вирішення лише частки проблем, які виникають у процесі вибору професійного спрямування.

На сьогоднішній день в Україні відсутня комплексна технологія персоналізованого вибору професії в освітньому соціокомунікаційному середовищі «розумного» міста, яка поєднувала б в цілісній системі основні етапи підготовки фахівців з урахуванням потреб особистості, економічного і соціального розвитку та вимог ринку праці міста, громади чи регіону і системних устремлінь відповідних спільнот.

1.4. Аналіз моделей та методів інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста

Прийняття рішень щодо майбутнього професійного спрямування та вибору фаху пов'язане з задачами багатокритеріального вибору, такими як вибір професії, вибір навчального закладу, вибір перспективного місця майбутнього працевлаштування та ін. (рис. 1.6).

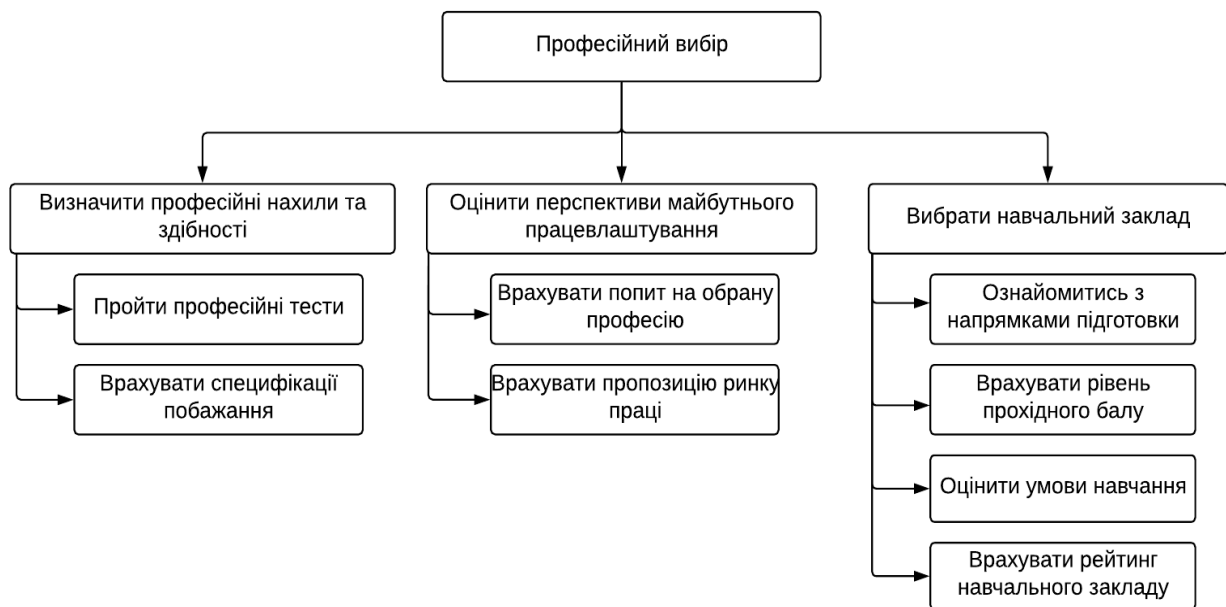


Рисунок – 1.6. Схема процесу прийняття рішень з професійного вибору

Задача обрання професії характеризується низкою чинників [61], серед яких доцільно виділити:

- *невизначеність* – інформація, необхідна для ухвалення рішень, не завжди наявна в потрібному в обсязі для здобуття абсолютного знання про об'єктивні та суб'єктивні фактори, притаманні спеціальності, параметри подання інформації вирізняються неоднозначністю;

- *багатокритеріальність* – передбачає наявність багатьох шляхів досягнення мети і для визначення найкращого варіанта її реалізації необхідно виконати оптимізаційні розрахунки;

- *одночасне врахування декількох факторів* - необхідність визначення впливів різних факторів, що задаються як кількісними, так і якісними критеріями, на підсилення або послаблення тієї чи іншої характеристики;

- *узгодження думок груп експертів* – дозволяє отримати достовірніші результати оцінювання;

- *багаторівневість системи локальних критеріїв та їх нерівнозначність* – надає можливість поєднання різних локальних критеріїв та багаторівневість переходів між елементами вибору;

- *багатократністю процесу вибору* – базується на неодноразовому повторенні процедури обрання фаху;

- *достовірність інформації* – властивість інформації, яка визначає ступінь об'єктивного, точного відображення подій, фактів, що мали місце.

Вимоги, які ставляться до процедури вибору, визначають вид задачі прийняття рішень. Найбільш поширеними вважаються наступні задачі вибору [62]:

1. Класифікація простору альтернатив (задачі розбиття альтернатив на класи, наприклад, навчальні заклади класифікуються за формою власності, рівнем акредитації, тощо).

2. Упорядкування альтернатив (моделювання проблеми рейтингування).

3. Вибір найкращої альтернативи (вибір ЗО, професії, місця роботи).

Системна модель задачі вибору в роботі [63] представлена наступним чином:

$$\{V, K, O, A, P_V | R_V\}$$

Відомими являються: V – вид задачі вибору, K – множина критеріїв, O – шкали оцінок, A – множина альтернатив, P_V – правило вибору.

Невідомим R_V – результат вибору, може бути:

- альтернативи розбиті на класи $R_V = \{(a, q) | a \in A, q - \text{клас(назва)}\}$
- визначений порядок альтернатив $R_V = \{(a, z) | a \in A, z - \text{ранг(номер)}\}$
- вибрано одну або декілька альтернатив $R_V = \{a^* = \text{argopt} P_V(K(a))\}$

Уніфікованої методики вирішення багатокритеріальних задач не існує, проте, проведений аналіз наукової літератури дозволяє виділити декілька загальних методів багатокритеріального вибору [64]:

- методи, засновані на кількісних вимірах: багатокритеріальна теорія корисності (Кіні, Райфа);
- методи, засновані на якісних вимірах: аналітичної ієрархії (Сааті), теорії нечітких множин (Заде);
- методи, засновані на кількісних вимірах, але використовують кілька індикаторів при порівнянні альтернатив: група методів Електра;
- методи, засновані на якісних вимірах: вербальний аналіз рішень (Петровський, Ройзензон).

Для вирішення багатокритеріальних задач часто використовують теорію «нечітких множин». Нечітка множина A за Лофрі Заде – це пара (μ, X) , де $\mu: X \rightarrow [0, 1]$, змістовно це означає, що елементи X можуть належати нечіткій множині A не повністю, а лише «частково». Ступінь належності елемента x до нечіткої множини A визначається значенням характеристичної функції $\mu(x)$ [65].

До основних методів побудови нечітких множин [66] відносять: нечіткі висловлення, нечіткі лінгвістичні змінні та нечітке бінарне відношення.

Нечіткі висловлення.

Нечітким висловлюванням називається речення, відносно якого можна судити про ступінь його істинності або хибності. Ступінь такої істинності або хибності приймає значення в межах інтервалу $[0;1]$, нуль та одиниця в цьому випадку граничні значення ступеня істинності та співпадають з поняттям «хибно» або «істинно» для чітких висловлювань.

Базою знань на основі таких композиційних правил можна називати сукупністю нечітких правил «якщо – то» та мають вигляд:

V_1 : якщо $\langle A_1 \rangle$, то $\langle B_1 \rangle$,

V_2 : якщо $\langle A_2 \rangle$, то $\langle B_2 \rangle$,

V_3 : якщо $\langle A_3 \rangle$, то $\langle B_3 \rangle$,

.....

V_n : якщо $\langle A_n \rangle$, то $\langle B_n \rangle$,

Нечіткі лінгвістичні змінні.

Нечітке лінгвістичне висловлення – це висловлення, яке містить терм лінгвістичної змінної:

$$\{x, T(x), X, G, M\},$$

де x – ім'я змінної; $T(x)$, – деяка множина значень лінгвістичної змінної x (терм-множина), кожне з яких є нечіткою змінною на безлічі X ; G – синтаксичне правило для утворення імен нових значень x ; M – є семантична процедура, що дозволяє перетворити нове ім'я, утворене процедурою G , в нечітку змінну (задати вид функції приналежності), асоціює ім'я з його значенням, поняттям.

Нечітке бінарне відношення.

Функція належності $\mu_q(X, Y)$ нечіткого бінарного відношення визначає ступінь залежності між $x \in X$ і $y \in Y$.

Наприклад, у випадку нечіткої системи управління нечітке відношення Q можна тлумачити як опис нечіткої реакції цієї системи на кожне вхідне управління $x_i \in X$ (рис. 1.7).

Нехай нечітке відношення $R_i: (X \times Y) \rightarrow [0,1]$ між X та Y .

Нечітке відношення між X та Z , визначається через R_1 – виразом для функції приналежності за формулою:

$$\mu_B(y) = \max \min \{ \mu_A(x); \mu_\varphi(x, y) \}$$

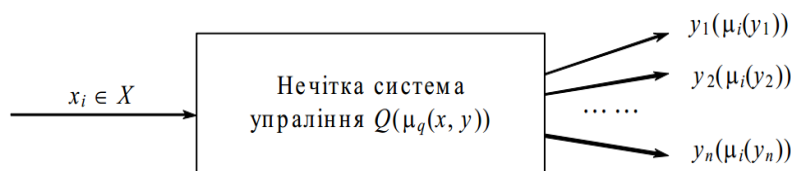


Рисунок – 1.7. Інтерпретація нечіткого відношення як реакції системи управління

Нечіткі відношення можна задавати різними способами: у вигляді нечітких графів, у вигляді математичних функцій та у вигляді матриці.

Загалом під час прийняття рішення щодо вибору майбутньої професії використовують аналітичні та неаналітичні методи [67].

Аналітичні методи:

- факторне порівняння, яке передбачає порівняння професії фактор за фактором, використовуючи шкалу грошової вартості, яка прямо пов'язана з обраним фахом.

- аналітичне співставлення, засноване на аналізі деякої кількості певних факторів, в результаті отримуються профілі ступенів та рівнів, які визначають характеристики професій за кожним класом градуйованої структури по відношенні до цих факторів;

- бально-факторні схеми, передбачають декомпозицію професії на фактори або ключові елементи (професійні схильності, необхідні компетенції).

Неаналітичні методи:

- класифікація професій, який полягає в порівнянні професій з встановленими ступенями, які визначаються, наприклад, класифікаторами професій та базуються на посадових (робочих) інструкціях;

- парне порівняння – передбачає порівняння професій попарно одну з одною і в кінцевому підсумку їх ранжирування за допомогою статистичних методів;

- ранжування професій – порівняння професій однієї з одною і визначення їх позиції в ієрархії в залежності від професійних здібностей та уподобань особи, професії описуються за допомогою матриці:

$$r_{ij} = \begin{cases} -1, \text{ якщо } i \text{ професія менш значима ніж } j \\ 0, \text{ якщо професії рівні за значинями} \\ 1, \text{ якщо } i \text{ професія більш значима ніж } j \end{cases}$$

r_{ij} – елемент матриці професій, i, j – індекси кількості професій, які розглядають особою під час аналізу з множини N професій.

1.4.1. Моделі поширення знань в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста

Процеси обробки інформації у формі знань виходять на перший план при розгляді освітнього соціокомунікаційного середовища як цілісної системи [8]. Саме знання є одним з найбільш суттєвих і значущих ресурсів навчального середовища «розумних міст», є основою для вибору професійного спрямування.

Виникають різноманітні форми і засоби репрезентації знання, організації навчально-пізнавальної діяльності та комунікації, набувають поширення численні напрямки розробки систем, що ґрунтуються на знаннях [68]. З'являється щораз більше наукових праць присвячених аналізу та дослідженню проблем управління знаннями [69, 70] і пов'язаними з ними процесами організації, збирання, перетворення, поширення та використання з метою досягнення цілей ефективного функціонування великого міста [71-73].

Ікуто Нонака пропонує систему для опису динамічного процесу створення знань, в яких знання створюється шляхом синтезу мислення і дій окремих осіб, які взаємодіють один з одним в межах і за межами організаційних кордонів [74, 75].

В роботах [76, 77] побудовані математичні моделі поширення знань та управління процесом навчання студентів, а також розроблені гібридні агент-орієнтовані моделі оцінювання знань учасників дистанційного навчання на основі використання штучних нейронних мереж.

У роботах вчених також отримав розвиток і ймовірно-статистичний підхід до аналітичного моделювання навчального процесу. Засвоєння або забування одиниці знань розглядається як випадкова подія, а навчання характеризується параметрами, функціонально пов'язаними з часом. У більш загальному вигляді стохастичний за своєю природою процес навчання розглядається як напівмарківський, при якому ймовірність переходу з одного стану в інший залежить як від вихідного стану, так і від стану, в який здійснюється перехід [78]. Враховуючи характер навчання, вважають, що практично можливими є лише переходи в сусідні стани, які можуть залежати

від часу. В результаті отримують системи диференціальних рівнянь з залежними від часу коефіцієнтами, які не завжди мають аналітичні рішення.

З використанням математичного апарату клітинних автоматів розроблені дифузійні моделі поширення інформації в соціальних та соціокомунікаційних сферах [79].

Знання стає продуктом, який виробляється завдяки особливостям технологічного процесу, запитам з боку суспільства, ринкової і наукової кон'юнктури. Використовуючи «дифузію інновацій» Роджерса [80] в роботах [81-83] описується мережева модель процесу навчання. Подібний опис є зручним, оскільки дозволяє оптимізувати інноваційний процес, коректуючи стартовий стимул. Однак революційних рішень в рамках подібних моделей знайти неможливо.

Для аналізу дифузійних характеристик передачі знань використовують модель Басса [84, 85], яка дозволяє виділити адаптаційні та імітаційні дифузійні характеристики та квазістаціонарні розподіли.

Аналіз результатів застосування методів прийняття рішень, які використовують для побудови та для характеристики навчального процесу в соціокомунікаційному середовищі міста подано в табл. 1.2.

Таблиця 1.2.

Аналіз результатів застосування методів прийняття рішень

Метод	Для чого признач.	Мат. апарат	Дослідники	Переваги	Недоліки
Нейронні мережі (НМ)	Оцінювання учасників е-навчання	Пряме та зворотне поширення	Артеменко В.Б. Щербак Н. В.	Навчена штучна НМ має високу чутливість та специфічність прогнозування	Довгий час навчання, чутливість до шуму
Гілок і меж	Побудови моделі поширення знань	Теорія графів	Баканова С.А.	Враховує структуру знань осіб, конфігурацію мережі поширення знань	Не враховується ступінь засвоєння нового знання особами

Продовження таблиці 1.2.

Різнорівневих алгоритмічних квантів знань (РАКЗ)	Побудови індивідуальної траєкторії навчального курсу	Алгебра предикатів, теорія множин	Сироджа І.Б. Федорук П.І. Пікуляк М.В. Розсоха С.В.	Дозволяє автоматизувати процес побудови індивідуальної структури навчального матеріалу для кожного студента	Враховує лише загальні характеристики
Ланцюги Маркова	Опису динаміки показників якості навчального процесу	Теорія множин, диф. рівняння	Doger G Хвостов А.А. Синюков В.В.	Дозволяє управляти якістю підготовки слухачів і оперативно вносити зміни в навчальні плани	Необхідний великий об'єм накопичених даних для визначення ймовірності переходів

Аналіз досліджень дає змогу зробити висновки, що запропоновані моделі не дають можливість врахувати ряд невідомих змінних, які впливають на результат. По-перше, це характеристики груп учнів, в тому числі особливості, які визначають швидкість внутрішньо групового поширення знань. По-друге, модель не описує процес переходу знань від однієї групи до іншої. Питання про те, в якій мірі межа між групами є контактною або бар'єрною зоною, залишається відкритим.

В існуючих дослідженнях не досліджено адаптивні характеристики освітніх об'єктів та відсутні моделі передачі «знаннєвого потенціалу» від одних суб'єктів освітнього середовища іншим, оскільки кожний автор розглядає свій, окремо взятий, аспект.

Для опису процесу передачі «знаннєвого потенціалу» між суб'єктами освітнього соціокомунікаційного середовища міста запропоновано використовувати математичний апарат, що розроблений для фізичних явищ і процесів матеріального світу. Це пов'язано з тим, що простежується чітка аналогія між процесом передачі знань та кристалізації твердого тіла з розплаву при відведенні від нього тепла.

Відомо, що дифузія (лат. diffusion – поширення, розсіювання, взаємодія) в класичному традиційному розумінні терміну, є процес взаємного проникнення молекул або атомів однієї речовини між молекулами або атомами іншої, що зазвичай приводить до вирівнювання їхніх концентрацій по всьому займаному об'єму. У деяких ситуаціях одна з речовин уже має вирівняну концентрацію, і говорять про дифузію однієї речовини в іншій [86].

Традиційно процеси дифузії за умов конвекції та масообміну (наявності внутрішніх джерел) описують за допомогою наступного диференційного рівняння:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} \right) - \left(v_x \frac{\partial \varphi}{\partial x} + v_y \frac{\partial \varphi}{\partial y} + v_z \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) + f(x, y, z, t, \varphi, \alpha_1, \alpha_1, \dots, \beta_1, \beta_2, \dots), (1.1.)$$

де φ – концентрація речовини, яка бере участь у моделюванні, D – коефіцієнт дифузії, t – час, x, y, z – просторові координати, v_x, v_y, v_z – швидкості конвективного перенесення, f – задана функція, що характеризує інтенсивність внутрішніх джерел (забруднень, тепла, радіації тощо, в залежності від предметної області), α, β – параметри, що характеризують відповідно «внутрішні індивідуальності» та зовнішні фактори.

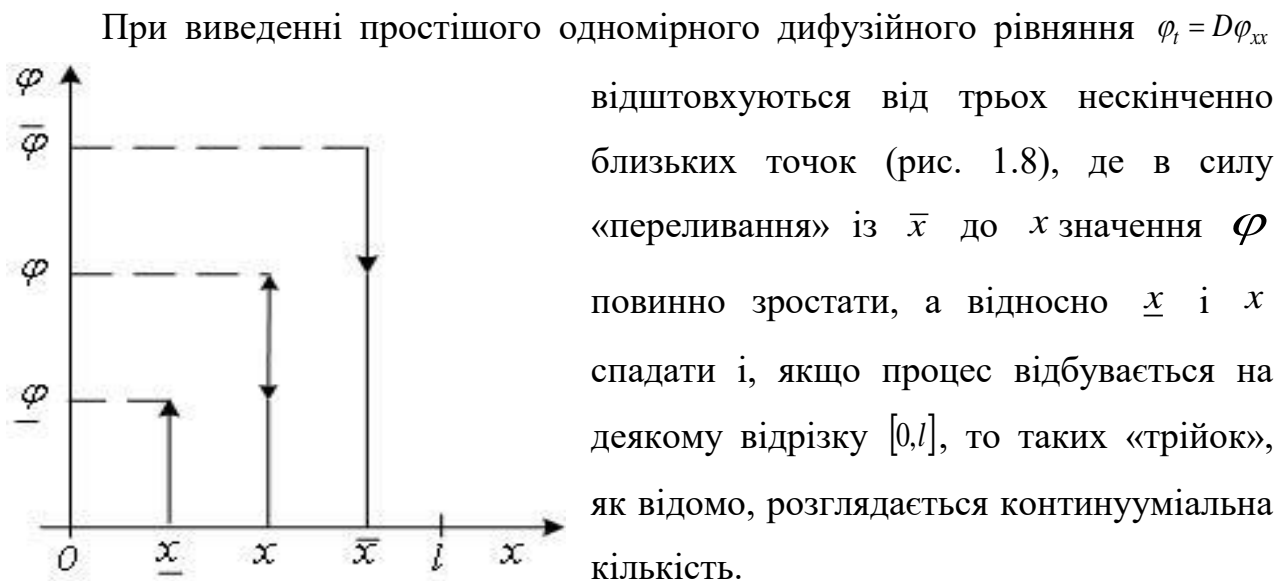


Рисунок – 1.8. Традиційна схема «дифузійного переливання»

1.5. Постановка задачі дослідження

Головною метою формування сучасного високотехнологічного освітнього соціокомунікаційного середовища «розумного» міста є максимальне задоволення освітніх потреб молоді міст як майбутнього покоління фахівців за повним діапазоном рівнів та форм освіти, різноманітними навчальними закладами та інформаційно-освітніми ресурсами незалежно від місцезнаходження цих ресурсів, або освітніми послугами, які вони можуть потребувати, з використанням найсучасніших інформаційних і телекомунікаційних технологій (рис.1.9).

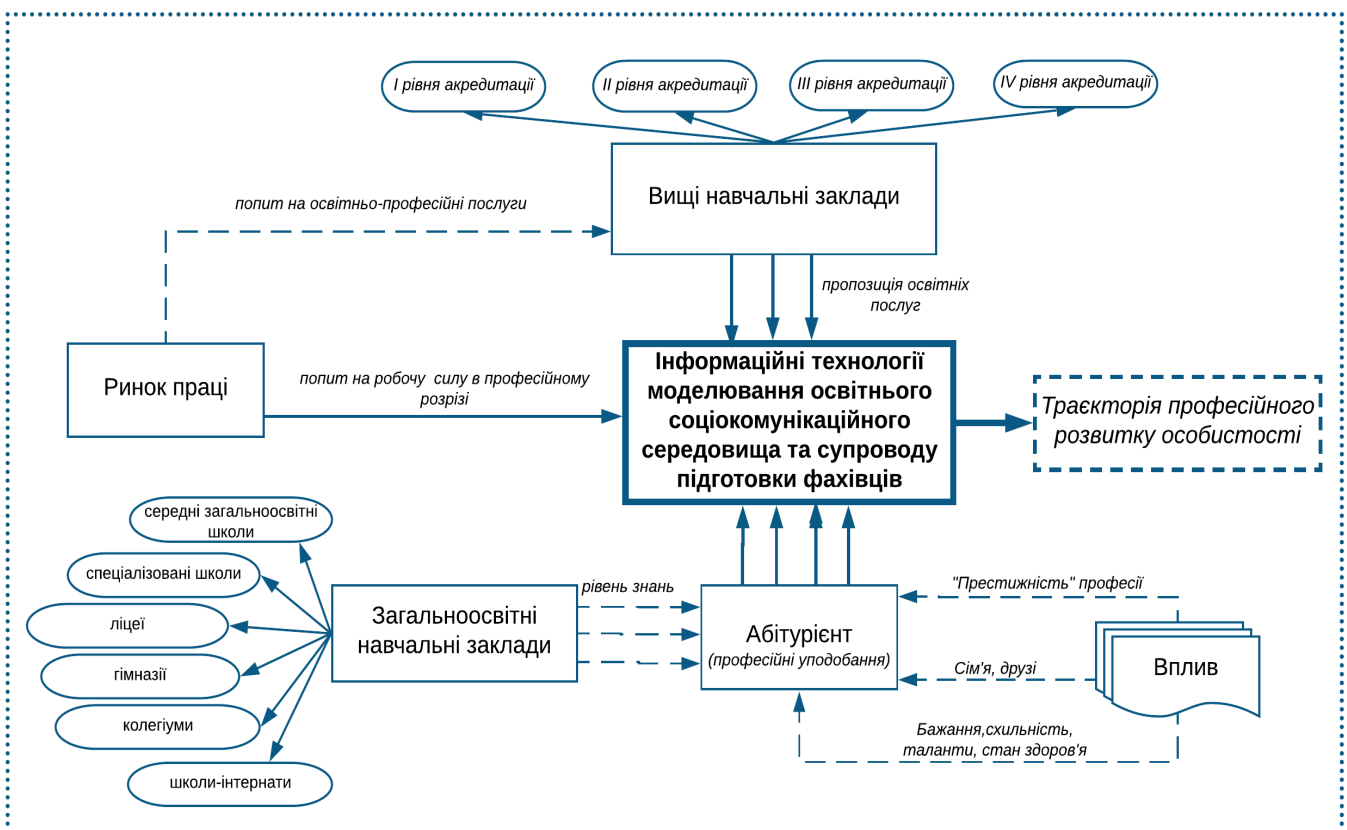


Рисунок – 1.9. Концептуальна схема моделювання ОСС великого міста та супроводу підготовки фахівців

Аналіз досліджень показав, що на сьогоднішній день, неопрацьованими залишаються питання моделювання міського соціокомунікаційного середовища, такі як: розроблення інформаційних технологій підготовки

фахівців з урахуванням інтересів, здібностей, особистісних характеристик рис осіб та потреб роботодавців, які пов'язували б розвиток системи освіти у регіональному вимірі з трансформаціями, які відбуваються в економіці міст та територіальних громад.

Описана ситуація формує актуальну наукову задачу: забезпечити користувача обґрунтованою інформацією в сенсі пропозицій та рекомендацій щодо його подальших кроків в досягненні високого рівня професіоналізму шляхом розроблення інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста та супроводу підготовки фахівців відповідно до потреб особистості та вимог ринку праці.

Висновки до розділу 1

1. В розділі подано загальну характеристику освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста, проведено аналіз проблеми вибору професійного спрямування і розглянуті основні соціально-економічні фактори, що впливають на прийняття рішень щодо вибору професії абітурієнтом.

2. Представлено понятійну складову персоналізованого вибору професії та інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі «розумного» міста.

3. Виконано аналітичний огляд сучасного стану наукових досліджень та інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста. Проведений аналіз показав, що нинішнє забезпечення інформаційно-технологічними засобами процесу вибору професії є вибіркоким та нерівномірним як в Україні, так і в цілому ряді країн світу. На сьогоднішній день відсутня комплексна технологія супроводу персоналізованого вибору професії в освітньому соціокомунікаційному середовищі «розумного» міста, яка поєднувала б в цілісній системі основні етапи підготовки фахівців з урахуванням потреб особистості, економічного і соціального розвитку та вимог ринку праці міста, громади чи регіону.

Отже, актуальним науковим завданням є розроблення інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста та супроводу підготовки фахівців відповідно до потреб особистості та вимог ринку праці.

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СУПРОВОДУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ В ОСВІТНЬОМУ СОЦІОКОМУНІКАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ МІСТА

В другому розділі подано загальну характеристику освітнього соціокомунікаційного середовища міста та запропоновані етапи інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців. Розроблено моделі інформаційно-технологічного супроводу персоналізованого вибору професії, зокрема модель процесу аналізу даних для визначення професійних нахилів особи та комплексну модель процесу поширення «знаннєвого потенціалу» в соціокомунікаційному середовищі великого міста.

2.1. Формальна модель освітнього соціокомунікаційного середовища міста

В ході дослідження було розроблено модель освітнього соціокомунікаційного середовища міста, яка подана у вигляді трьохелементного кортежу:

$$O = \langle A, V, R \rangle,$$

де $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ – множина суб'єктів (агентів) освітнього соціокомунікаційного середовища міста, а в ролі агентів виступають слухачі, учні, студенти та інші особи, які навчаються, а також науково-педагогічні працівники, батьки та представники бізнес структур підприємств та установ «розумного» міста, які є учасниками освітнього соціокомунікаційного процесу; $V = \{v_1, v_2, \dots, v_c\}$ – множина властивостей агентів (особисті дані, вік, рівень освіти, інтереси, соціальний статус та ін.), $F = \{f_1, f_2, \dots, f_r\}$ – множина відношень між агентами (дружба, співпраця, комунікація, навчання та ін.), що притаманні суб'єктам освітнього соціокомунікаційного середовища міста [4, 13-15].

Логіка поведінки такого агента може бути поданою з використанням графу переходів станів (рис. 2.1), що відображає процес його навчання впродовж життя:

1. «Дошкільний період» – визначає поведінку агента у віці до 3-х років.

2. «Навчальний період» – визначає поведінку агента під час навчання в навчальному закладі (дитячому садочку, школі, професійно-технічному навчальному закладі, вищому навчальному закладі). Даний блок має двосторонній зв'язок з блоком «Період трудової діяльності», оскільки агент може працювати під час навчання, або навчатися без відриву від виробництва.

3. «Період трудової діяльності» – блок включає в себе процес пошуку роботи, відповідно до рівня освіти і віку агента, а також сам процес роботи.

4. «Пенсійний період» – визначає поведінку агента, який досяг пенсійного віку, але має можливість переходу в стан «Робота».

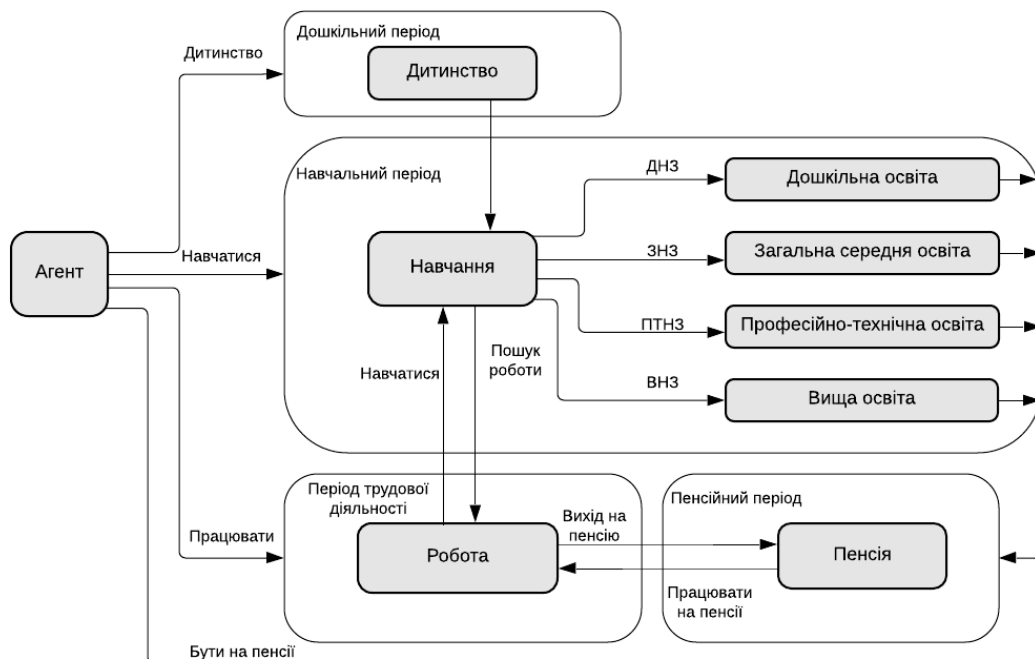


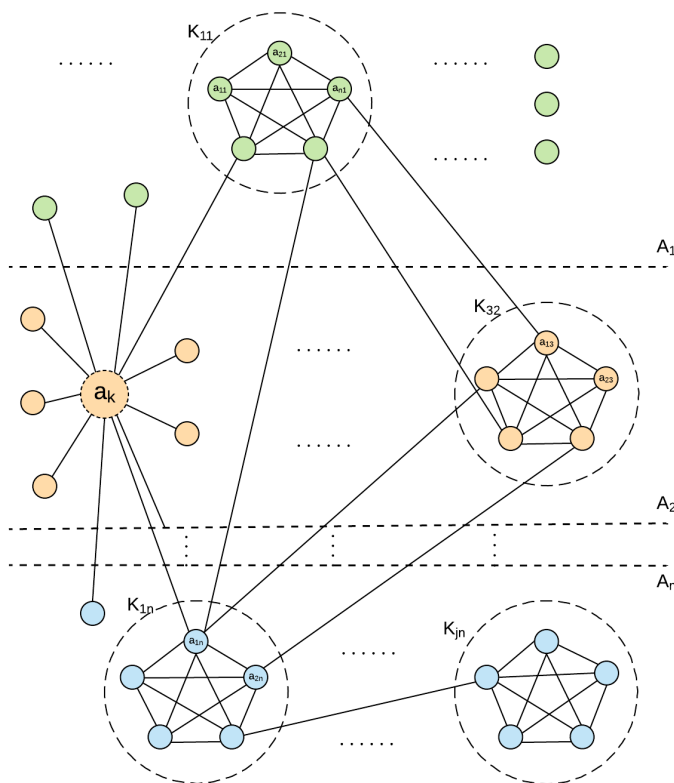
Рисунок – 2.1. Граф переходів станів агентів

В контексті великого міста як складного соціополісу освітнє соціокомунікаційне середовище має властивості складної ієрархічної структури і складається із:

- навчальних закладів, наукових, науково-методичних і методичних установ;
- науково-виробничих підприємств;
- державних і місцевих органів управління освітою та самоврядування в галузі освіти.

Формально освітнє соціокомунікаційне середовище подано у вигляді мережевого графа $G=(A,R)$, де A – не порожня скінченна множина вузлів (агентів), R – множина неупорядкованих пар різних елементів з A , які називатимемо ребрами (відношеннями між агентами) (рис. 2.2).

Порядком мережі називають загальну кількість її вузлів n , $n \in A$, розміром мережі – число її відношень m , $m \in R$. Структурні властивості мережі виражено за допомогою матриці суміжності – булевої матриці A , розмірності



$n \times n$ з елементами a_{ij} ($i, j = 1, \dots, n$), де $a_{ij} = 1$, якщо вузли i та j з'єднанні між собою (дві вершини з'єднані, якщо відповідні люди знайомі, чи дружать між собою, навчаються в одному закладі, перебувають у шлюбі, пов'язані діловими контактами тощо), в протилежному випадку $a_{ij} = 0$ [87-90].

Рисунок – 2.2. Взаємодія агентів в ООС міста

На рис. 2.2 множина вершин A графу G включає n підмножин – блоків (рівнів) $A_i \subset A$ ($i = 1, \dots, n$), які відповідають структурним освітянським

підрозділам різних рівнів (дошкільна освіта, загальна середня, професійно-технічна, вища та ін.). В межах кожного блоку містяться вузли (агенти) a_{ij} .

Множина ребер R графу G являє собою набір пар вузлів не лише в межах одного рівня, а і має такі пари вузлів, як $r_{jl}^i = \{a_{j_i}, a_{l_{i+1}}\}$. Ребро графу $r_{jl}^i \in R$, таким чином з'єднує j -тий вузол рівня A_i з l -тим вузлом рівня A_{i+1} , a_{k_i} ($i=1, \dots, m$) – керуючі агенти, вузли з великою кількістю зв'язків (хаби), які визначатимуть поведінку мережі [4].

2.2. Формування кліків в межах освітнього соціокомунікаційного середовища міста

В освітньому соціокомунікаційному середовищі «розумного» міста агенти в межах певного освітнього рівня утворюють, так звані, кліки (соціальні спільноти) $K_j, (j=\overline{1, n})$ – підграфи чи класи, для яких зв'язки між вузлами всередині такого класу чи групи є міцніші та чисельніші, ніж між вузлами інших класів чи груп, а відповідно підграфів (рис. 2.3), шляхом об'єднання за спільними ознаками та властивостями (наприклад, вік, рівень освіти, навчання в одному закладі) [21].

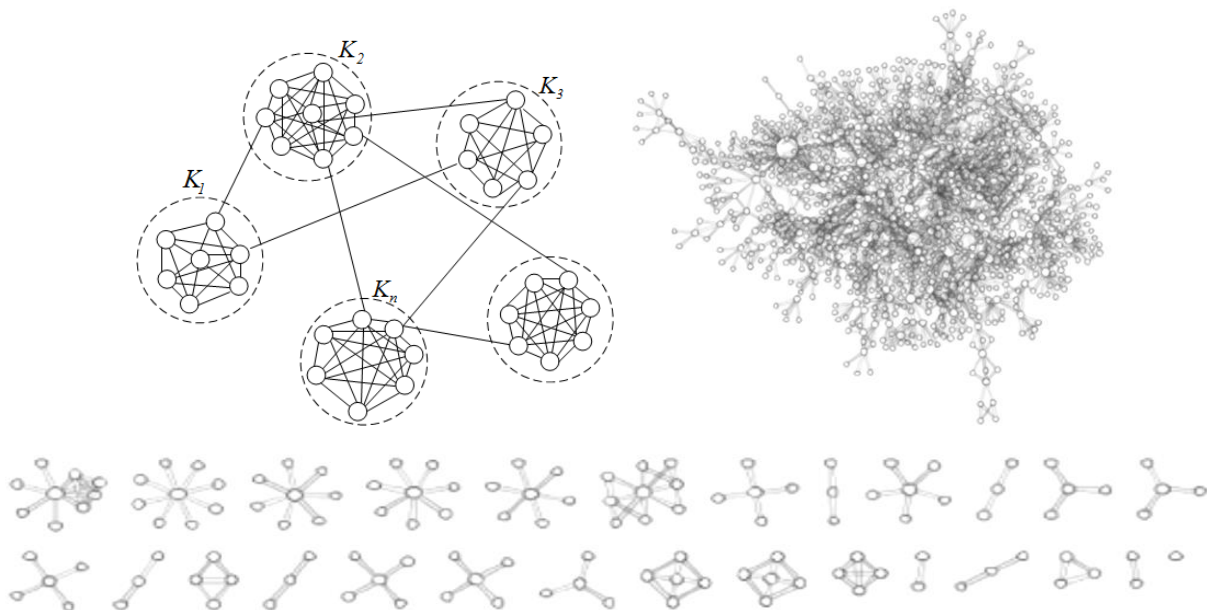


Рисунок – 2.3. Схематичне зображення кліків освітнього соціокомунікаційного середовища міста в межах заданого освітнього рівня

В теорії графів клікою неорієнтованого графа $G=(V,E)$ називається підмножина його вершин $G \subseteq V$, таких, що будь-які дві вершини підмножини з'єднані ребром (рис. 2.4, рис. 2.5) [91]. Це еквівалентно твердженню, що підграф, породжений C – повний. Кліки є однією з основних концепцій теорії графів і використовуються в багатьох інших математичних задачах і побудовах графів [92-93].

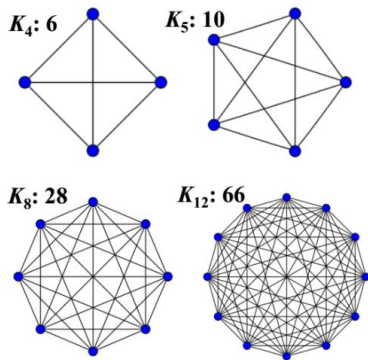


Рисунок – 2.4. Повні графи

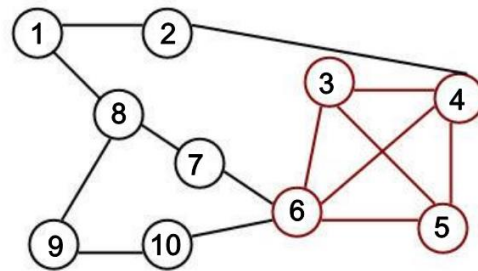


Рисунок – 2.5. 3546 повний підграф (кліка)

В роботі [4] наведено, що формування відповідних кліків (груп, асоціацій, класів) в освітньому соціокомунікаційному середовищі великого міста в багатьох випадках може відбуватись з активним залученням сучасних мобільних телекомунікаційних засобів. Це, в свою чергу, технічно забезпечує процеси структуризації віртуального освітнього соціокомунікаційного середовища з мінімізацією впливу такого фактору, як фізична відстань між учасниками освітнього процесу, ознаками віку та специфіки освітніх потреб конкретної особистості. В одну освітню соціальну групу (кліку) можуть входити, на перший погляд, доволі різномірні за характеристиками індивідууми.

Основним об'єднуючим фактором при формуванні та функціонуванні такої освітньої соціальної групи є необхідність підвищення «знаннєвого потенціалу» її учасників за певним профілем та рівнем. Знання в певний клік (групу) може поступати як від декількох фізичних суб'єктів, так і «віртуальних суб'єктів», якими можуть виступати певні мобільні, або стаціонарні пристрої «гаджети», що з'єднанні іншими джерелами «знаннєвого потенціалу».

Зміна «знаннєвого потенціалу» дозволяє суб'єктам освітнього соціокомунікаційного середовища міста (вихованцям ДЗО, учням початкової школи, учням середньої школи, студентам бакалаврського рівня, студентам магістерського рівня та ін.) здійснити перехід на наступний освітній, або освітньо-кваліфікаційний рівень.

2.3. Етапи інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста

Процес підготовки кваліфікованих фахівців відповідно до потреб особистості та вимог ринку праці «розумного» міста є складним, багатокроковим, ітеративним процесом, що потребує врахування великої кількості параметрів та передумов, тому укрупнено складається з п'яти послідовних функціональних етапів [3].

Етап 1. Визначення професійних нахилів здійснюється на основі аналізу накопичених результатів профорієнтаційних тестів, які допомагають виявити здібності людини до певної сфери діяльності та дозволяють вибрати галузь професійної діяльності.

Етап 2. Моніторинг ринку праці з метою визначення тенденцій змін факторів впливу на попит і пропозицію робочої сили в місті.

Етап 3. Вибір майбутньої професії, що здійснюється на основі результатів профорієнтаційного тестування та з врахуванням потреб міста в кваліфікованих працівниках того чи іншого профілю.

Етап 4. Вибір навчального закладу. З огляду на рекомендації щодо обрання професії здійснюється підбір навчальних закладів, що функціонують в місті.

Етап 5. Формування особистісно-орієнтованої освітньої траєкторії (ООТ). ООТ – персональна освітня (навчальна) програма особи, що забезпечує набуття нею професійних компетентностей, які відповідають її здібностям, інтересам, мотивації, психодинамічним та емоційним характеристикам, віку та рівню «знаннєвого потенціалу».

На рисунку 2.6 представлено, у вигляді UML «Діаграми діяльності», концептуальну модель інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі «розумного» міста.

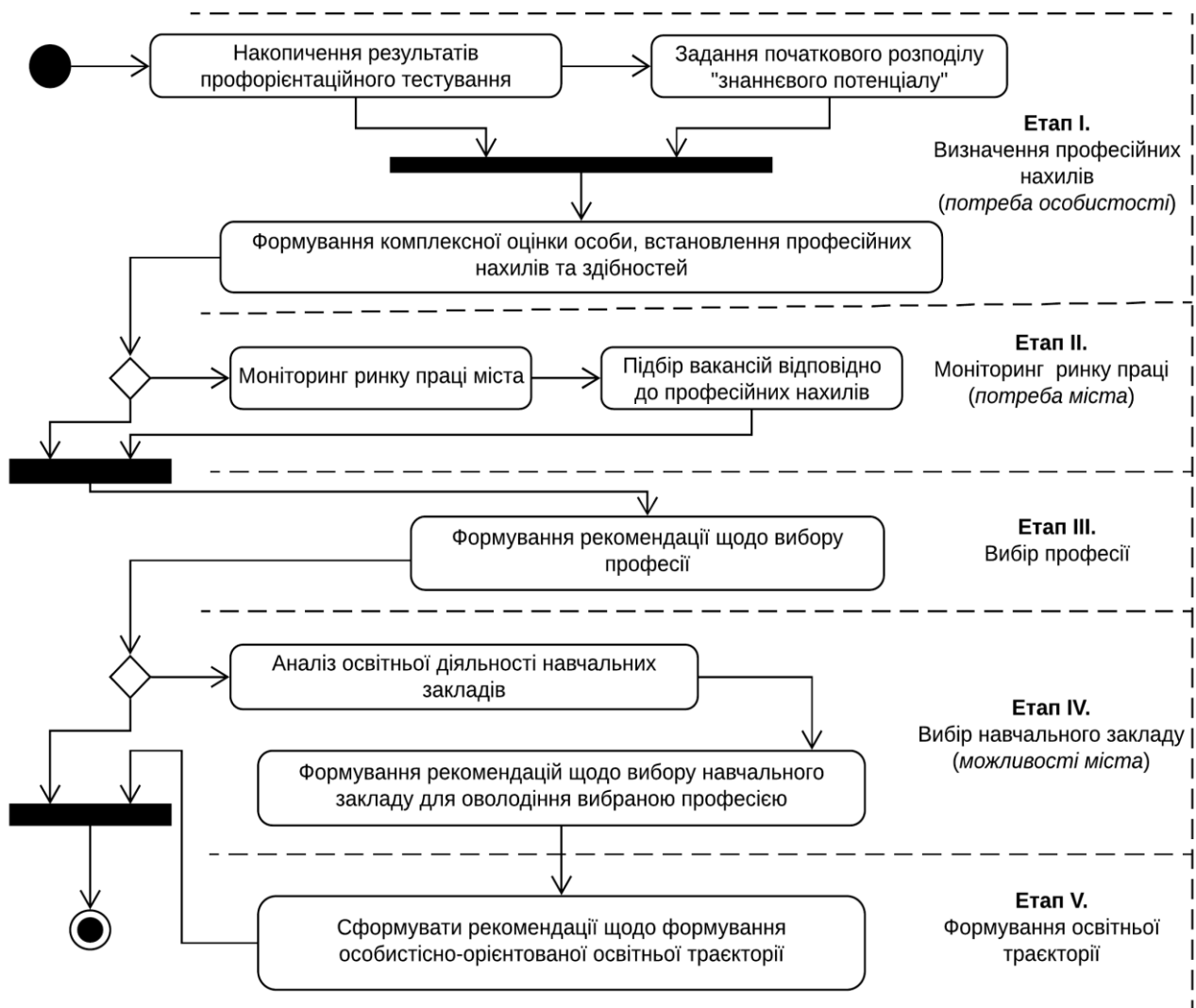


Рисунок – 2.6. Концептуальна модель інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців

2.4. Аналіз даних профорієнтаційного тестування

Успішна професійна діяльність напряму пов'язана з фізіологічними та психологічними особливостями особи. Психофізіологічні властивості людини – це особливості її психіки, розвитку, будови організму, стану здоров'я. Психофізіологічний відбір покликаний виявити осіб, що за здібностями та

індивідуальними психофізіологічними якостями відповідають вимогам певних спеціальностей [94].

В ході дисертаційного дослідження використані наступні методи оцінювання професійних здібностей та схильностей особистості:

- опитувальник професійної спрямованості (ОПС) Дж. Голланда [95-96];
- опитувальник професійних нахилів (ОПН) Л. Йовайши [97];
- опитувальник кола інтересів (ОКІ) А. Голомштока [98];
- опитувальник визначення типу професії (ОТП) Є. Клімова [99-101].

Методика Дж. Голланда визначає ступінь зв'язку особистості з сферою професійної діяльності, до якої у неї є природні нахили. Існує шість типів професійного середовища: реалістичне, інтелектуальне, соціальне, конвенційне, підприємницьке, артистичне. [95]. Сутність методики Дж. Голланда полягає в тому, що успішність професійної діяльності, задоволеність нею і т.д. залежить у першу чергу від відповідності типу особистості типові професійного середовища.

Опитувальник професійних нахилів Л. Йовайши спрямований на виявлення схильностей до діяльності у різних сферах, таких, як: сфера мистецтва (людина-художній образ); сфера технічних інтересів (людина-техніка); сфера роботи з людьми (людина-людина); сфера розумової праці (нахили до розумової діяльності); сфера фізичної праці (нахили до рухливої, фізичної роботи); сфера матеріальних інтересів (виробництво і споживання матеріальних благ, планово-економічна діяльність) [97].

«Карта інтересів» А. Голомштока дозволяє виявити не тільки коло інтересів осіб, а й ступінь їх вираженості, що має особливе значення в формуванні мотивації вибору майбутньої професії. Використання даної методики дозволяє попередньо проаналізувати інтереси, близькі до того чи іншого виду діяльності [98].

Опитувальник визначення типу майбутньої професії за методикою Є. Клімова заснований на теорії, що вибираючи професію людина спрямовує свої помисли перш за все на те, з чим вона буде працювати, тобто на предмет

праці, потім на те, що вона буде робити з ним, тобто на мету праці. Виходячи з цього Клімов запропонував відповідно класифікувати професії за такими ознаками: предметом, метою, знаряддями та умовами праці [99-101].

2.4.1. Модель процесу аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи

З метою виявлення загальних залежностей, на основі яких приймаються рішення щодо вибору професії особою запропоновано використовувати методологічний підхід інтелектуального аналізу даних (DM, data mining), який дозволяє розкрити приховані залежності в даних, виявити взаємні впливи властивостей об'єктів, інформація про які зберігається в базах даних, виділити закономірності, властиві певному набору даних [102]. У загальному випадку процес видобування знань може бути ітеративним і складатися з чотирьох основних кроків (рис. 2.7).

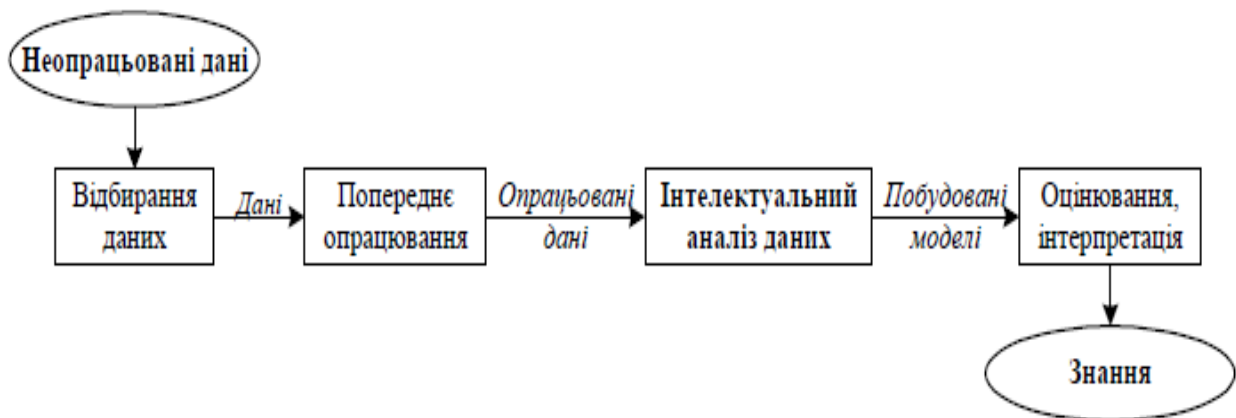


Рисунок – 2.7. Схема процесу видобування знань

1. Відбирання даних.
2. Попереднє опрацювання даних.
3. Інтелектуальний аналіз даних.
4. Оцінювання та інтерпретація побудованих моделей та знайдених залежностей [103].

У межах технології інтелектуального аналізу даних застосовують метод логічного виведення для побудови правил прийняття рішень. Кінцевим результатом є або набір логічних правил вигляду «ЯКЩО..., ТО», які

здебільшого отримуються генеруванням матриць нерозрізненності та редуктів, або шаблони даних, які можна застосувати для фільтрування та редукування даних. Дані, що досліджують подають за допомогою прикладів, зібраних у таблицю прийняття рішень $T = (U, V \cup \{d\})$, де U – непорожня скінченна множина прикладів, V – непорожня скінченна множина умовних атрибутів, d – атрибут прийняття рішення з доменом $Y_d, |Y_d| = k$. Значення y_i атрибута d відносить кожний приклад $x \in U$ до класу прийняття рішення X_i , де $i = 1, 2, \dots, k$. (таблиця може мати більше одного класифікуючого атрибуту) [104].

Таким чином, модель процесу аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи, на основі результатів системи профорієнтаційних тестів (ОПС, ОСТ, ОКІ, ОТП) матиме вигляд:

$$M = (A, V, R, EscC(v), T, ClasR(v), Evl(v)),$$

де A – множина осіб (агентів), які брали участь у профорієнтаційному тестуванні, V – множина їх властивостей, R – результати тестування (за методиками Дж. Голланда, Л. Йовайши, С. Клімова та А. Голомштока), функція $EscC(v)$ усуває несуттєві атрибути шляхом побудови редуктів, T – таблиця прийняття рішень, $ClasR(v)$ – функція, яка будує класифікатор у формі множини класифікаційних правил, $Evl(v)$ – функція оцінювання якості класифікації.

Множину властивостей V згідно описаних вище методик ОПС, ОСТ, ОКІ, ОТП поділено на підмножини:

$$V = \{V_1, V_2, V_3\},$$

де V_1 – інформативні властивості, V_2 – психологічні характеристики, V_3 – особистісні характеристики.

Кожному об'єкту поставлено у відповідність множину значень атрибутів таблиці прийняття рішень T .

Множина V_1 інформативних атрибутів складається з 5 атрибутів:

$v_{1,1}$ = «ПБ».

$v_{1,2}$ = «Рік народження» з неперервним доменом $Dom_{v_{1,2}} \in N$.

$v_{1,3}$ = «Освіта» домен, якого $Dom_{v_{1,3}}$ визначено за правилом:

$$Dom_{v_{1,3}} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } v_{13}(a) = \text{"повна середня"}, \\ 2, & \text{якщо } v_{13}(a) = \text{"неповна середня"}, \\ 3, & \text{якщо } v_{13}(a) = \text{"неповна вища"}, \\ 4, & \text{якщо } v_{13}(a) = \text{"базова вища"}, \\ 5, & \text{якщо } v_{13}(a) = \text{"повна вища"} \end{cases}$$

$v_{1,4}$ = «Стать» домен, якого $Dom_{v_{1,4}}$ визначаємо за правилом:

$$Dom_{v_{1,4}} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } v_{1,4}(a) = \text{"чоловіча"}, \\ 1, & \text{якщо } v_{1,4}(a) = \text{"жіноча"} \end{cases}$$

Психологічні характеристик особи задані значеннями множини атрибутів

$V_2 = \{v_{2,1}, v_{2,2}, v_{2,3}, \dots, v_{2,24}\}$, де:

$v_{2,1}$ = «концентрація уваги»,

$v_{2,15}$ = «раціональність»,

$v_{2,2}$ = «точність відтворення інформації»,

$v_{2,16}$ = «самовладання»,

$v_{2,3}$ = «швидкість відтворення інформації»,

$v_{2,17}$ = «витримка»,

$v_{2,4}$ = «технічне мислення»,

$v_{2,18}$ = «терпіння»,

$v_{2,5}$ = «логічне мислення»,

$v_{2,19}$ = «наполегливість»,

$v_{2,6}$ = «абстрактне мислення»,

$v_{2,20}$ = «рішучість»,

$v_{2,7}$ = «оперативна пам'ять»,

$v_{2,21}$ = «сміливість»,

$v_{2,8}$ = «короткочасна пам'ять»,

$v_{2,22}$ = «критичність».

$v_{2,9}$ = «ригідність»

$v_{2,23}$ = «ентузіазм»,

$v_{2,10}$ = «консерватизм»,

$v_{2,24}$ = «імпульсивність»,

$v_{2,11}$ = «залежність»,

$v_{2,25}$ = «домінантність»,

$v_{2,12}$ = «аналітичний склад розуму»,

$v_{2,26}$ = «ретельність»,

$v_{2,13}$ = «зібраність»,

$v_{2,27}$ = «оригінальність»,

$v_{2,14}$ = «акуратність»,

$v_{2,28}$ = «ініціативність».

Особистісні характеристики та якості задано значеннями множини атрибутів $V_3 = \{v_{3,1}, v_{3,2}, v_{3,3}, \dots, v_{3,12}\}$, де:

$v_{3,1} =$ «потреба досягнень»,	$v_{3,8} =$ «потреба спілкування»,
$v_{3,2} =$ «соціальний статус»,	$v_{3,9} =$ «бажання навчати»,
$v_{3,3} =$ «стиль керівництва»,	$v_{3,10} =$ «бажання виховувати»,
$v_{3,4} =$ «суспільна активність»,	$v_{3,11} =$ «бажання лікувати»,
$v_{3,5} =$ «творча активність»,	$v_{3,12} =$ «обслуговування»,
$v_{3,6} =$ «комфорт»,	$v_{3,12} =$ «незалежність рішень».
$v_{3,7} =$ «організаційні здібності»,	$v_{3,14} =$ «творчі здібності»

Множина результатів профорієнтаційного тестування R подана наступним чином:

$$R_{test} = \{R_{test_1}, R_{test_2}, R_{test_3}, R_{test_4}\},$$

де R_{test_1} – тип професійного середовища, R_{test_2} – коло професійних інтересів, R_{test_3} – тип професії, R_{test_4} – професійні нахили.

Очевидно, що елементами множини R_{test} є класифікуючими атрибутами (атрибутами прийняття рішення).

$$R_{test_1} = \{r_{test_1}^1, r_{test_1}^2, r_{test_1}^3, r_{test_1}^4, r_{test_1}^5, r_{test_1}^6\},$$

де $r_{test_1}^1$ – «реалістичне», $r_{test_1}^2$ – «інтелектуальне», $r_{test_1}^3$ – «соціальне», $r_{test_1}^4$ – «конвенційне», $r_{test_1}^5$ – «підприємницьке», $r_{test_1}^6$ – «артистичне».

$$R_{test_2} = \{r_{test_2}^1, r_{test_2}^2, r_{test_2}^3, r_{test_2}^4, r_{test_2}^5, r_{test_2}^6, r_{test_2}^7, r_{test_2}^8, r_{test_2}^9, r_{test_2}^{10}\},$$

де $r_{test_2}^1$ – «фізика і математика», $r_{test_2}^2$ – «хімія і біологія», $r_{test_2}^3$ – «радіотехніка», $r_{test_2}^4$ – «механіка», $r_{test_2}^5$ – «географія і геологія», $r_{test_2}^6$ – «література і мистецтво», $r_{test_2}^7$ – «спорт і військова справа», $r_{test_2}^8$ – «історія і політологія», $r_{test_2}^9$ – «педагогіка і медицина», $r_{test_2}^{10}$ – «підприємництво».

$$R_{test_3} = \{r_{test_3}^1, r_{test_3}^2, r_{test_3}^3, r_{test_3}^4, r_{test_3}^5\},$$

де $r_{test_3}^1$ – «людина–природа», $r_{test_3}^2$ – «людина – техніка», $r_{test_3}^3$ – «людина – людина», $r_{test_3}^4$ – «людина – знакова система», $r_{test_3}^5$ – «людина – художній образ».

$$R_{test_4} = \{r_{test_4}^1, r_{test_4}^2, r_{test_4}^3, r_{test_4}^4, r_{test_4}^5, r_{test_4}^6\},$$

де $r_{test_4}^1$ – «робота з людьми», $r_{test_4}^2$ – «розумові», $r_{test_4}^3$ – «технічні», $r_{test_4}^4$ – «етика, мистецтво», $r_{test_4}^5$ – «фізична праця», $r_{test_4}^6$ – «планово-економічні».

Таблиця прийняття рішень, яка створена у підпроцесі формування опису предметної області, набуває вигляду (табл. 2.1):

$$T = (A, \{V_1, V_2, V_3\} \cup \{R_{test_1}, R_{test_2}, R_{test_3}, R_{test_4}\}).$$

Таблиця 2.1.

Структура таблиці прийняття рішень

Таблиця прийняття рішення						
Умовні атрибути			Атрибути рішення			
V_1 (4)	V_2 (28)	V_3 (14)	R_{test_1} (6)	R_{test_2} (10)	R_{test_3} (5)	R_{test_4} (6)
$V_{1,1}, V_{1,2}, V_{1,3}, V_{1,4}$	$V_{2,1}, V_{2,2}, V_{2,3}, V_{2,4}, V_{2,5}, V_{2,6}, V_{2,7}, V_{2,8}, V_{2,9}, V_{2,10}, V_{2,11}, V_{2,12}, V_{2,13}, V_{2,14}, V_{2,15}, V_{2,16}, V_{2,17}, V_{2,18}, V_{2,19}, V_{2,20}, V_{2,21}, V_{2,22}, V_{2,23}, V_{2,24}, V_{2,25}, V_{2,26}, V_{2,27}, V_{2,28}$	$V_{3,1}, V_{3,2}, V_{3,3}, V_{3,4}, V_{3,5}, V_{3,6}, V_{3,7}, V_{3,8}, V_{3,9}, V_{3,10}, V_{3,11}, V_{3,12}, V_{3,13}, V_{3,14}$	$r_{test_1}^1, r_{test_1}^2, r_{test_1}^3, r_{test_1}^4, r_{test_1}^5, r_{test_1}^6$	$r_{test_2}^1, r_{test_2}^2, r_{test_2}^3, r_{test_2}^4, r_{test_2}^5, r_{test_2}^6, r_{test_2}^7, r_{test_2}^8, r_{test_2}^9, r_{test_2}^{10}$	$r_{test_3}^1, r_{test_3}^2, r_{test_3}^3, r_{test_3}^4, r_{test_3}^5$	$r_{test_4}^1, r_{test_4}^2, r_{test_4}^3, r_{test_4}^4, r_{test_4}^5, r_{test_4}^6$

Запропонована структура даних для множин атрибутів передбачає наявність невизначеностей та надлишковостей даних. Для їх усунення, зменшення розмірності даних та скорочення часу виконання процедур із виявлення залежностей введено функцію $EscC(v)$, яка усуває несуттєві атрибути

шляхом побудови редуктів (атрибути, від яких залежить прийняття рішень щодо професійного спрямування). Редукти визначалися за допомогою відомого алгоритму Джонсона [104]. Над даними, які містить табл. 2.1, виконано низку експериментів, для кожного з яких здійснювалось окреме відбирання та видаленні неважливих для аналізу атрибутів таблиці (табл. 2.2).

Таблиця 2.2.

Структура результатів таблиці прийняття рішень

№	Атрибути, які використано для аналізу	К-сть умовних атрибутів	Атрибут рішення	К-сть атрибутів редукту
1.	$V_1, v_{2,15}-v_{2,17}, v_{2,19}, v_{3,1}, v_{3,7}, v_{3,12}$	10	$r_{test_1}^1$	4
2.	$V_1, v_{2,1}-v_{2,2}, v_{2,4}-v_{2,5}, v_{2,12}, v_{2,26}, v_{3,12}$	11	$r_{test_1}^2$	5
3.	$V_1, v_{2,5}, v_{2,13}-v_{2,20}, v_{2,28}, v_{3,7}-v_{3,14}$	22	$r_{test_1}^3$	12
....
27.	$V_1, v_{2,1}-v_{2,5}, v_{2,7}, v_{2,12}-v_{2,19}, v_{2,26}, v_{3,1}, v_{3,3}, v_{3,12}$	29	$r_{test_4}^6$	16

На основі атрибутів, що увійшли до редукта функція $ClasR(v)$ буде класифікатор, що відображає залежність, між набором значень умовних атрибутів та атрибутів прийняття рішення таблиці T .

Якість правила $\alpha \rightarrow \beta$ (якщо α , то β) оцінюється за такими числовими характеристиками [105]: підтримка – кількість навчальних прикладів, для яких виконуються як умова правила α , так і його наслідок β ; точність – відношення кількості навчальних прикладів, для яких виконується все правило, до кількості навчальних прикладів, для яких виконується умова правила; покриття – відношення кількості навчальних прикладів, для яких виконується все правило, до кількості навчальних прикладів, для яких виконується наслідок правила.

На основі опрацювання результатів профорієнтаційного тестування, приймається рішення, щодо належності особи до одного з 6 професійних типів (табл. 2.3, рис. 2.8):

$$P_type = (p_type_1, p_type_2, p_type_3, p_type_4, p_type_5, p_type_6),$$

де: p_type_1 = «реалістичний», p_type_2 = «інтелектуальний», p_type_3 = «соціальний», p_type_4 = «конвенційний», p_type_5 = «підприємницький», p_type_6 = «артистичний».

Таблиця 2.3.

Фрагмент бази правил таблиці прийняття рішень

ЯКЩО	професійні нахили (R_{test_4}) = <i>робота з людьми</i> ($r_{test_4}^1$)
I	професійні інтереси (R_{test_2}) = <i>педагогіка і медицина</i> ($r_{test_2}^9$)
I	професійне середовище (R_{test_1}) = <i>соціальне</i> ($r_{test_1}^3$)
I	тип професії (R_{test_3}) = <i>людина-людина</i> ($r_{test_3}^3$)
ТО	професійний тип (P_type) = <i>соціальний</i> (p_type_1)

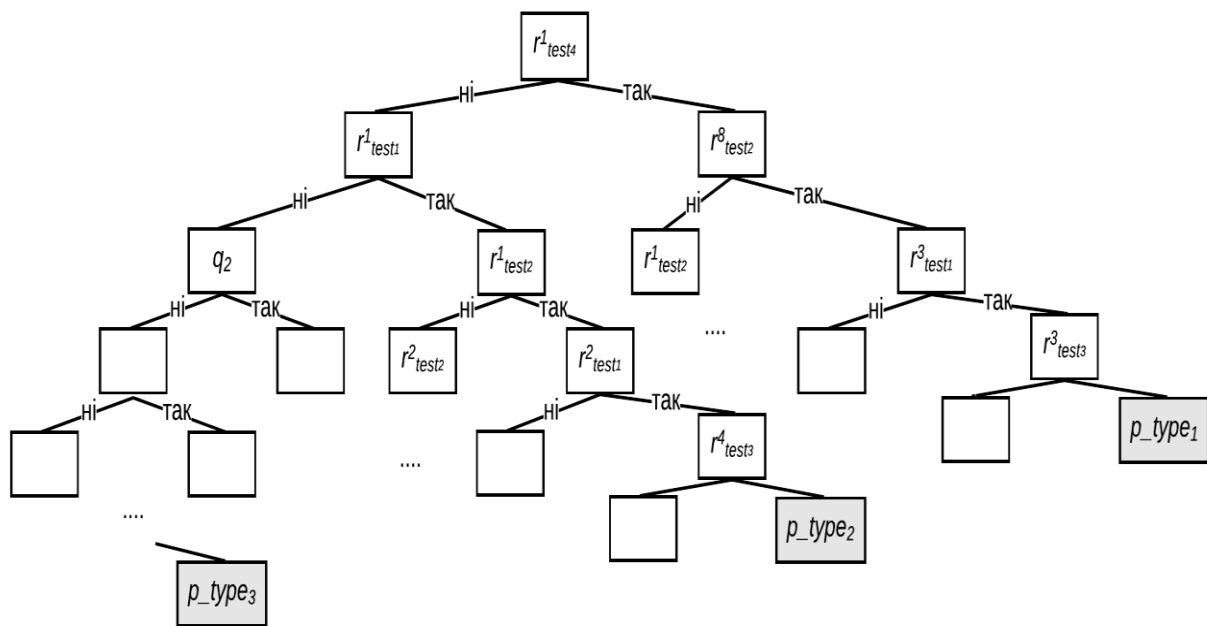


Рисунок – 2.8. Фрагмент дерева рішень для пошуку професійного типу

В залежності від того, до якого професійного типу належить особа, формується набір пропозицій та рекомендацій щодо вибору майбутньої професії.

2.5. Комплексна модель процесу поширення «знаннєвого потенціалу»

В результаті експериментальних досліджень з'ясовано, що різні агенти (майбутні абітурієнти) по різному сприймають інформацію (знання) в силу своїх психофізіологічних властивостей, здібностей та нахилів. Зокрема, на рисунку 2.9 подані пелюсткові діаграми, які відображають інформацію про рівень знань (шкільні оцінки за дванадцятибальною системою) з навчальних предметів, що виносяться на зовнішнє незалежне оцінювання:

$$\text{Subject} = \{sub_1, sub_2, sub_3, sub_4, sub_5, sub_6, sub_7, sub_8, sub_9, sub_{10}\}$$

де sub_1 – українська мова, sub_2 – українська література, sub_3 – іноземна мова, sub_4 – історія України, sub_5 – алгебра, sub_6 – геометрія, sub_7 – біологія, sub_8 – географія, sub_9 – хімія, sub_{10} – фізика.

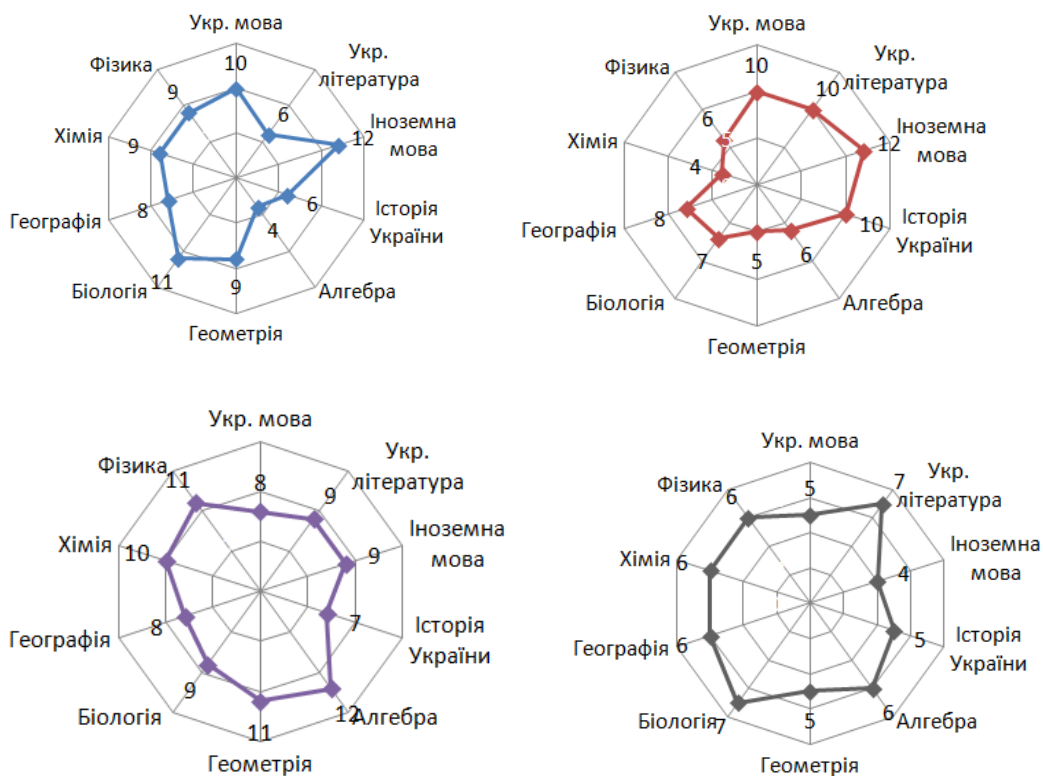


Рисунок – 2.9. Успішність агентів (учнів)

Тому при виборі професії очевидно не достатньо враховувати лише професійні нахили та здібності особи, необхідно також враховувати їх рівень знань. Тому, похідним завданням дослідження є розроблення моделей процесів поширення «знаннєвого потенціалу» в соціокомунікаційному середовищі

великого міста для дослідження його впливу на формування особистісно-орієнтованої освітньої траєкторії особи.

Введено поняття «знаннєвого потенціалу» (ЗП) $\varphi_{j,k,m}$ агента a_{jk} ($j = \overline{1, k}, k = \overline{1, k_j}$) в деякий момент часу $t = t_m$ ($m = 0, 1, 2, \dots; t_m = \Delta t m$, де Δt – деякий часовий інтервал) [7]. Процес поширення ЗП між агентами в межах деякого кліка K_j за формулою (1.1.) дифузійноподібно опишано як:

$$f_{j,k,m} + D_{j,k,m} \sum_{1 \leq \underline{k} < k < \bar{k} \leq k_j} \sigma_{k, \underline{k}, \bar{k}} ((\varphi_{j, \bar{k}, m} - \varphi_{j, k, m}) - (\varphi_{j, k, m} - \varphi_{j, \underline{k}, m})) = \varphi_{j, k, m+1} - \varphi_{j, k, m}$$

або

$$\varphi_{j, k, m+1} = \varphi_{j, k, m} + f_{j, k, m} + D_{j, k, m} \sum_{1 \leq \underline{k} < k < \bar{k} \leq k_j} \sigma_{k, \underline{k}, \bar{k}} (\varphi_{j, \bar{k}, m} - 2\varphi_{j, k, m} + \varphi_{j, \underline{k}, m}) \quad (2.1)$$

$$1 \leq \underline{k} < k < \bar{k} \leq k_j, \bar{k} \neq \underline{k},$$

де $D_{j,k,m}$ – коефіцієнт, що характеризує здатність k -го агента j -ї освітньої групи перерозподіляти інформацію (знання) в момент часу m (аналог коефіцієнта дифузії), $f_{j,k,m}$ – числова характеристика основного джерела інформації (знань), $\sigma_{k, \underline{k}, \bar{k}}$ – деякі вагові коефіцієнти. Зауважимо, що джерелом інформації може бути один, або декілька із виділених агентів певної соціокомунікаційної спільноти, наприклад $f_{j,k,m} = \gamma_m \varphi_{j,k,m}$, де $k = \overline{k_1, k_2, \dots, k_j}, 1 < \overline{k_1} < \overline{k_2} < \dots < \overline{k_j} < k_j$ (якщо клік, в межах шкільного освітнього рівня, це об'єднання учнів певного профільного класу, то в ролі джерела знань виступатиме їх вчитель).

Можливими є різні варіанти встановлення шляхів (способів) перерозподілу інформації (знань) між агентами, що належать до однієї соціальної спільноти (кліка), групами агентів різних кліків, а також між кліками в межах деякого освітнього рівня та в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста загалом (при цьому слід вводити додатковий індекс, що відповідав би тому чи іншому освітньому рівню).

Одним із варіантів введення узагальненого потенціалу K_j -ї освітньої соціокомунікаційної спільноти $\varphi_{j,m}$ є представлення його у вигляді деякої

функції від $\varphi_{j,k,m}$, зокрема, у вигляді узагальненого середнього арифметичного через потенціали агентів даної спільноти:

$$\varphi_{j,m} = \frac{1}{k_j} \sum_{k=1}^{k_j} \alpha_{j,k} \varphi_{j,k,m}, \quad (2.2)$$

де $\alpha_{j,k}$ – деякий ваговий коефіцієнт.

Тоді закон перерозподілу відповідного «усередненого» ЗП у часі між кліками подано у вигляді:

$$\begin{aligned} \varphi_{j,m+1} - \varphi_{j,m} &= f_{j,m} + D_{j,m} \sum_{1 \leq \underline{j} < \bar{j} \leq j_k} \omega_{j,\underline{j},\bar{j}} \left((\varphi_{\bar{j},m} - \varphi_{j,m}) - (\varphi_{j,m} - \varphi_{\underline{j},m}) \right) \text{ або} \\ \varphi_{j,m+1} &= \varphi_{j,m} + f_{j,m} + D_{j,m} \sum_{1 \leq \underline{j} < \bar{j} \leq j_k} \omega_{j,\underline{j},\bar{j}} (\varphi_{\bar{j},m} - 2\varphi_{j,m} + \varphi_{\underline{j},m}) \quad (2.3) \\ &1 \leq \underline{j} < \bar{j} \leq j_k, \bar{j} \neq \underline{j}, \end{aligned}$$

де $D_{j,m}$ – коефіцієнт, що характеризує здатність j -ї освітньої соціокомунікаційної спільноти перерозподіляти «знаннєвий потенціал» в момент часу m (аналог коефіцієнта дифузії), $f_{j,m}$ – числова характеристика основного джерела знань (відповідного освітнього рівня в цілому), $\omega_{j,\underline{j},\bar{j}}$ – деякі вагові коефіцієнти. Зауважимо, що джерелом поширення інформації (знань) може бути одна, або декілька із вибраних освітніх соціокомунікаційних спільнот певного освітнього рівня, наприклад $f_{j,m} = \theta_m \varphi_{j,m}$, де $j = \bar{j}_1, \bar{j}_2, \dots, \bar{j}_k, 1 < \bar{j}_1 < \bar{j}_2 < \dots < \bar{j}_k < j_k$.

При цьому зворотній вплив значень ЗП $\varphi_{j,m}$ на $f_{j,k,m}$ в простішому випадку можна моделювати шляхом введення залежності $f_{j,k,m}$ від $\varphi_{j,m}$ (

$f_{j,k,m} = g_j(\varphi_{j,m}), j = \overline{1, n}$), наприклад, лінійно:

$$\left\{ \begin{aligned} f_{j,k,m} &= \sum_{i=1}^n b_{j,k,i} \varphi_{i,m} = \sum_{i=1}^n b_{j,k,i} \left(\frac{1}{k_j} \sum_{k=1}^{k_j} \alpha_{i,k} \varphi_{j,k,m} \right), \\ &k = \overline{1, k_j}, j = \overline{1, n} \end{aligned} \right. \quad (2.4)$$

де $b_{j,k,i}$ – деякі коефіцієнти, що знаходяться (ідентифікуються) на основі накопичення, формування, аналізу та попереднього досвіду, зафіксованого у базах даних.

Отже, згідно з (2.1)-(2.4), для перерозподілу в часі «знаннєвих потенціалів» отримали:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_{j,k,m+1} = \varphi_{j,k,m} + f_{j,k,m} + D_{j,k,m} \sum_{1 \leq \bar{k} < k < \bar{k} \leq k_j} \sigma_{k,\bar{k}} (\varphi_{j,\bar{k},m} - 2\varphi_{j,k,m} + \varphi_{j,\bar{k},m}) \\ \varphi_{j,m} = \frac{1}{k_j} \sum_{k=1}^{k_j} \alpha_{j,k} \varphi_{j,k,m} \\ \varphi_{j,m+1} = \varphi_{j,m} + f_{j,m} + D_{j,m} \sum_{1 \leq \bar{j} < j < \bar{j} \leq j_k} \omega_{j,\bar{j}} (\varphi_{j,\bar{j},m} - 2\varphi_{j,m} + \varphi_{j,\bar{j},m}) \\ f_{j,k,m} = \sum_{i=1}^n b_{j,k,i} \varphi_{i,m} = \sum_{i=1}^n b_{j,k,i} \left(\frac{1}{k_j} \sum_{k=1}^{k_j} \alpha_{i,k} \varphi_{j,k,m} \right) \end{array} \right. \quad (2.5)$$

Можливим є врахування в рамках даної моделі взаємодії між агентами, що належать до різних освітніх соціокомунікаційних спільнот, наприклад, перерозподіл у часі ЗП 3-го по списку в класному журналі учня деякого 10 класу з урахуванням впливу на нього 5-го по списку в журналі учня 11 класу деякої гіпотетичної школи, використовуючи формулу (3.1) запишемо:

$$\varphi_{10,3,m+1} = \varphi_{10,3,m} + f_{11,5,m} + D_{11,5,m} \sum_{1 \leq \bar{k} < 3 < 5 \leq k_j} \sigma_{3,\bar{k},5} (\varphi_{11,5,m} - 2\varphi_{10,3,m} + \varphi_{10,\bar{k},m}).$$

Використовуючи класичні дифузійні моделі для опису інформаційного процесу поширення «знаннєвого потенціалу» між агентами в межах деякого кліка K_j суттєво відрізняються від описаних вище дифузійноподібних (рис.2.10.).

Зокрема на рисунку 2.10 жирною лінією зображено розподіл «знаннєвого потенціалу» в початковий момент часу $t_0=0$, суцільною лінією – розподіл «знаннєвого потенціалу», розрахований за традиційною дифузійною схемою в момент часу $t_1=1$, а пунктирною лінією зображено дифузійноподібні перерозподіли згідно формул (3.1-3.4) при $f_{j,k}=1$, $D=1$, при взаємодії навколишніх сусідніх агентів із заданими, $D=0,1$ – в інших випадках, $\sigma=1$, коли

«знаннєві потенціали» «крайніх» агентів в межах деякого соціального кільця рівні нулю, а початковий їх розподіл (за умов ієрархії) задано симетрично:

$$\varphi_{0,0} = 0, \varphi_{1,0} = 5, \varphi_{2,0} = 8, \varphi_{3,0} = 9, \varphi_{4,0} = 8, \varphi_{5,0} = 5, \varphi_{6,0} = 0.$$

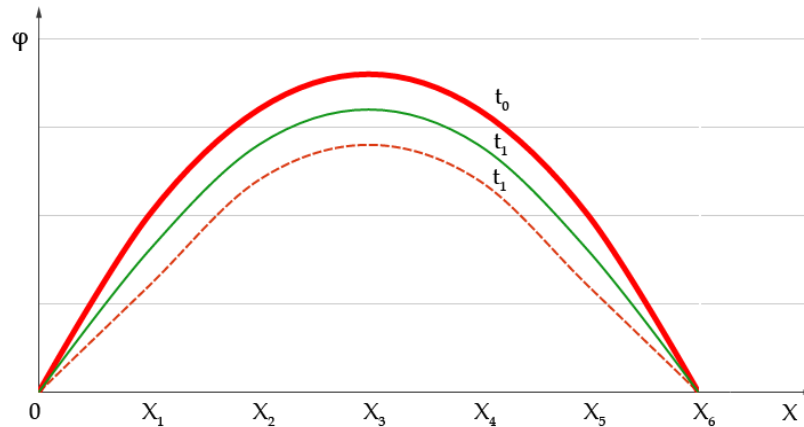


Рисунок – 2.10. Результати розрахунку «знаннєвого потенціалу» в початковий момент часу $t_0 = 0$ (жирним) та в момент часу $t_1 = 1$ за традиційною дифузійною схемою (суцільна лінія) та дифузійноподібною (пунктир)

2.5.1. Алгоритму розрахунку перерозподілу «знаннєвого потенціалу» в часі

1. Задати характерні модельні параметри, що входять в систему (2.5).
2. Задати початковий стан системи (розподіл «знаннєвого потенціалу» при $t = 0$):

$$\varphi_{j,k,0} = \tilde{\varphi}_{j,k}, \quad j = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, k_j} \quad (\sum_{j=1}^n k_j - \text{значень}).$$

3. За формулами (2.2) обчислити узагальнений потенціал K_j -ї освітньої соціокомунікаційної спільноти в початковий момент часу:

$$\varphi_{j,0} = \frac{1}{k_j} \sum_{k=1}^{k_j} \alpha_{j,k} \varphi_{j,k,0}$$

4. Згідно з (2.4) знайти значення основного джерела інформації (знань) (наприклад, деякої вибраної освітньої соціокомунікаційної спільноти в цілому) в початковий момент часу:

$$f_{j,k,0} = \sum_{i=1}^n b_{j,k,i} \varphi_{i,0}$$

5. За формулами (2.1) та (2.3) (при $m=0$) обчислити $\varphi_{j,k,1}$ та $\varphi_{j,1}$ і перейти до наступного часового інтервалу.

При цьому, як і в класичних дифузійних задачах, не вистачатиме, так би мовити, «крайніх значень» ЗП φ (тобто при $k=1$ та $k=j$), що приводить до необхідності встановлення ієрархії агентів в межах кожного кліку заданого освітнього рівня (наприклад, «вчитель-учень»), а також «крайніх умов» для характеристики «знаннєвих потенціалів» кожного кліку. В цьому випадку можливим 2 варіанти їх задання:

1) аналогічно до внутрішніх (агентів) характеристик вводити слід ієрархію кліків і, при цьому, задавати потенціали «крайніх», наприклад, встановлювати ієрархію шкіл в певному районі міста задаючи потенціали «найслабшої» та «найсильнішої».

2) вважати, що кліки є рівноправні в межах освітнього рівня, при цьому, упорядкування все ж вводити «чисто формально» (не за пріоритетами) вважаючи, що $\varphi_{1,\dots} = \varphi_{n,\dots}$, тобто задавати умови аналогічні умовам періодичності (дифузії).

2.5.2. Узагальнення математичних моделей поширення «знаннєвого потенціалу»

Через $\varphi_{k,m}$ позначено «знаннєвий потенціал» k -го агента в m -й момент часу, а через $\alpha_{k,i,m}$ – «пропускну здатність» (коефіцієнт сприйняття) i -м агентом k -го (для зручності викладу вважали, що $\alpha_{k,i,m} = \alpha_{k,i}$, тобто, що характер сприйняття чи передачі інформації між k -м і i -м агентами не

залежить від часу) [1, 9, 17]. Тоді, закон перерозподілу «знаннєвого потенціалу» представлено у вигляді:

$$\varphi_{k,m+1} - \varphi_{k,m} = \alpha_{k,1}(-\varphi_{k,m} + \varphi_{1,m}) + \dots + \alpha_{k,k_j}(-\varphi_{k,m} + \varphi_{k_j,m}) \text{ або}$$

$$\varphi_{k,m+1} = \varphi_{k,m} + \sum_{i=1}^{k_j} \alpha_{k,i}(\varphi_{k,m} - \varphi_{k,i}) \quad (2.6)$$

Зокрема, якщо взаємодія має місце лише між сусідніми об'єктами (що розміщені в ряд), тобто коли лише “навколишні” $\alpha_{k,i} = \alpha_{k-1,i} = \alpha_{k+1,i} = \alpha$ є відмінними від нуля, то (1.1.) є аналогом різницевої схеми для диференціального рівняння $U_t = \alpha^2 U_{xx}$ (де t – час, x – просторова змінна

$$U_{k,m+1} - U_{k,m} = \alpha^2 (U_{k+1,m} - 2U_{k,m} + U_{k-1,m}), \quad \alpha = \frac{\Delta t \alpha^2}{(\Delta x)^2} \quad (2.6^*)$$

Якщо відомим є наступний початковий розподіл «знаннєвого потенціалу»:

$$\varphi_{k,0} = \mathcal{G}_k, \quad k = \overline{1, k_j} \quad (2.7)$$

та характер зміни у часі “крайніх” об'єктів, а саме:

$$\varphi_{1,m} = \mathcal{G}_{*m}, \quad \varphi_{k_j,m} = \mathcal{G}_m^*, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

$$(\mathcal{G}_{*0} = \mathcal{G}_0, \quad \mathcal{G}_0^* = \mathcal{G}_{k_j}) \quad (2.8)$$

Отже, в наступні моменти часу відповідні ситуаційні стани характеризуватимуться згідно формул (2.6-2.8). При цьому, зрозуміло, що особливістю при переході до $(m+1)$ -го стану для k -го агента згідно (2.8) (по відношенню до (2.6*)) є “здіяння” усіх об'єктів m -го стану (а не лише навколишніх, що має місце, згідно (2.6*)).

На рисунку 2.11 а) та рисунку 2.11 б) подано результати розрахунку «знаннєвого потенціалу» згідно формул (2.8-2.10) при умові, що ЗП «крайніх» агентів в межах деякої освітньої соціокомунікаційної спільноти (кліка) рівні нулю, а початковий їх розподіл задано симетрично: $\varphi_{1,0} = 0$, $\varphi_{2,0} = 8$, $\varphi_{3,0} = 14$, $\varphi_{4,0} = 18$, $\varphi_{5,0} = 20$, $\varphi_{6,0} = 20$, $\varphi_{7,0} = 18$, $\varphi_{8,0} = 14$, $\varphi_{9,0} = 8$, $\varphi_{10,0} = 0$.

На рисунку 2.11 в) агент (вчитель) передає («витрачає»), свій ЗП не лише навколишнім агентам (учням) (які, згідно класичної дифузійноподібної моделі, в

свою чергу, передають отриману інформацію своїм «сусідам»), але й одночасно всім іншим агентам в межах деякого кліка.

На рисунку 2.11 г) вчитель «поповнює» «знаннєві потенціали» різних учнів по різному.

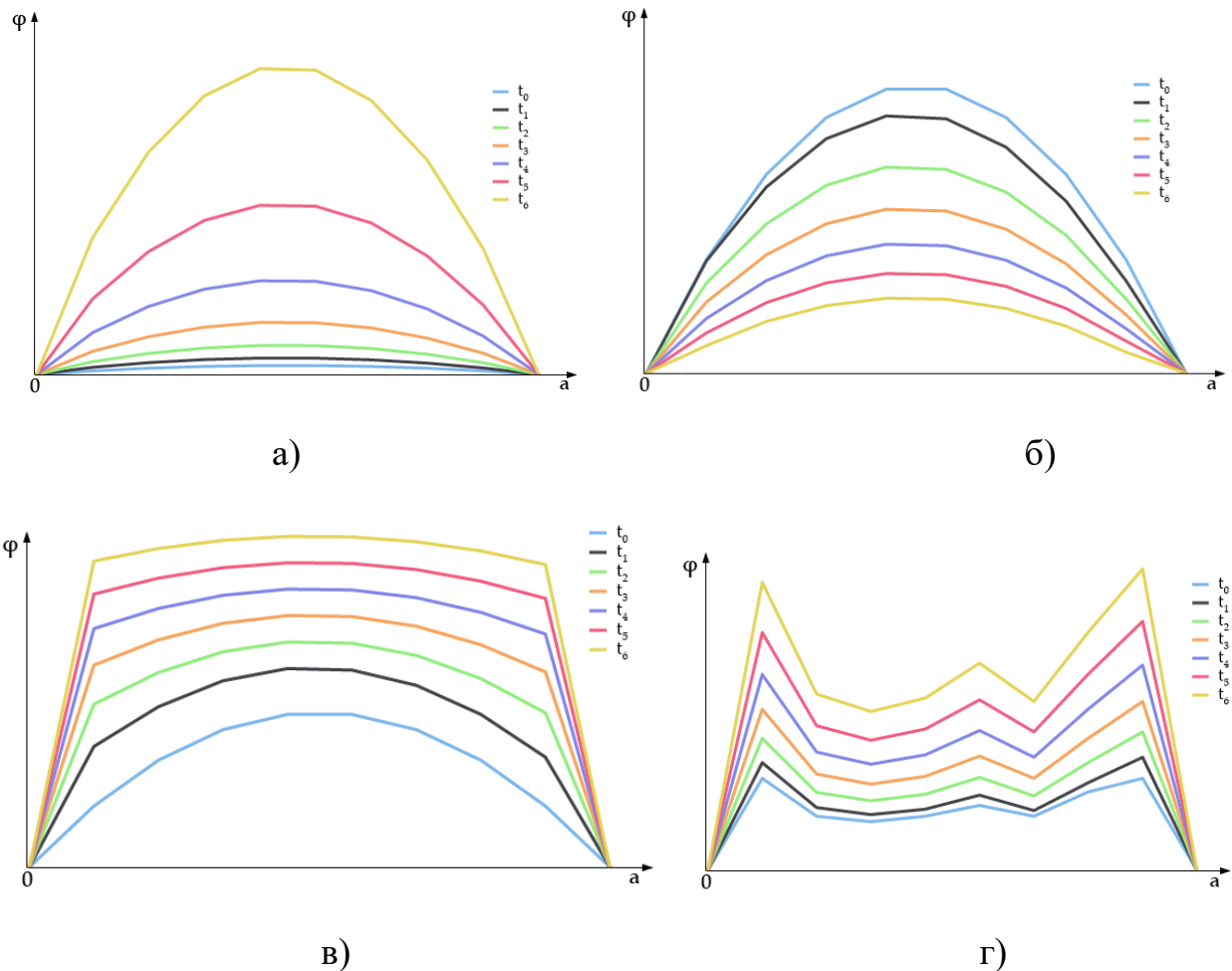


Рисунок – 2.11. Зміна інтенсивності «знаннєвого потенціалу» джерела інформації (вчителя) в межах кліка

Недоліком даної моделі є відсутність джерела інформації, потенціал якого не зменшується внаслідок її передачі різним індивідам. Дійсно, в розглянутому вище випадку, індивіди (об'єкти), що мали на початку процесу мали високий ступінь інформаційного потенціалу з часом «тупіють» (адже, їх інформаційний потенціал розповсюджується, вирівнюється відносно інших індивідів). Аналогічне явище спостерігається, наприклад, при знаходженні розв'язків найпростішого дифузійного рівняння (без вільного члена) $U_t = \alpha^2 U_{xx}$.

У випадку наявності джерела інформації (вчителя), потенціал якого не зменшується рівняння (2.6) узагальнено, наприклад, так:

$$\varphi_{k,m+1} = \varphi_{k,m} + \sum_{i=1}^{k_j} \alpha_{k,i} (\varphi_{k,m} - \varphi_{k,i}) + f_m, \quad (2.9)$$

де, f_m – інтенсивність джерела інформації в m -й момент часу (мається на увазі, що джерело інформації в даному випадку діє на всі об'єкти однаково). Безумовно, що можна розглядати і складніші випадки, коли «вчитель» поповнює «знаннєві потенціали» різних індивідів по різному, тоді замість f_m матимемо $f_{k,m}$ (навіть $f_{k,i,m}$).

Недоліком даної моделі є те, що кожний об'єкт (клік) характеризується лише одним потенціалом. Але, безумовно (в дійсності), наприклад, учні характеризуються різними потенціалами (наприклад, знаннями математики, історії, тощо).

2.6. Формування індивідуальної навчальної траєкторії

Основним фактором, який враховується при формуванні індивідуальної навчальної траєкторії особи – «агента» є знаходження розподілу відповідних «знаннєвих потенціалів». У випадку, коли кожен (k -й) агент характеризується двома «знаннєвими потенціалами» $\varphi_{l,k,m}$ ($l=1,2$). Наприклад, k -му агенту в m -й момент часу притаманні потенціали, що характеризують відповідно знання з математики та мови. Модель, що описує перерозподіл цих потенціалів із можливим врахуванням «впливу» одного із них на інший (здобуття високого «знаннєвого потенціалу» з математики може вплинути на зниження «знаннєвого потенціалу» з мови для даного об'єкта, або навпаки, позитивні взаємовпливи), подано у вигляді [2, 19, 20]:

$$\begin{cases} \varphi_{1,k,m+1} = \varphi_{1,k,m} + \sum_{i=1}^{k_j} \alpha_{1,k,i,m} (\varphi_{1,k,m} - \varphi_{1,i,m}) + f_{1,m} + g_{1,m}(\varphi_{1,k,m}, \varphi_{2,k,m}) \\ \varphi_{2,k,m+1} = \varphi_{2,k,m} + \sum_{i=1}^{k_j} \alpha_{2,k,i,m} (\varphi_{2,k,m} - \varphi_{2,j,m}) + f_{2,m} + g_{2,m}(\varphi_{1,k,m}, \varphi_{2,k,m}) \end{cases}, \quad (2.10)$$

де, $f_{1,m}$, $f_{2,m}$ – інтенсивності джерел передачі знань, $g_{1,m}(\varphi_{1,k,m}, \varphi_{2,k,m})$, $g_{2,m}(\varphi_{1,k,m}, \varphi_{2,k,m})$ – функції, що характеризують взаємозалежності (взаємовпливи) вивчення в даному випадку математики та мови. На рисунку 2.12 подано результати розрахунків у випадку, коли збільшення «математичного параметра» α веде до підвищення відповідної компоненти «знаннєвого потенціалу» заданого агента при збереженні «мовної компоненти». А на рисунку 2.13 подано результати, коли збільшення «мовного параметра» β призводить до зменшення «математичної компоненти» (не впливаючи на «мовну»).

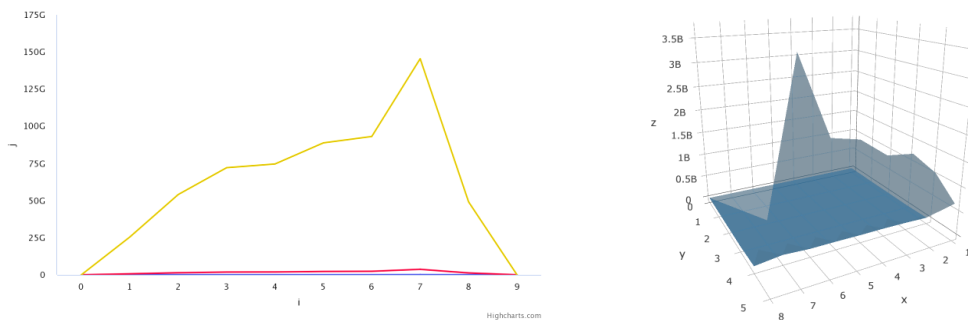


Рисунок – 2.12. Перерозподіл двоконпонентного «знаннєвого потенціалу» агента

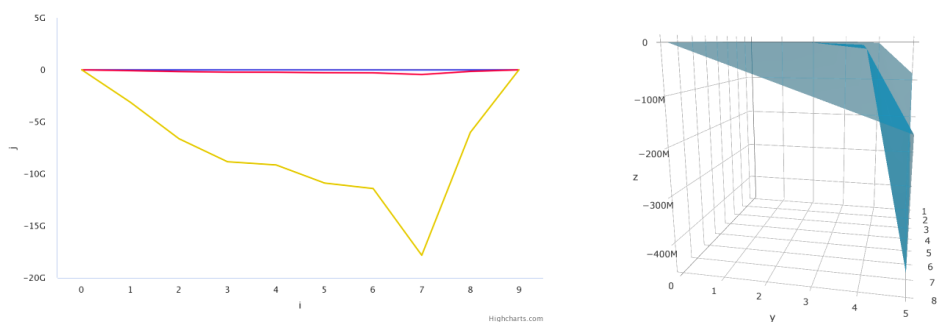


Рисунок – 2.13. Перерозподіл двоконпонентного «знаннєвого потенціалу» агента

Аналогічно, у випадку коли об'єкти (агенти) характеризуються багатьма потенціалами, тобто, $l = 1, 2, \dots, l^*$, маємо:

$$\varphi_{l,k,m+1} = \varphi_{l,k,m} + \sum_{i=1}^{k_j} \alpha_{l,k,j,m} (\varphi_{l,k,m} - \varphi_{l,j,m}) + f_{l,k,m} + g_{l,k,m}(\varphi_{1,k,m}, \dots, \varphi_{l^*,k,m}),$$

де $\alpha_{l,k,j,m}$ – коефіцієнти сприйняття. Ідентифікувати дані коефіцієнти можна, зокрема, шляхом замірів «знаннєвих потенціалів» усіх агентів в різні моменти часу, обчисленням значень інтенсивності джерел передачі знань $f_{l,k,m}$, функцій $g_{l,k,m}$, що характеризують взаємовпливи, та розв'язуванням системи алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{k_j} a_{l,k,j,m} \alpha_{l,k,j,m} = b_{l,k,m} \\ l = \overline{1, l^*}, \quad k = \overline{1, k^*}, \quad m = 1, 2, 3, \dots \end{cases}$$

де $a_{l,k,j,m} = \varphi_{l,k,m} + \varphi_{l,j,m}$, $b_{l,k,m} = \varphi_{l,k,m+1} + \varphi_{l,k,m} - f_{l,k,m} + g_{l,k,m}(\varphi_{1,k,m}, \dots, \varphi_{l^*,k,m})$
 k^* – кількість агентів.

Таким чином, знаючи дані параметри та значення характеристик взаємовпливів різних ЗП агентів можна знайти інтенсивності джерел передачі знань за формулою:

$$f_{l,k,m} = b_{*,l,k,m} - b^*_{l,k,m}, \quad \text{де}$$

$$b_{*,l,k,m} = \varphi_{l,k,m+1} - \varphi_{l,k,m} - g_{l,k,m}(\varphi_{1,k,m}, \dots, \varphi_{l^*,k,m}), \quad b^*_{l,k,m} = \sum_{i=1}^{k_j} \alpha_{l,k,j,m} (\varphi_{l,k,m} - \varphi_{l,j,m})$$

В загальному, для ідентифікації параметрів компонент «знаннєвого потенціалу», з метою їх подальшого використання при створенні індивідуальних навчальних траєкторій особи, можна використовувати процедуру поетапних фіксацій тих чи інших параметрів (блочних ітерацій).

На рисунку 2.14. подано діаграму діяльності, що характеризує процес визначення багатокомпонентного «знаннєвого потенціалу» з метою формування індивідуальної навчальної траєкторії.

Вхідними даними є початкові розподіли різного роду «знаннєвих потенціалів» агентів, вагові коефіцієнти, а також інтенсивності джерел передачі знань.

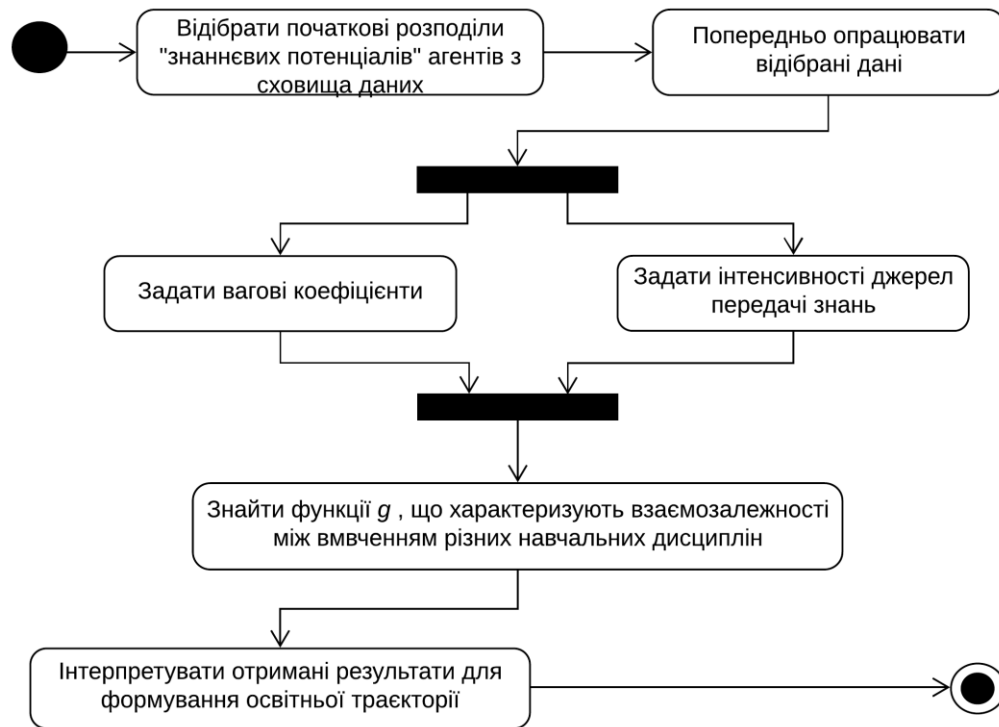


Рисунок – 2.14. Діаграма діяльності формування ІНТ

Алгоритми відповідних числових розрахунків щодо прогнозування ситуаційних станів передбачають їх використання при створенні ІНТ користувачів з врахуванням здібностей, інтересів та можливостей.

Висновки до розділу 2

1. Подано формальну модель освітнього соціокомунікаційного середовища міста.

2. Розроблено концептуальну модель етапів інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста.

3. Розроблено модель процесу аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи на основі результатів профорієнтаційних тестів (опитувальника професійної спрямованості Голланда, опитувальника структури темпераменту В. Русалова, опитувальника кола інтересів А. Голомштока, опитувальника визначення типу професії Є. Клімова), яка дозволила оптимізувати процес проведення профорієнтаційних тестувань для визначення професійних особливостей особи.

4. Введено поняття «знаннєвого потенціалу» φ , що подається як характеристика певної сукупності, суми знань того чи іншого індивіда, накопиченої впродовж відповідного життєвого періоду. Вперше запропоновано оригінальний модельний підхід до інформаційних процесів поширення «знаннєвого потенціалу», який базується на відповідній дифузійноподібній моделі.

5. Побудовано математичні дифузійноподібні моделі інформаційних процесів поширення «знаннєвого потенціалу» між агентами, що належать до однієї освітньої соціокомунікаційної спільноти (кліка), а також між агентами різних кліків в межах певного освітнього рівня міста.

6. Розроблено комплексну модель взаємовпливу компонент «знаннєвого потенціалу» шляхом використання диференціальних рівнянь дифузійного типу, яка, на відміну від подібних, враховує багатоконпонентність «знаннєвого потенціалу» особи і може використовуватися для формування її освітньої траєкторії навчання.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ ОСОБИ В ОСВІТНЬОМУ СОЦІОКОМУНІКАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ВЕЛИКОГО МІСТА

У третьому розділі розроблено метод визначення професійного типу особистості та метод аналізу освітньої діяльності навчальних закладів міста. Подано інформаційно-технологічні процедури моніторингу ринку праці міста, зокрема запропоновано використовувати два методи збору даних: аналіз вакансій державної служби зайнятості за професіями та контент-аналіз сайтів з вакансіями. Запропоновано та описано алгоритми персоналізованого пошуку вакансій та навчальних закладів у місті.

3.1. Метод встановлення відповідності визначеного професійного типу особистості професіям, що подані в Національному класифікаторі професій

Національний класифікатор професій є складовою частиною державної системи класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації. Класифікатор розроблено відповідно до постанови Кабінету Міністрів України «Про Концепцію побудови національної статистики України та Державну програму переходу на міжнародну систему обліку і статистики» [106]. За основу розроблення КП було прийнято Міжнародну стандартну класифікацію професій (ISCO 88: International Standard Classification of Occupations/ILO, Geneva), яку Міжнародна конференція статистики праці Міжнародного бюро праці рекомендувала для переведення національних даних у систему, що полегшує міжнародний обмін професійною інформацією.

Структурно КП складається із кодів та назв класифікаційних угруповань (розділів, підрозділів, класів, підкласів та груп професій). Схему ієрархічної структури кодових позначень наведено на рисунку 3.1 [107].

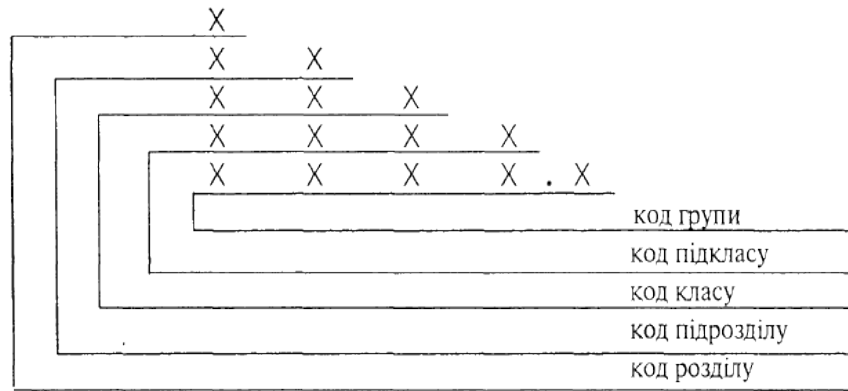


Рисунок – 3.1. Ієрархічна структура класифікатора професій

Ознаки класифікації розташовано в такій послідовності:

- рівень освіти (перший рівень класифікації – розділи професій);
- спеціалізація (другий, третій, четвертий – рівні класифікації, підрозділи, класи та підкласи професій);
- кваліфікаційний рівень робіт, що виконуються (п'ятий рівень класифікації – групи професій).

Для встановлення відповідності визначеного професійного типу особистості P_type професіям P_prof , що подані в Національному класифікаторі професій сформовані базові ознаки професійних робіт (професій, посад) наведені у 9 розділах КП [95], значення цих ознак, критерії, за якими ці значення оцінюються та коефіцієнти відносної вагомості значень ознак.

Таким чином, професії описуються трьохвимірним кортежем значень наступних ознак:

1. Освітньо-кваліфікаційний рівень (згідно освітньо-професійними програмами): (кваліфікований робітник, молодший спеціаліст, бакалавр, магістр).

2. Галузь діяльності: освіта (бібліотеки, дитячі садки, школи, технікуми та університети); медицина (лікарні, фармацевтика, стоматологія); виробництво (заводи, фабрики); фінанси (банки, страхові компанії); транспорт (вантажні та маршрутні перевезення); сфера послуг (продуктові магазини, торгові центри, піцерії та перукарні).

3. Кваліфікаційний рівень робіт (групи професій): законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі); професіонали; фахівці; технічні службовці; працівники сфери торгівлі та послуг; кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства; кваліфіковані робітники з інструментом; робітники з обслуговування, експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин; найпростіші професії.

Коефіцієнти відносної вагомості значень ознак формуються методами безпосереднього експертного оцінювання.

Таким чином, метод встановлення відповідності визначеного професійного типу особистості професіям, що подані в Національному класифікаторі професій складається з наступних кроків:

Крок 1. Накопичити та консолідувати результати тестів на профорієнтацію.

Крок 2. Попередньо опрацювати дані (на даному кроці аналізуються відповіді користувача):

Крок 2.1. Структурувати та уніфікувати дані.

Структурування та уніфікування даних – процес приведення значень атрибутів до єдиної структури, за умови відмінностей шкал оцінювання значень певних атрибутів.

Крок 2.2. Дискретизувати дані.

Дискретизація – зменшення числа значень неперервної змінної шляхом ділення діапазону значень на скінченну кількість інтервалів, що не перетинаються, які іменуються певними позначеннями, зазвичай порядковим номером цих інтервалів. Алгоритм процесу дискретизації складається з наступних кроків: сортування прикладів за значенням досліджуваного неперервного атрибуту, який необхідно дискретизувати; встановлення інтервалів; здійснення оцінки приналежності значення досліджуваного неперервного атрибуту до одного з інтервалів, перейти до наступного прикладу.

Крок 3. Провести оцінювання та інтерпретацію результатів попереднього опрацювання даних та встановити відповідність належності консолідованих результатів професійного тестування встановленій множині атрибутів прийняття рішення.

Крок 4. Задати експертами множину $S = \{s_{\psi p}\}$, $\psi = (1, N)$, $p = (1, q)$ коефіцієнтів схожості ψ -го кортежу значень ознак з p -ю професією, яка описана в класифікаторі.

Крок 5. Визначити множину $W = \{w_{tp}\}$, $t = (1, 6)$ коефіцієнтів вагомості визначеного, в результаті профорієнтаційного тестування, t -го типу особистості відносно p -ї професії.

Крок 6. Визначити ступінь належності $Deg_{\psi t}$ t -го типу особистості до професії, що задається ψ -м кортежем значень ознак: $Deg_{\psi g} = \sum_{p=1}^q s_{\psi p} \sum_{t=1}^6 w_{tp}$.

Крок 7. Внести у базу даних рекомендацій щодо вибору професії у відповідності з Державним класифікатором професій

Блок-схему алгоритму визначення відповідності професії Національному класифікатору професій подано на рисунку 3.2.

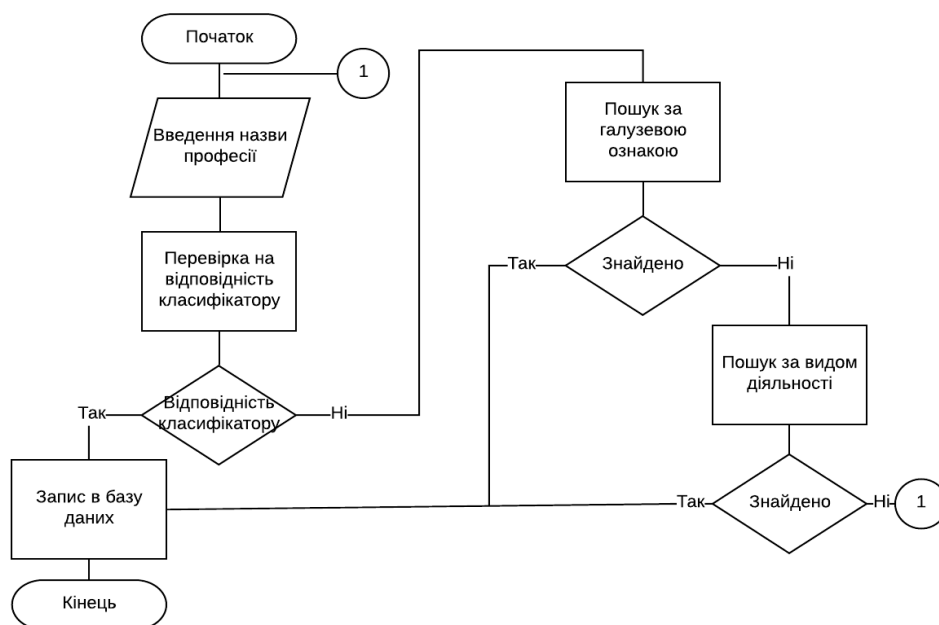


Рисунок – 3.2. Алгоритм визначення відповідності професійного типу класифікатору професій

3.2. Метод моніторингу ринку праці міста

Взаємодію ринків освітніх послуг і праці можна представити як модель, що охоплює систему вхідних і вихідних параметрів та має певний внутрішній устрій (система процесів регулювання взаємодії).

Як вхідні параметри можна розглядати: імпульси, які формує інформація про стан ринку праці (запити, очікування роботодавців); можливості ринку освітніх послуг; відповідні їм ресурси (матеріальні, фінансові, кадрові, інформаційні та інноваційні); інфраструктуру (сукупність закладів, залучених до взаємодії, і взаємозв'язки між ними);

Як вихідні – результати взаємодії (продукт взаємодії ринку освітніх послуг та праці), що задовольняють вимогам ринку праці; очікування суспільства, потреби економіки, які забезпечують баланс попиту та пропозиції фахівців; гармонізацію ринків освітніх послуг та праці [108].

Для визначення професій, які є найбільш затребувані на ринку праці міста, запропоновано використовувати два методи збору даних: аналіз вакансій, заявлених роботодавцями в державну службу зайнятості, за професіями та контент-аналіз сайтів з вакансіями. Суть методу полягає у визначенні професій, на які найбільш доцільно здійснювати підготовку.

3.2.1. Аналіз вакансій Державної служби зайнятості

В рамках даного компоненту дослідження був проведений аналіз статистичних даних Державної служби зайнятості (ДСЗ) про кількість зареєстрованих вакансій (поданих роботодавцями) за розділами, підрозділами та класами професій згідно «Форми № 2-ПН» (працевлаштування, 2006-2017). В результаті, розроблено базу даних, яка містить наступну інформацію:

- код професії (посади);
- кількість одиниць вакансій;
- навантаження на 1 вільне робоче місце.

Інформаційні таблиці в яких зберігаються відомості щодо вакансій та відповідних спеціальностей наведено на рисунку 3.3.

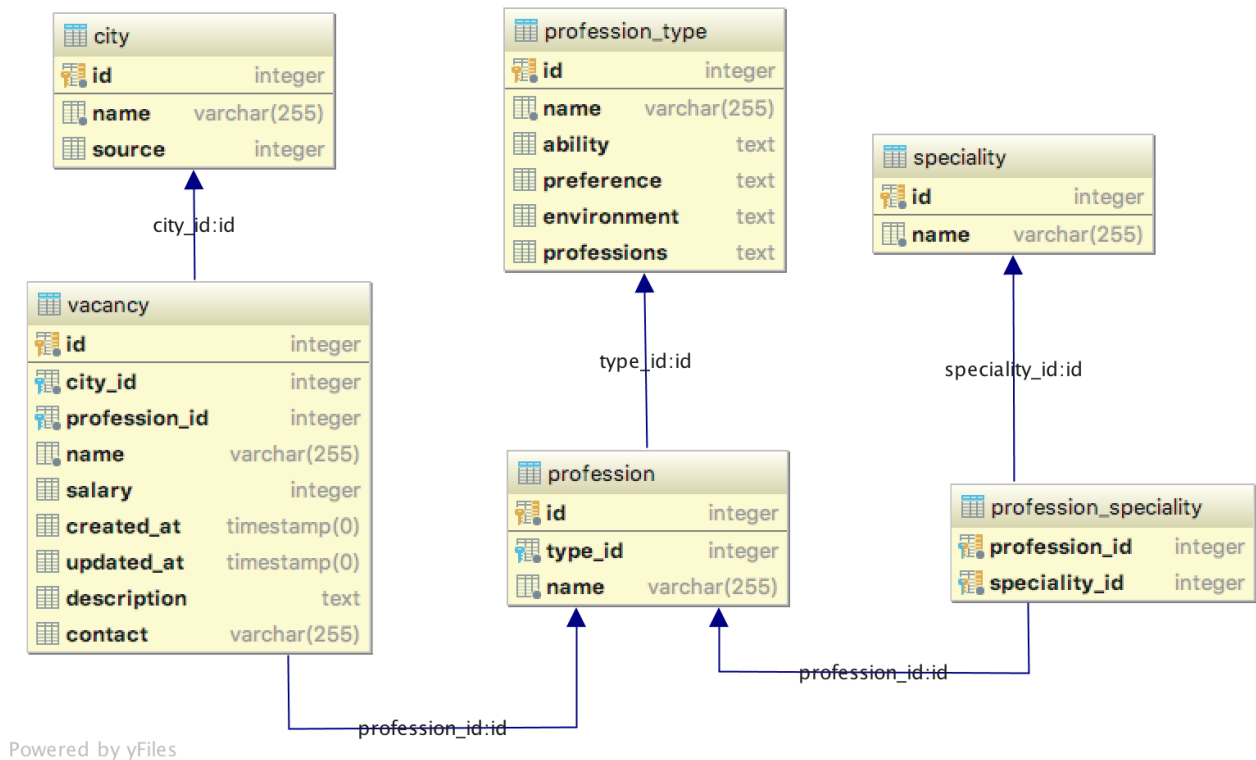


Рисунок – 3.3. Інформаційні таблиці, в яких зберігаються дані щодо вакансій на ринку праці міста

3.2.2. Контент-аналіз сайтів з вакансіями

В Україні найбільш популярними Інтернет сайтами пошуку роботи є: HeadHunter (hh.ua), jobs.ua, work.ua, rabota.ua, rabotaplus.ua та alljob.com.ua. Тому, збір даних відбувався з допомогою створеного спеціально для кожного із цих сайтів парсерів. Парсер (англ. parser – аналіз, розбір) або синтаксичний аналізатор – частина програми, яка виконує синтаксичний аналіз тексту.

Розроблені алгоритми (парсери) виділення в коді html сторінок сайтів пошуку роботи повторюваних шаблонів, що містять релевантну для дослідження інформацію про вакансії. Кожен із парсерів містив шаблони для виділення даних за наступними даними:

e_1 – професія (посада),

e_2 – орієнтовна сума зарплатні,

e_3 – вид зайнятості,

e_4 – вимоги до освіти та досвіду.

Схема алгоритму парсингу наведена на рисунку 3.4.

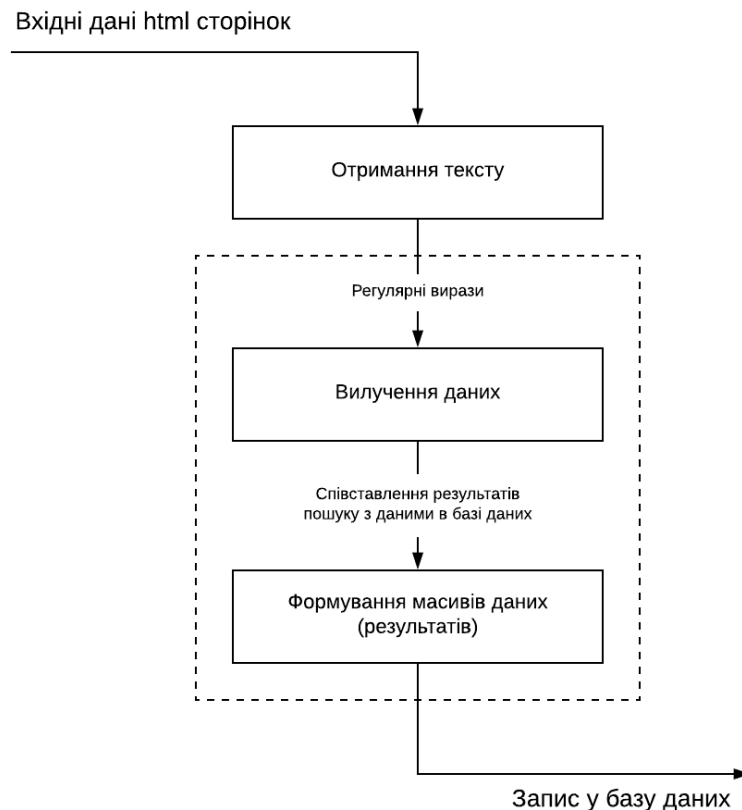


Рисунок – 3.4. Схема алгоритму парсингу сайтів пошуку роботи

Поєднання двох методів збору даних дозволило комплексно проаналізувати ситуацію на ринку праці міста, оскільки певні категорії роботодавців систематично не звертаються до Державної служби зайнятості, а інші, навпаки, не шукають працівників через Інтернет. З цієї причини висновки, зроблені на основі аналізу даних з обох джерел, можуть відрізнитися, проте їх слід сприймати як взаємодоповнюючі, а не такі, що суперечать один одному, враховуючи специфіку кожного з джерел інформації.

У зв'язку з тим, що попит і пропозиція на ринку праці відбувається під впливом множини чинників, для прогнозування його короткотривалого (4-6 років) розвитку в професійному розрізі застосовувався факторно-системний підхід. Тобто, припускалося, що середньострокова потреба у фахівцях є

інерційною і залежить, передусім, від потреби у фахівцях у минулому періоді, а також від пропозиції на ринку праці та розвитку економіки.

3.3. Простір даних закладів освіти міста

Реалізація етапів процесу підготовки кваліфікованих фахівців відповідно до нахилів та здібностей особистості та вимог «розумного» міста передбачає [23, 24]:

- зберігання і керування даними, що за обсягами складають десятки та сотні терабайт. Мова йде про дані, що характеризують діяльність навчальних закладів різних типів та рівнів акредитації (наприклад, у Києві функціонує 72 вищих навчальних заклади, 21 вище професійне училище, 43 коледжі, 260 шкіл, 33 ліцеї, 46 гімназій; у Львові – 29 вищих навчальних заклади, 18 вищих професійних училищ, 22 коледжі, 99 шкіл, 17 ліцеїв, 19 гімназій і т.д.);

- опрацювання структурованих даних, зокрема БД навчальних закладів, та неструктурованих даних, що характеризують міський ринок праці, реалізація процедур аналізу великих масивів статистичних даних;

- аналіз різнотипових та різноформатних інформаційних ресурсів, що формуються на основі з різнопланових джерел, використовуючи при цьому інтеграційні підходи у формі федералізації та консолідації даних.

Для простору даних необхідна інтеграція інформації про такі об'єкти.

- Навчальні заклади I-IV рівнів акредитації: технікуми, училища (I); коледжі (II); інститути, консерваторії, академії, університети (III-IV).

- Агенти – особи, які навчаються, а також науково-педагогічні працівники, батьки та представники підприємств, установ, кооперативних, громадських організацій міста, які беруть участь у навчально-виховній роботі).

- Працедавці – підприємства, установи, організації а також фізичні особи, які пропонують працевлаштування випускників.

- Територіальні органи Державної служби зайнятості.

Залежно від типу об'єкта інформація може зберігатися у різних моделях та виходити з різних джерел:

- навчальні заклади – сховище даних, база даних, динамічний Web-сайт з базою даних, розміщеною на Web-сервері, текстові дані, тощо;
- агенти – база даних;
- працедавці – база даних, Web-сайт;
- територіальні органи Державної служби зайнятості – сховище даних, числові та текстові дані.

Таким чином, простір даних, що описує процеси функціонування освітнього соціокомунікаційного середовища «розумного» міста містить множину інформаційних продуктів предметної області, яку поділено на три блоки:

- структуровані дані (бази даних, сховища даних);
- напівструктуровані дані (XML, електронні таблиці);
- неструктуровані дані (текст).

Інформаційна технологія, з допомогою якої ефективно реалізуються процедури аналізу та опрацювання великих за обсягом даних освітнього середовища «розумного» міста, є технологія сховищ даних.

3.3.1. Характеристика сховища даних комплексної оцінки освітньої діяльності навчальних закладів міста

Сховище даних (СД) – предметно-орієнтована, інтегрована, варіантна в часі, неруйнівна сукупність даних, призначена для підтримки прийняття керівних рішень [109].

Сховище даних наділене наступними особливостями [97]:

- проектування, побудови та реалізації отримання інформації з різнотипових джерел у деталізованому та агрегованому вигляді;
- багатовимірне подання інформації; наявність метаданих для опису структури даних, що надходять з інформаційних джерел та структури даних самого сховища;
- наявність пакетного завантаження даних у сховище та їх вивантаження; наявність процедур аналізу даних та отримання нових даних;

- орієнтованість подань даних на їх аналітичне, а не статичне опрацювання.

Концептуальна модель сховища даних зображена на рисунку 3.5.



Рисунок – 3.5. Концептуальна модель сховища даних

Характеристика сховища даних [110]:

Предметна орієнтація. Інформація в сховищі даних організована відповідно до основних аспектів діяльності організації (студент, навчальні дисципліни, лекції тощо). Предметна організація даних у сховищі сприяє як значному спрощенню аналізу, так і підвищенню швидкості виконання аналітичних запитів. Дані зберігаються в спеціальній багатомірній СУБД – в *n*-мірних кубах.

Інтегрованість. Вихідні дані витягаються з оперативних БД, перевіряються, очищаються, приводяться до єдиного вигляду, у потрібному ступені агрегуються (тобто обчислюються сумарні показники) і завантажуються до сховища.

Прив'язка до часу. Дані в сховищі завжди прямо пов'язані з певним періодом часу. Дані, вибрані їх оперативними БД, накопичуються у сховищі у вигляді «історичних каталогів» відповідно до конкретного періоду часу. Оскільки освітнє соціокомунікаційне середовище «Розумного міста» має властивість швидко розвиватися, то це дає змогу аналізувати тенденції його розвитку.

Незмінюваність. Потрапивши в певний «історичний каталог» сховища дані вже ніколи не будуть змінені.

Запропоновану у роботі [110] модель СД, використано для подання сховища даних комплексної оцінки освітньої діяльності навчальних закладів міста у наступному вигляді:

$$SD_{NZ} = \langle DB, rf, RF, rm, RM, func \rangle,$$

де DB – множина відношень, їх схем та обмежень, які містять відомості із вхідних баз даних (БД навчальних закладів), RF – схема множини відношень фактів rf , RM – схема множини відношень метаданих rm , $func$ – множина процедур прийняття рішень.

Отримання нових рішень полягає у видобуванні даних зі сховища шляхом реалізації відповідних функцій на відношенні фактів із врахуванням вимог, які залежить від потреб користувача. Зв'язок між відношеннями rf та DB утворює гіперкуби даних, вимірами яких є множина відношень сховища даних комплексної оцінки діяльності навчальних закладів міста різних типів та рівнів акредитації.

Врахування особливостей інструментів інтелектуального аналізу під час проектування сховища даних оцінювання освітньої діяльності ЗО дає можливість більш точно подавати особливості даних, що накопичуються [111-112].

3.3.2. Технологія комплексного багатовимірного аналізу даних освітньої діяльності навчальних закладів міста

Ключовим компонентом організації сховища даних є технологія комплексного багатовимірного аналізу даних – OLAP (оперативна аналітична обробка даних). Застосування даної технології в рамках освітнього соціокомунікаційного середовища «Розумного міста» надає можливість для детального аналізу поточного стану освітніх ресурсів міста, а також виявлення тенденцій їх розвитку шляхом зіставлення даних, що відносяться до різних часових періодів. OLAP системи базуються на інтелектуальному процесі узагальнення деталізованих даних і дозволяють отримати знання з

консолідованих за різними аспектами аналізу, взаємопов'язаних фрагментів інформації [113]. Вихідними даними для аналізу з допомогою інструментарію OLAP є показники роботи навчальних закладів, таких як: чисельність студентів і викладачів, фінансове забезпечення, матеріально-технічне забезпечення, комп'ютерне оснащення, навчальне навантаження, тощо [5, 10].

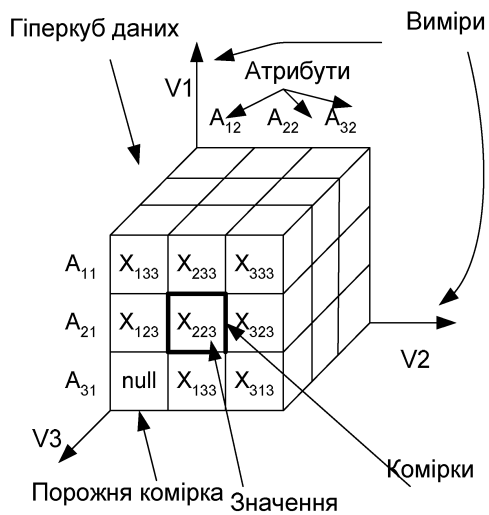


Рисунок – 3.6. Гіперкуб даних

В основі OLAP як інформаційної технології лежить багатовимірна модель даних, основними поняттями якої є: гіперкуб даних rel , вимір D , атрибут A , комірка X , значення $rel(D,A)$. Гіперкуб даних містить один або більше вимірів і є впорядкованим набором комірок (рис. 3.6) [114].

Кожна комірка визначається одним і лише одним набором значень вимірів – атрибутів. Комірка може містити значення або бути порожньою. Під виміром розумієм множину атрибутів, що створюють одну з граней гіперкуба. Прикладом часового виміру є список днів, місяців, кварталів. Прикладом географічного виміру може бути перелік територіальних об'єктів: населених пунктів, районів, регіонів, країн та ін. Для отримання доступу до даних користувачу необхідно вказати одну або декілька комірок шляхом вибору значень вимірів, яким відповідають необхідні комірки. Процес вибору значень вимірів називають фіксацією атрибутів, а множина вибраних значень вимірів – множиною фіксованих атрибутів.

Багатовимірний аналіз діяльності закладів вищої освіти I-IV рівнів акредитації передбачає розгляд та аналіз атрибутів, якими характеризуються професійно-технічні та вищі навчальні заклади в нормативних документах, в Державних проектах розвитку освіти, в інших джерелах та вибір тих із них, які можуть бути основою для побудови сукупності параметрів інформаційної моделі (рис. 3.7).

Доступні джерела отримання інформації про параметри *Param* оцінювання навчальних закладів класифіковано наступним чином [6, 11, 12]:

$$Param = \langle Param_{comp} \cup Param_{licen} \cup Param_{accred} \cup Param_{program} \rangle,$$

Param_{comp} – параметри оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів згідно «Програми комплексної перевірки вищих навчальних закладів та професійних училищ» [115];

Param_{licen} – параметри оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів згідно «Програми перевірки дотримання вищими навчальними закладами та професійними училищами ліцензійних умов надання освітніх послуг [116];

Param_{accred} – параметри оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів згідно «Положення про акредитацію вищих навчальних закладів і спеціальностей у вищих навчальних закладах та вищих професійних училищах» [117];

Param_{program} – параметри оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів згідно «Міжнародних програм з оцінювання діяльності вищих навчальних закладів» [118].

Багато параметрів з різних джерел співпадають або є синонімами (порізно називаються, проте однакові за змістом). Вказану сукупність інформаційних параметрів можна поділити на наступні категорії:

- *Zhn* – Загальна характеристика навчального закладу;
- *Adr* – Адреса та місцезнаходження;
- *Upr* – Управління навчальним закладом;
- *Kad* – Кадрове забезпечення;
- *Mat* – Матеріально-технічна база;
- *Nav* – Навчально-методична база;
- *Inf* – Інформаційне забезпечення;
- *Vup* – Якість підготовки та використання випускників.

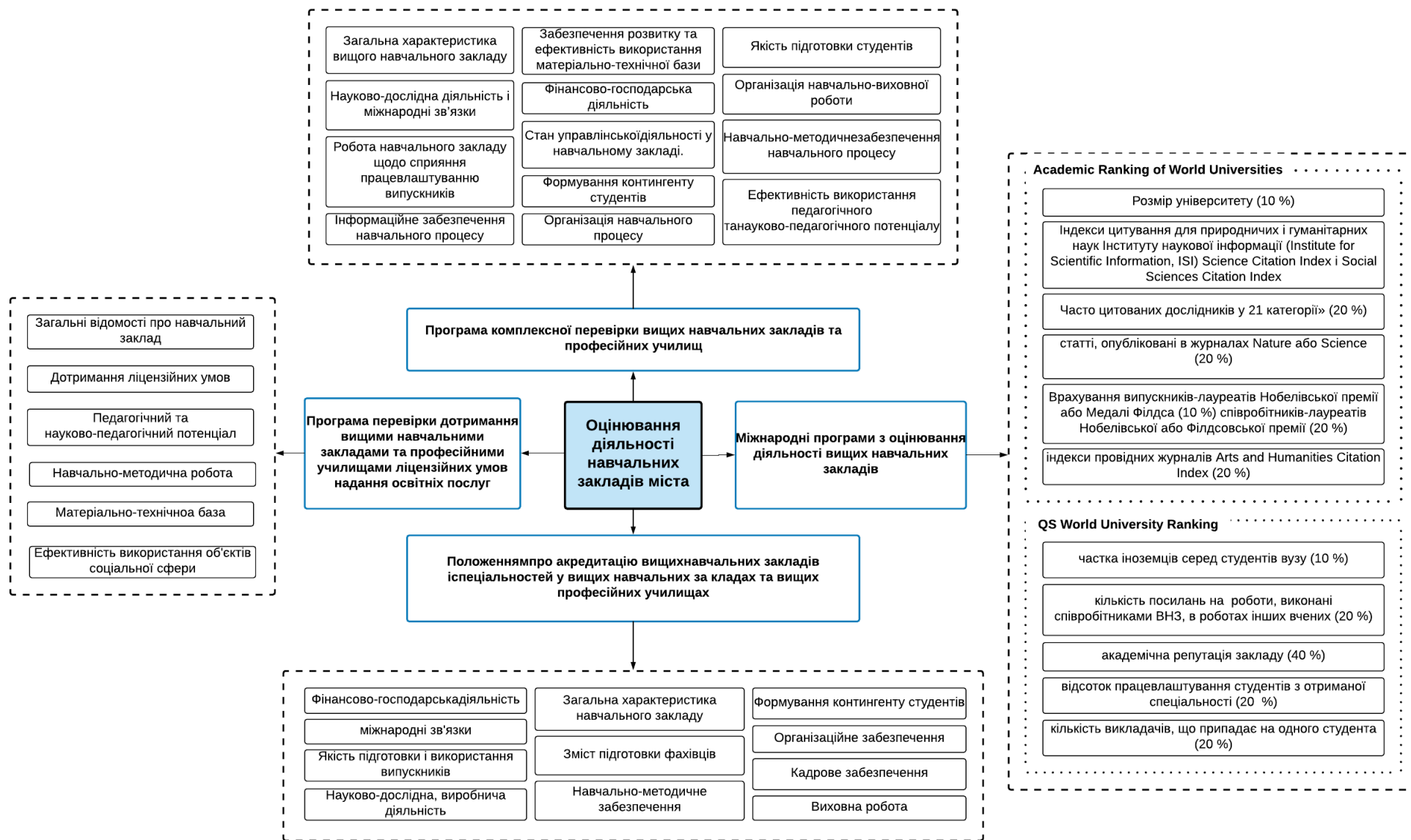


Рисунок – 3.7. Параметри оцінювання діяльності закладів вищої освіти

Інформаційну модель загальноосвітнього навчального закладу подамо у вигляді сукупності інформаційних параметрів (рис. 3.8):

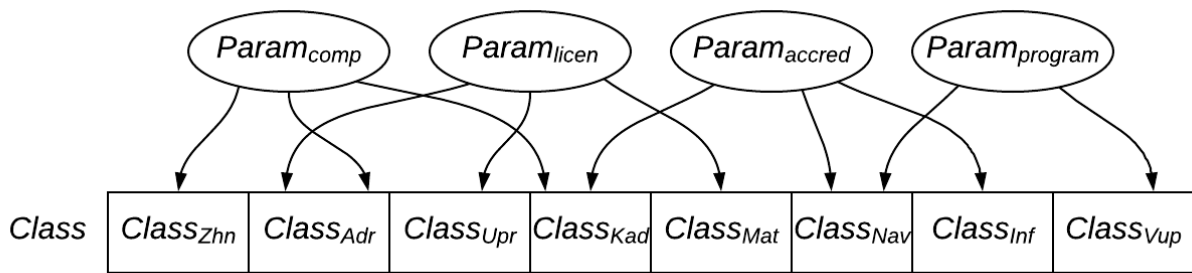


Рисунок – 3.8. Формування множини інформаційних параметрів закладів вищої освіти

Кожний з інформаційних параметрів однієї з категорії, $Class = (Zhn, Adr, Upr, Kad, Mat, Nav, Inf, Vup)$ описує певну характеристику навчального закладу, а всі вони разом – повністю характеризують конкретний заклад освіти [6].

Відібрані атрибути оцінювання професійно-технічних та вищих навчальних закладів використано для побудови багатовимірної моделі ЗО, яку представлено у вигляді гіперкубу даних (рис. 3.9):

$$H_{NZ}(D, A),$$

де D – множина вимірів гіперкуба H_{NZ} («Навчальний заклад», «Спеціальність» тощо), $A_{D_i} = \{A_{1_i}, A_{2_i}, \dots, A_{k_i}\}$, $i=1, \dots, n$ – множина атрибутів виміру D_i , $A = A_{D_1} \cup A_{D_2} \cup \dots \cup A_{D_n}$ – множина атрибутів гіперкуба, $D' \subseteq D$ – множина фіксованих вимірів, $A' \subseteq A$ – множина фіксованих атрибутів.

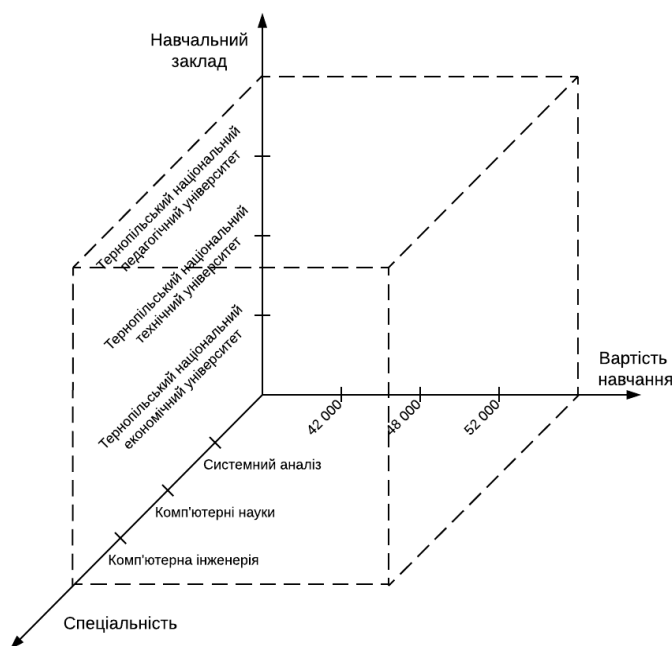


Рисунок – 3.9. Просторове подання гіперкуба ЗВО

Введемо позначення $H'_{NZ}(D', A')$ для опису підмножини гіперкуба даних NZ , що відповідає множині фіксованих значень. Для отримання доступу до даних вказуватимемо множину необхідних вимірів $D' \subseteq D$ і значень атрибутів $A' \subseteq A$ (фіксувати атрибути). Множину комірок, що відповідають певним атрибутам та вимірам, позначимо $H'(D', A') | H'_{NZ} \subseteq H_{NZ}$. Атрибут, який однозначно визначає кортеж (рядок) виміру гіперкуба називатимемо ключем виміру.

Проаналізовані вище комплекси параметрів оцінювання діяльності навчальних закладів дозволяють сформулювати наступні виміри багатовимірної моделі даних ЗО:

D_1 – Загальні дані

$A_{D_1} = \{A_{i_1}, i = \overline{1,8}\}$ – множина атрибутів виміру D_1 , де A_{1_1} – назва закладу, A_{2_1} – номер, A_{3_1} – засновник, A_{4_1} – дата заснування, A_{5_1} – код_форми власності, який набуває значень на відповідному домені *dom* (код_форми власності) = {'Державна', 'Комунальна', 'Приватна'}, A_{6_1} – рівень акредитації, який набуває значень на відповідному домені *dom* (код_рівня акред) = {'I', 'II', 'III', 'IV'}, A_{7_1} – територіальна підпорядкованість, A_{8_1} – мова навчання.

D_2 – Адреса

$A_{D_2} = \{A_{i_2}, i = \overline{1,9}\}$ – множина атрибутів виміру D_2 , де A_{1_2} – поштовий індекс, A_{2_2} – область, A_{3_2} – район, A_{4_2} – населений пункт, A_{5_2} – вулиця, A_{6_2} – № будинку, A_{7_2} – № корпусу, A_{8_2} – № квартири / офісу, A_{9_2} – № телефону.

D_3 – Ліцензія

$A_{D_3} = \{A_{i_3}, i = \overline{1,5}\}$ – множина атрибутів виміру D_3 , де A_{1_3} – серія, A_{2_3} – номер, A_{3_3} – термін дії, A_{4_3} – ліцензований обсяг учнівського контингенту, A_{5_3} – ким затверджено.

D_4 – Свідоцтво про атестацію

$A_{D_4} = \{A_{i_4}, i = \overline{1,4}\}$ – множина атрибутів виміру D_4 , де A_{1_4} – *серія*, A_{2_4} – *номер*, A_{3_4} – *термін дії*, A_{4_4} – *рівень освітньої діяльності*.

D_5 – Режим роботи

$A_{D_5} = \{A_{i_5}, i = \overline{1,6}\}$ – множина атрибутів виміру D_5 , де A_{1_5} – *робочий тиждень*, A_{2_5} – *робочий день*, A_{3_5} – *вихідні дні*, A_{4_5} – *початок роботи*, A_{5_5} – *закінчення роботи*, A_{6_5} – *код_змінність*, який набуває значень на відповідному домені $dom(\text{код_змінність}) = \{\text{‘Одна’}, \text{‘Дві’}, \text{‘Підзміни’}\}$.

D_6 – Напрямок підготовки

$A_{D_6} = \{A_{i_6}, i = \overline{1,3}\}$ – множина атрибутів виміру D_6 , де A_{1_6} – *код*, A_{2_6} – *назва*, A_{3_6} – *код_освітньо-кваліфікаційного рівня*, який набуває значень на відповідному домені $dom(\text{код_кваліфікаційного рівня}) = \{\text{‘Кваліфікований робітник’}, \text{‘Молодший спеціаліст’}, \text{‘Бакалавр’}, \text{‘Магістр’}\}$.

D_7 – Спеціальність

$A_{D_7} = \{A_{i_7}, i = \overline{1,6}\}$ – множина атрибутів виміру D_7 , де A_{1_7} – *шифр*, A_{2_7} – *назва*, A_{3_7} – *спеціалізація*, A_{4_7} – *звання*, A_{5_7} – *тривалість програми*, A_{6_7} – *вимоги до вступу*.

Детальний опис вимірів гіперкубів даних ЗО та їх атрибутів наведений в роботах [1,3,9,10].

Уздовж кожної осі гіперкуба значення, описаних вище вимірів (атрибутів), об’єднуються в ієрархії, що складаються з одного або декількох рівнів. Це дозволяє створювати ієрархічні виміри, за допомогою яких при подальшому аналізі даних можна здійснюватися агрегування або деталізацію представлення даних (рис. 3.10).

Агрегація даних представляє собою процес отримання нових значень (агрегатів), що відповідають атрибутам деякого рівня l на основі значень рівня $l-1$, таким вісь ієрархічного виміру D_i , що початково містить атрибути

нижчого рівня ієрархії ($l=0$), може бути доповнена атрибутами наступних рівнів ієрархії починаючи з $l=1$ [119-120].

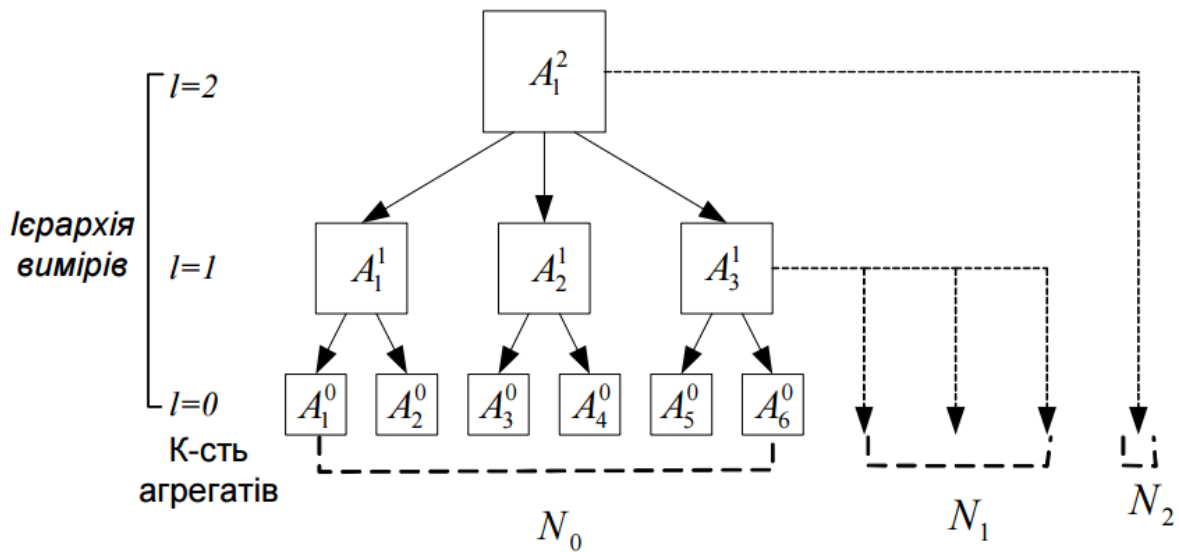


Рисунок – 3.10. Агрегація гіперкуба даних. Одномірне представлення

Отримання необхідної підмножини комірок $H'_{ZNZ} \subseteq H_{ZNZ}$ і відсікання «непотрібних» значень шляхом послідовної фіксації атрибутів можна здійснити за допомогою операції зрізу.

В роботі [3] зазначено, що гіперкуб даних не аналізується одразу за всіма вимірами, від яких він залежить. Переважно вибірка даних із гіперкуба здійснюється для конкретних значень певного набору вимірів, і вільними залишаються, як правило, один чи два виміри, за якими проводиться подальший аналіз. Таке опрацювання інформації виконується за допомогою операції зрізу. Наприклад, для того, щоб отримати інформацію про «Кошторис витрат навчальних закладів» потрібно виконати операцію зрізу із значеннями вимірів «Навчальні заклади», «Витрати», «Час» та можна задати наступні схеми ієрархій:

- вимір «Навчальні заклади» – «Форма власності – Тип закладу – Назва навчального закладу»;
- вимір «Дата» – «Рік – Квартал – Місяць» або «Тиждень – День»;
- вимір «Витрати» – «Категорія витрат – Назва витрати».

Для виконання аналітичного опрацювання інформації, окрім операції зрізу, можна використовувати й інші операції багатовимірного аналізу даних, зокрема, такі як: згортка, деталізація, об'єднання, проекція та ін. (рис. 3.11) [5].

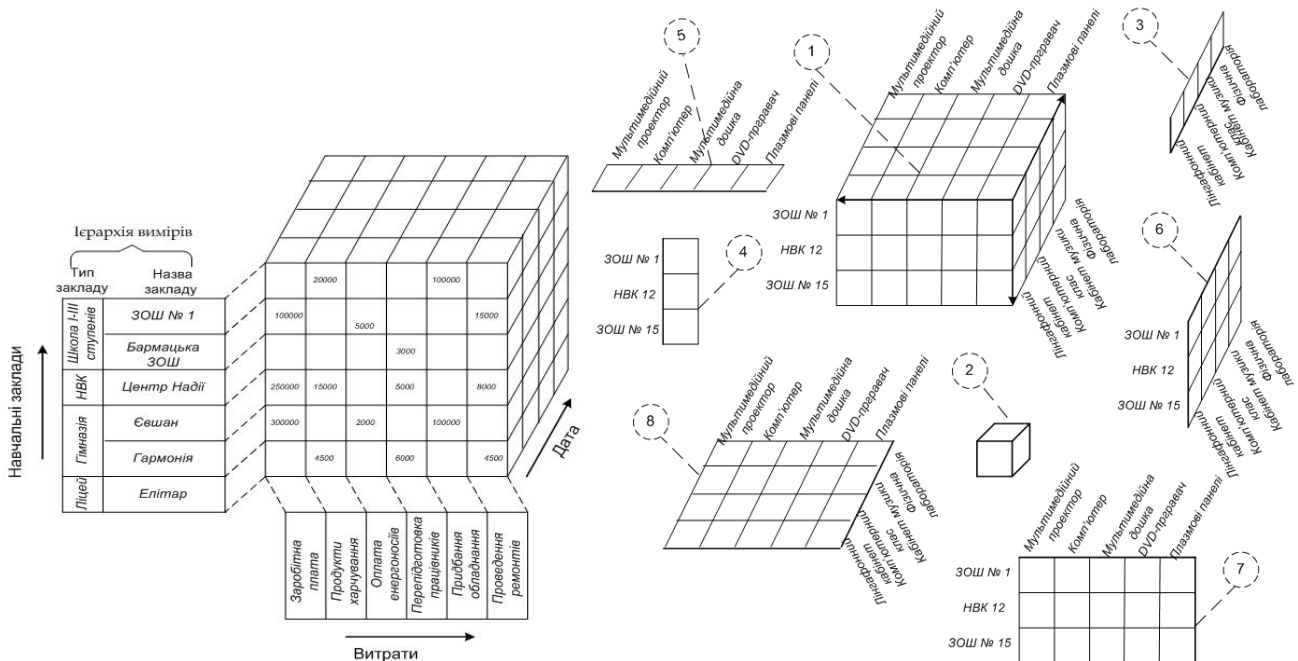


Рисунок – 3.11. Компоненти багатовимірного представлення даних

На рисунку 3.11 зображено: 1 – гіперкуб даних (деталізовані дані); 2 – агрегація даних (сумування даних по всіх вимірах); 3 – зріз даних (фіксація виміру «Навчальні кабінети», сумування по інших вимірах); 4 – зріз даних (фіксація виміру «Навчальні заклади»); 5 – зріз даних (фіксація виміру «Мультимедійні засоби навчання»); 6 – зріз даних (фіксація вимірів «Навчальні кабінети» та «Навчальні заклади»); 7 – зріз даних (фіксація вимірів «Навчальні заклади» та «Мультимедійні засоби навчання»); 8 – зріз даних (фіксація вимірів «Навчальні кабінети» та «Мультимедійні засоби навчання»).

Слід відмітити, що структура сховища даних комплексного оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів міста розроблена за принципами архітектури шини (Data Warehouse Bus, BUS) Ральфа Кімболла (Ralph Kimball), що дозволило первинні дані перетворювати в інформацію, придатну для використання, на етапі підготовки даних. При цьому обов'язково приймаються до уваги вимоги до швидкості обробки інформації і якості даних. Підготовка даних починається зі скоординованого добування даних із джерел. Ряд операцій

відбувається централізовано, наприклад, підтримка й зберігання загальних довідкових даних, інші дії можуть бути розподіленими.

Фізично СД реалізоване за допомогою моделі «зірка» (рис. 3.12), яка представляє собою радіальну схему, у центрі якої знаходиться основна таблиця СД – таблиця фактів (містить числові значення показників, статистичну інформацію). Відомості про тип освітнього закладу, тип власності, тип розташування навчального закладу і т. д. зберігаються в таблицях вимірів.

Таким чином, сховище даних служить джерелом інформації для багатовимірної бази даних, воно просторове, включає як дані про транзакції, так і сумарні дані, містить вітрини даних.

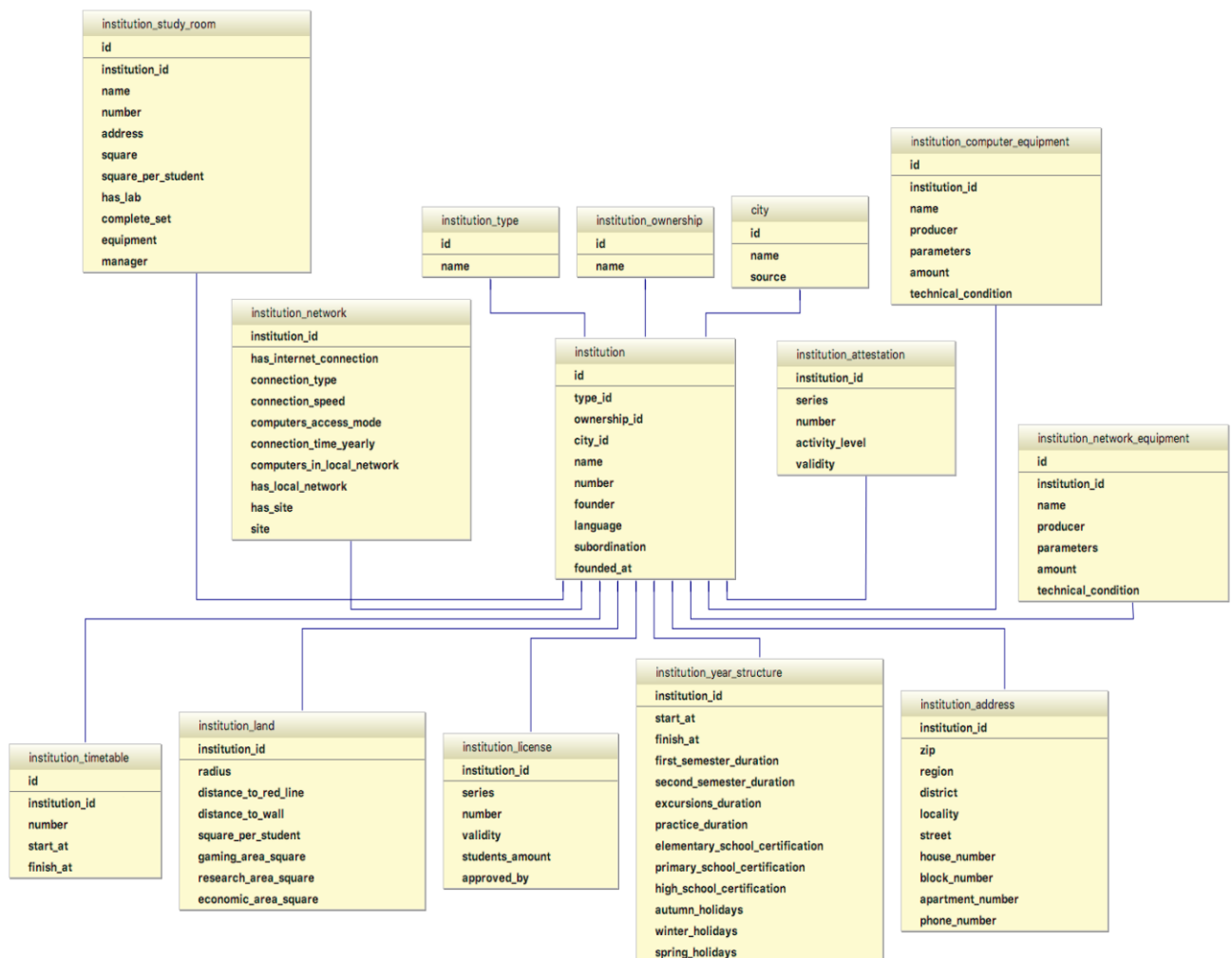


Рисунок – 3.12. Фрагмент сховища даних, що зберігає дані про діяльність закладів освіти

3.4. Метод оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів

Процес підготовки кваліфікованих фахівців відповідно до нахилів та здібностей особистості включає етап «Вибір навчального закладу», в ході реалізації якого з врахуванням визначеної професії (в результаті проходження профорієнтаційного тестування методиками ОПС, ОСТ, ОКІ, ОТП) здійснюється підбір навчальних закладів з множини тих, що функціонують в місті. Наприклад, в місті Тернополі декілька навчальних закладів (Тернопільський національний економічний університет, Тернопільський національний педагогічний університет ім. Гнатюка, Тернопільський національний технічний університет ім. Пулюя) проводять підготовку бакалаврів та магістрів за спеціальністю інформаційні технології, тобто є кілька сутностей (ЗО), пов'язаних з одною характеристикою (спеціальність) (рис. 3.13).

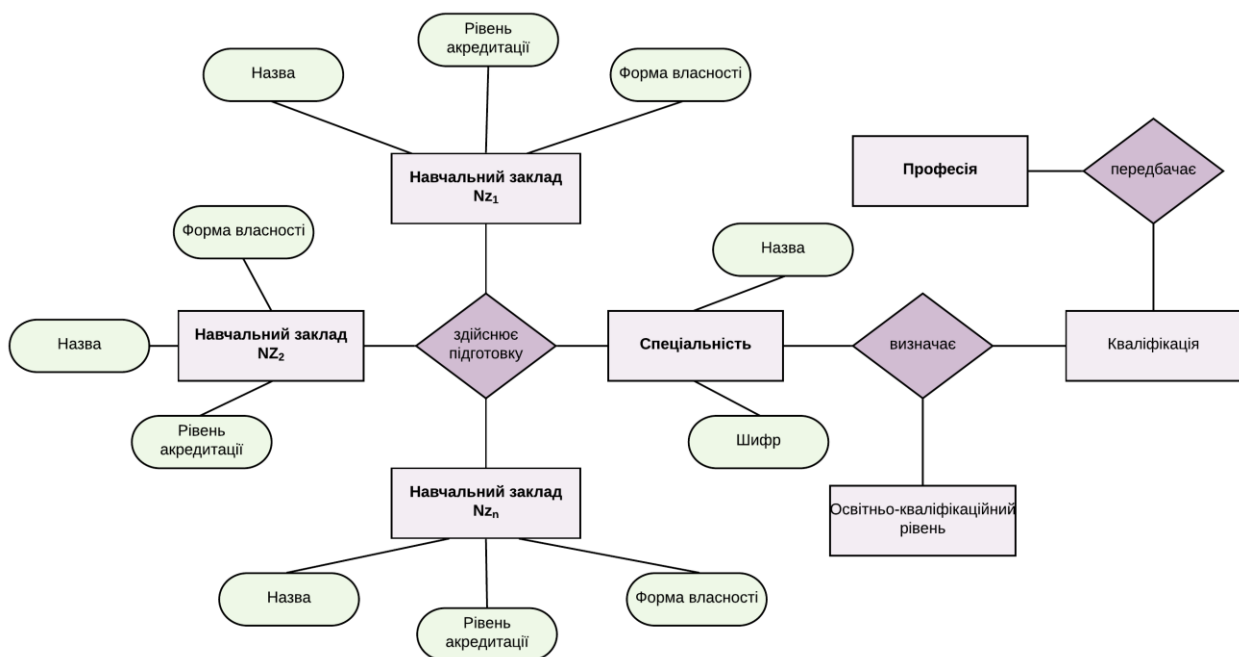


Рисунок – 3.13. Інфологічна модель «Сутність-зв'язок» бази даних ЗО

Таким чином, маємо:

$Nz = \{Nz_i\}, \quad i = \overline{1, n}$ – множина закладів освіти, які функціонують в місті;

$P = \{P_j\}, \quad j = \overline{1, m}$ – множина показників, важливих для особи при виборі ЗО,

наприклад рівень акредитації, форма навчання, прохідний бал, кваліфікація за обраною спеціальністю, тощо;

$w = \{w_j\}$ – вагові коефіцієнти, тобто множина вагомості того чи іншого показника, $0 \leq w \leq 1, \sum_i^m w_j = 1$.

Фактично існує задача багатокритеріального оцінювання і для її вирішення використовуються різні методики та інструментарії підрахунку балів. Частіше за все реалізується принцип співвимірності окремих показників співставленням з показниками того вищого навчального закладу, для якого відповідний окремий показник має максимальне значення у вибірці. Тобто, для кожного показника визначається максимальне значення, після чого показники x_{ij} нормалізуються, зокрема, шляхом їх ділення на максимальне кількісне значення j -го показника у вибірці: $\bar{p}_{ij} = \frac{p_{ij}}{\max x_{ij}} 100, j = 1, \dots, n$, де \bar{p}_{ij} – нормалізовані окремі показники [121].

Ієрархічна залежність, яка є передумовою розрахунку інтегрального показника освітньої діяльності закладів освіти міста зображена на рисунку 3.14.

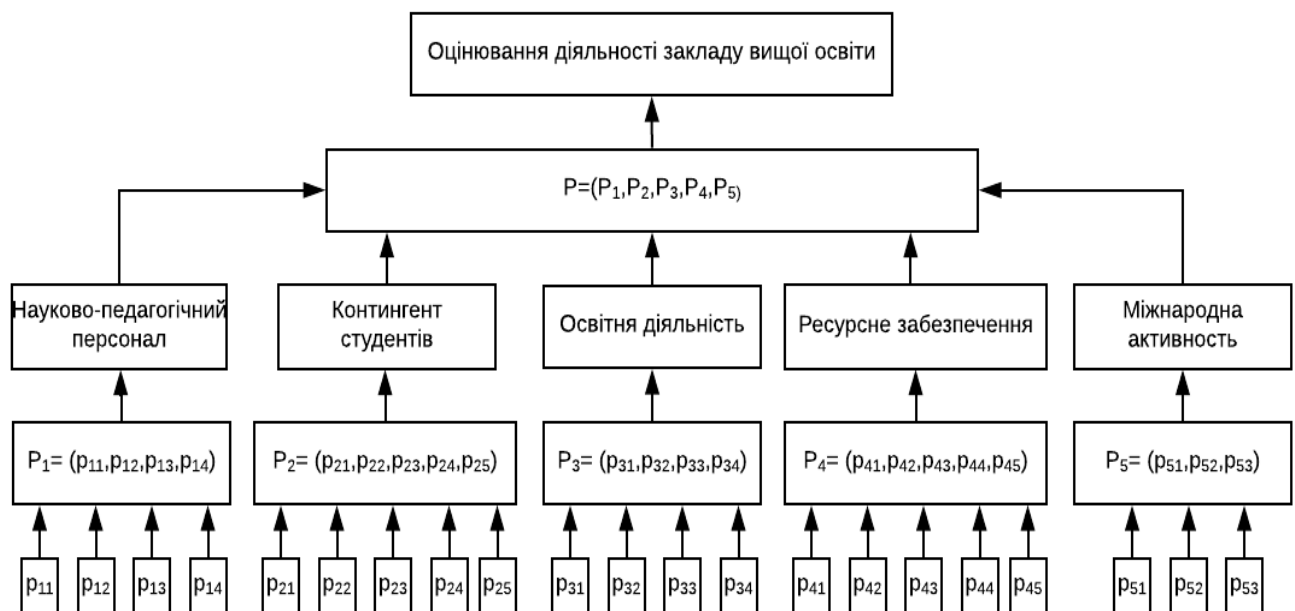


Рисунок – 3.14. Формування інтегрального показника оцінювання якості освітньої діяльності закладів освіти міста

Таким чином, рекомендації щодо вибору того чи іншого професійно-технічного чи вищого навчальних закладів формуються шляхом аналізу освітньої діяльності ЗО (визначення їх рейтингу) на основі інтегрального показника, який розраховувався методом адитивної згортки критеріїв, тобто сумуванням окремих показників, що ґрунтуються на тій чи іншій системі критеріїв. Окремі показники характеризують складові результативності роботи навчального закладу, помноженим на вагові коефіцієнти, що характеризують важливість того чи іншого показника у загальній сукупності критеріїв (табл. 3.1.)

Таблиця 3.1.

Показники для оцінювання освітньої діяльності ЗО

Індекс	Показник	Найменування показника	Ваг. коеф.
P_1	P_{11}	Чисельність науково-педагогічних працівників що мають науковий ступінь доктора наук	0,2
	P_{12}	Чисельність науково-педагогічних працівників що мають науковий ступінь кандидата наук	0,4
	P_{13}	Чисельність науково-педагогічних працівників що мають вчене звання професора	0,6
	P_{14}	Чисельність науково-педагогічних працівників що мають вчене звання доцента	0,4
P_2	P_{21}	Кількість студентів, переможців та призерів міжнародних олімпіад	0,2
	P_{22}	Кількість студентів, переможців та призерів загальноукраїнських олімпіад	0,3
	P_{23}	Співвідношення кількості магістрів до кількості бакалаврів	0,1
	P_{24}	Загальна кількість студентів	0,4
	P_{25}	Кількість працевлаштованих студентів, після закінчення ЗО	
P_3	P_{31}	Кількість акредитованих спеціальностей на підготовку бакалаврів	0,6
	P_{32}	Кількість акредитованих спеціальностей на підготовку магістрів	0,3
	P_{33}	Обсяг прийому денної форми навчання	0,5
	P_{34}	Обсяг прийому заочної та вечірньої форм навчання	0,1
P_4	P_{41}	Обсяг фінансування	0,6
	P_{42}	Кількість комп'ютерних робочих місць	0,3

Продовження таблиці 3.1.

P_4	P_{43}	Кількість комп'ютерних робочих місць, що мають доступ до ІНТЕРНЕТ	0,3
	P_{44}	Загальний книжковий фонд	0,1
	P_{45}	Кількість місць для проживання у гуртожитку	0,4
P_5	P_{51}	Кількість міжнародних грантів, наукових та освітніх проектів й програм	0,2
	P_{52}	Чисельність іноземних громадян, які здобувають освіту ЗО	0,1
	P_{53}	Чисельність студентів, аспірантів, що направлені на практику або стажування за кордон	0,3

Метод оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів складається з наступних кроків (рис. 3.15):

Крок 1. Відібрати дані з сховища даних оцінювання діяльності ЗО

Крок 2. Попередньо опрацювати відібрані дані.

Крок 3. Сформувати гіперкуб даних функціонування навчального закладу $H_{NZ}(D, A)$ з множини вимірів D та множини атрибутів A .

Крок 4. Зафіксувати множину вимірів $H'_{NZ}H_{NZ}$ згідно напрямку дослідження та сформувати підмножину гіперкуба даних $H'_{NZ}(D', A')/H'_{NZ} H_{NZ}$.

Крок 5. Провести багатовимірний аналіз даних та сформувати проміжний звіт.

Крок 6. Сформувати багаторівневу ієрархічну структуру, що містить на верхньому рівні інтегрований показник рейтингового оцінювання якості освітніх послуг, на наступних – часткові критерії.

Крок 7. Сформувати матрицю елементів: $p_{i,j,q}$, де рядки $i = 1, \dots, m$ – номери ЗО, стовпчики ($j = 1, \dots, n$) – номери одиничних показників, укрупнені стовпчики ($q = 1, \dots, l$) – номери групових показників.

Крок 8. Задати експертами значення вагових коефіцієнтів групових та деталізованих показників.

Крок 9. Обчислити інтегральний показник:

$$P_{i,l} = \sqrt{\sum_{q=1}^l v_q P_{iq}}$$

де $P_{i,q} = \sqrt{\sum_{j=1}^q w_{jq} p_{ijq}^{-2}}$, – оцінка q -го групового показника.

Крок 10. Сформувати підсумковий звіт.

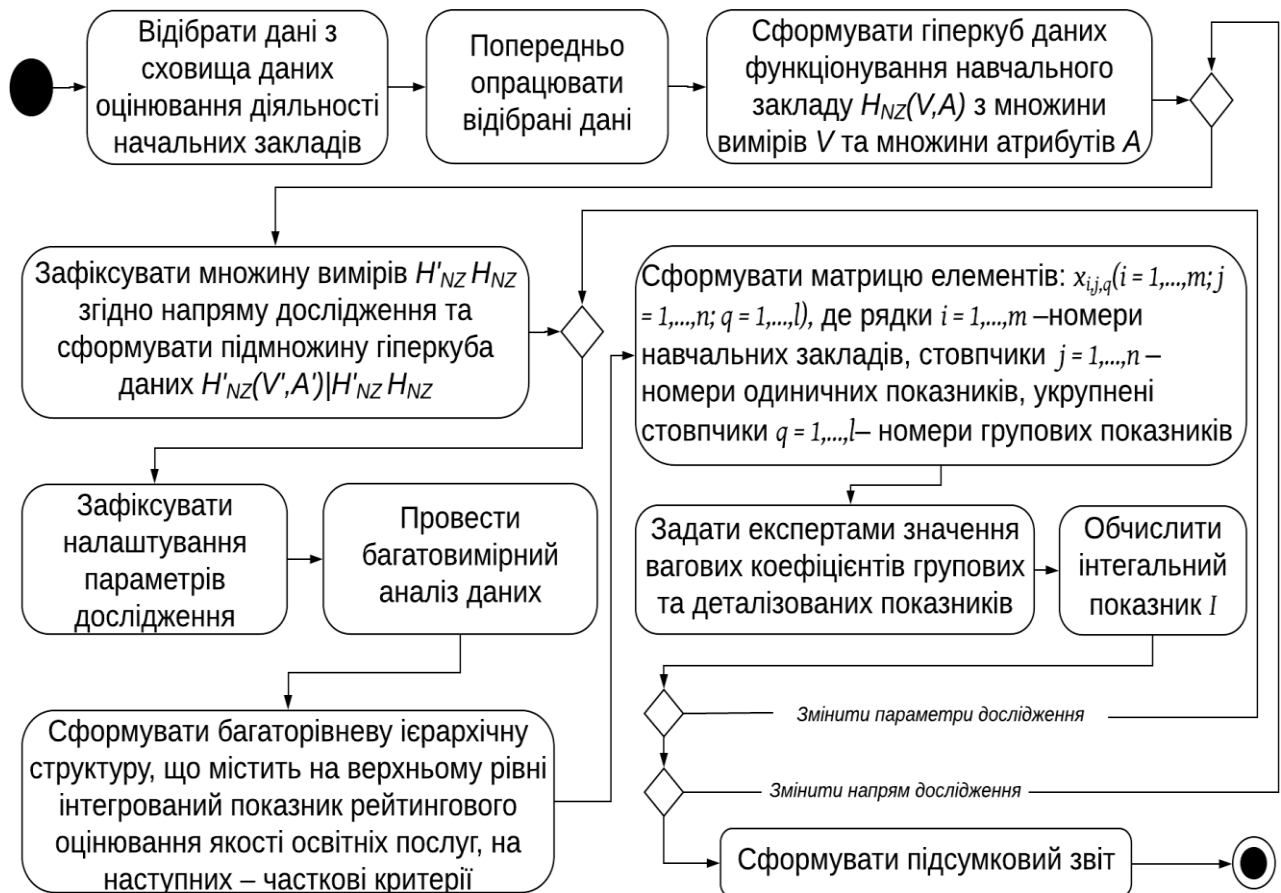


Рисунок – 3.15. Метод оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів міста

Слід відмітити, що підбір навчального закладу користувачеві здійснюється також з врахуванням конкурсного та прохідного балів.

Конкурсний бал (K_{b_agent}) – це максимальна кількість набраних балів абітурієнтом, формується самостійно навчальним закладом для кожного вступника за наступною формулою:

$$K_{b_agent} = k_1 p_1 + k_2 p_2 + k_3 p_3 + k_4 a + k_5 r,$$

де p_1, p_2 – оцінки ЗНО або вступних іспитів із першого та другого предметів, p_3 – оцінка ЗНО або вступних іспитів із третього предмету, a – середній бал документа про повну загальну середню освіту (ПЗСО) або базову загальну середню освіту (БЗСО), переведений у шкалу від 100 до 200, r – бал за успішне закінчення підготовчих курсів; k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 – коефіцієнти конкурсного балу (сума коефіцієнтів k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 дорівнює одиниці).

Прохідний бал ($K_b_specialty$) – мінімальна кількість балів, яку необхідно набрати абітурієнту, щоб вступити до обраного навчального закладу на певний напрям підготовки або спеціальність [122].

Блок-схема алгоритму персоналізованого пошуку навчального закладу зображена на рисунку 3.16.

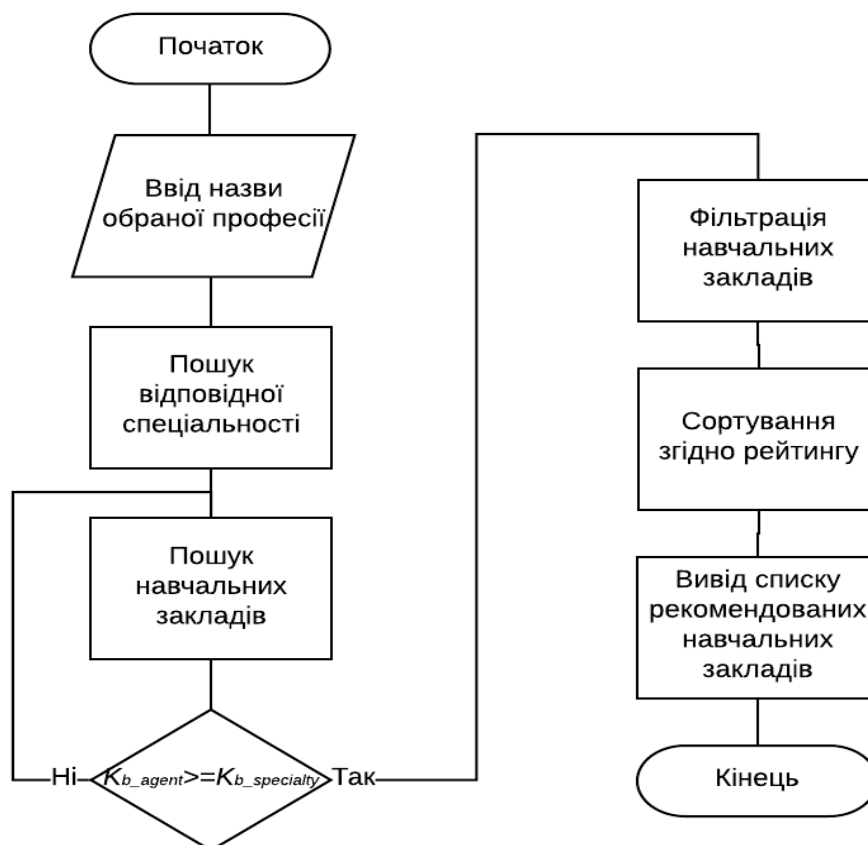


Рисунок – 3.16. Алгоритм персоналізованого пошуку навчального закладу

На першому кроці вводиться назва, визначеної за допомогою результатів профорієнтаційного тестування особи, професії та здійснюється пошук відповідної спеціальності.

На наступному кроці для особи, що проживає за певною адресою, обирається мережа доступних професійно-технічних та вищих навчальних закладів в межах міста, $Nz = (Nz_1, Nz_2, Nz_3, \dots, Nz_n)$, де n – їх загальна кількість. З доступних навчальних закладів обираються ті, які відповідають рівню «знаннєвого потенціалу» особи, її конкурсному балу, $K_{bagent} \geq P_{bspecialty}$, де K_{bagent} – конкурсний бал особи (абітурієнта), $P_{bspecialty}$ – прохідний бал спеціальності. Далі здійснюється сортування ЗО згідно описаного вище методу рейтингового оцінювання освітньої діяльності ЗО, інтерпретуються отримані результати та формуються пропозиції для осіб (користувачів) щодо вибору того чи іншого навчального закладу, що функціонує в місті.

Висновки до розділу 3

1. Запропоновано метод визначення професійного типу особистості на основі результатів профорієнтаційного тестування в частині комплексної оцінки особи, що дало можливість формувати рекомендації щодо вибору професії у відповідності з Державним класифікатором професій.

2. Для визначення професій, які є найбільш затребувані на ринку праці міста, запропоновано використовувати два методи збору даних: аналіз вакансій, заявлених роботодавцями в державну службу зайнятості за професіями та контент-аналіз сайтів з вакансіями.

3. З використанням методології побудови гіперкубів даних проведено системний аналіз освітньої діяльності професійно-технічних та вищих навчальних закладів міста та розроблено багатовимірну модель даних ЗО.

4. Розроблено метод оцінювання діяльності навчальних закладів міста на основі формування інтегрального показника рейтингового оцінювання якості освітніх послуг, який, на відміну від існуючих, надає персоналізовані рекомендації користувачам щодо вибору навчального закладу в місті.

РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМІЧНИЙ КОМПЛЕКС ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СУПРОВОДУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

У четвертому розділі розроблено структуру програмно-алгоритмічного комплексу, який реалізує інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста, наведено його алгоритм функціонування в процесі експлуатації користувачами та розкрито особливості програмної реалізації. Представлено результати використання розроблених моделей, методів та алгоритмів, описаних у попередніх розділах, на практиці.

4.1. Функціональне призначення

Запропоновані у попередніх розділах моделі, методи та алгоритми стали основою розробленого програмно-алгоритмічного комплексу (ПАК), який реалізує інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста та супроводу підготовки фахівців.

Основне призначення ПАК є автоматизація процесу вибору професії та навчального закладу в місті, а саме:

- 1) інформування пошукувача про професії та їх характеристики;
- 2) інформування про ринок освітніх послуг та навчальні заклади;
- 3) інформування про набір напрямів підготовки у навчальних закладах;
- 4) моніторинг ринку праці з метою визначення попиту та пропозиції;
- 5) тестування пошукувача на професійну придатність;
- 6) оцінювання психофізичних можливостей пошукувача;
- 7) вироблення та обґрунтування рекомендацій щодо вибору професії;
- 8) вироблення та обґрунтування рекомендацій щодо вибору навчального закладу для оволодіння вибраною професією;
- 9) накопичення та зберігання відомостей про користувачів системи;
- 10) формування статистичних та підсумкових даних про використання системи.

Описані функціональні вимоги зображено на рисунку 4.1. у вигляді UML «Діаграми прецедентів», а також виділено основних акторів при роботі з програмно-алгоритмічним комплексом (адміністратор, користувач) [3].

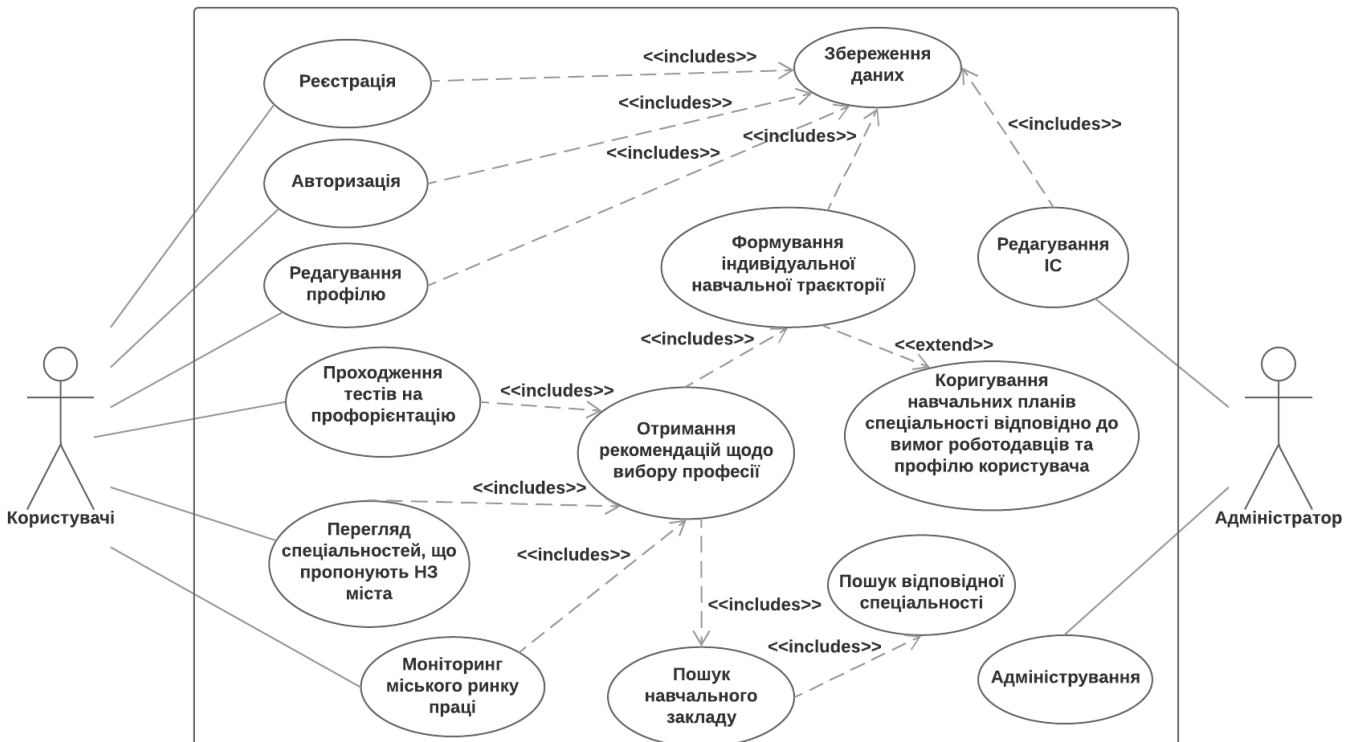


Рисунок – 4.1. Діаграма варіантів використання програмно-алгоритмічного комплексу супроводу підготовки фахівців

Актор *Користувач* використовує систему для моніторингу ринку праці міста, перегляду відомостей про навчальні заклади, що функціонують у місті, а також для визначення професійних здібностей та отримання рекомендацій щодо вибору професії і відповідно перегляду згенерованої системою індивідуальної траєкторії навчання. Актор *Адміністратор* контролює технологічний аспект функціонування програмно-алгоритмічного комплексу, відслідковує і ліквідує можливі помилки та збої у роботі системи.

4.2. Структурно-функціональна модель програмно-алгоритмічного комплексу

Програмно-алгоритмічний комплекс інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців розроблено на основі трирівневої архітектури (рис. 4.2).

Це дало змогу розбити ПАК на окремі взаємопов'язані частини, між якими розподілені функції системи та відокремити інтерфейс користувача від даних.

Трирівнева архітектура включає:

- *рівень відображення* – це рівень, на якому користувач сприймає інформацію;

- *рівень застосувань* – це рівень, на якому розміщені засоби управління програмним комплексом та наступні компоненти: визначення професійних нахилів, моніторингу ринку праці, пошуку навчальних закладів та формування траєкторії навчання;

- *рівень керування даними* – це рівень, на якому фізично зберігаються дані, тут розташовані: підсистема визначення професійних здібностей, підсистема аналізу ринку праці, підсистема аналізу освітньої діяльності закладів освіти, підсистема формування траєкторії навчання.

Підсистема визначення професійних здібностей дозволяє користувачеві визначити свої професійні нахили, здібності та вибрати галузь професійної діяльності, включає базу даних тестів, модуль обробки результатів тестування та базу даних результатів тестування.

БД тестів призначена для зберігання профорієнтаційних тестів таких як: опитувальник професійної спрямованості Д. Голланда опитувальник професійних нахилів Л. Йовайши, опитувальник кола інтересів А. Голомштока та опитувальник визначення типу професії Є. Клімова.

Модуль обробки результатів тестування здійснює опрацювання результатів профорієнтаційного тестування та записує їх в *базу даних результатів тестування*.

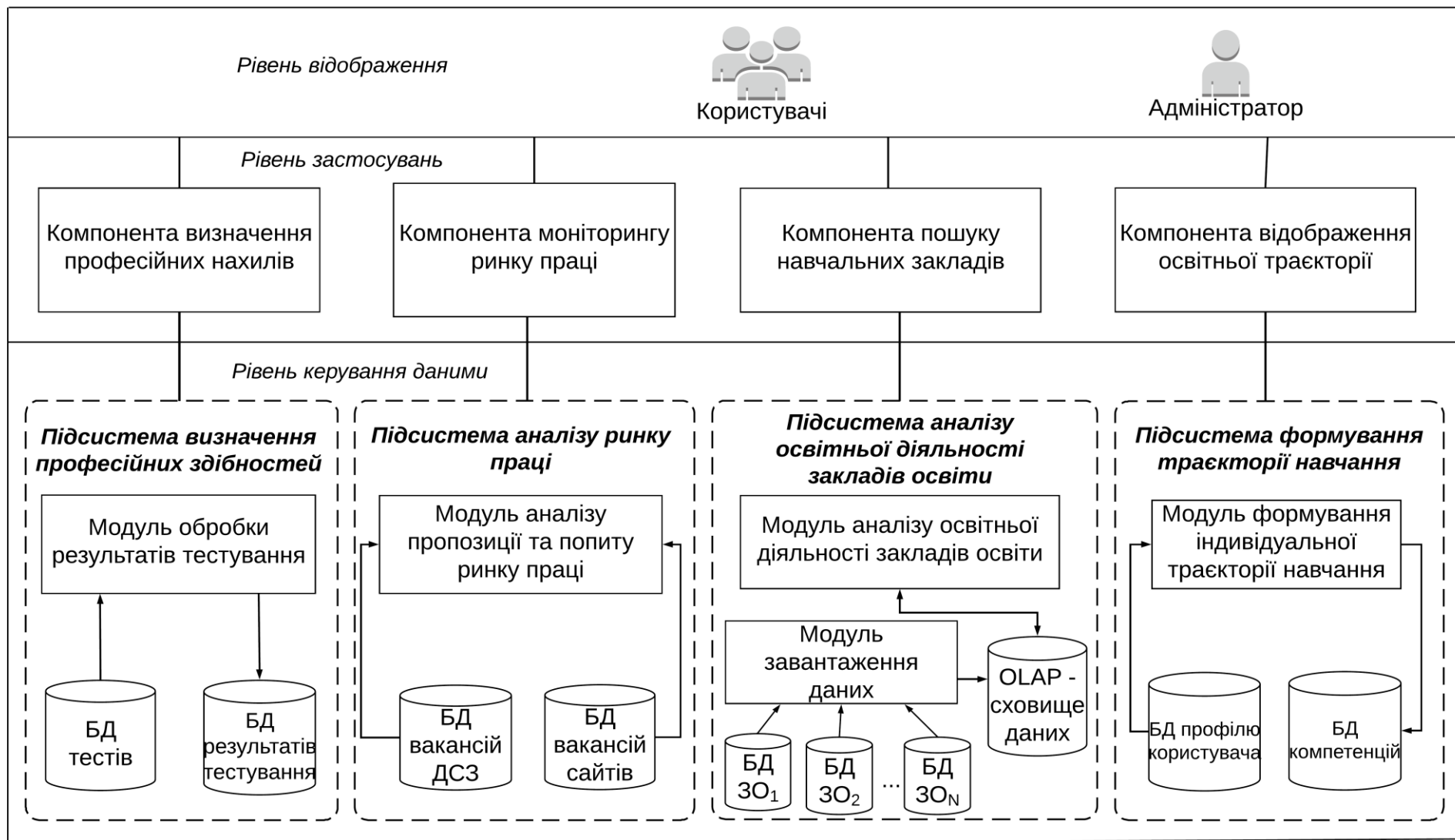


Рисунок – 4.2. Структура програмно-алгоритмічного комплексу інформаційно-технологічного супроводу процесів підготовки фахівців

Підсистема аналізу ринку праці дозволяє моніторити ринок праці міста для визначення професій, які є найбільш затребувані. Дана підсистема включає базу даних вакансій Державної служби зайнятості, базу даних вакансій, що зареєстровані на сайтах пошуку роботи та модуль аналізу пропозиції та попиту на ринку праці.

Підсистема аналізу освітньої діяльності закладів освіти складається з: OLAP-сховища даних, баз даних закладів освіти, модуля перетворення та модуля аналізу освітньої діяльності закладів освіти.

OLAP-сховище містить вихідні дані для аналізу діяльності навчальних закладів, структура даних є багатовимірною і адаптованою для проведення процедур OLAP-аналізу.

Основна функція *модуля перетворення і завантаження даних* – формування та супровід актуальних даних в сховищі, виконує операції щодо опрацювання запитів до багатовимірних даних, а також забезпечення підрахунку і зберігання агрегатних (сумарні, середні та ін.) значень.

Модуль аналізу освітньої діяльності закладів освіти здійснює опрацювання результатів багатовимірного аналізу даних щодо діяльності навчальних закладів.

Підсистема формування траєкторії навчання призначена для формування рекомендацій користувачам щодо професійного спрямування, яке відповідає їх здібностям, інтересам, мотивації, психодинамічним та емоційним характеристикам, віку та рівню «знанневого потенціалу». Включає модуль формування індивідуальної траєкторії навчання, базу даних профілів користувачів та базу даних компетенцій.

У розробленій структурі програмно-алгоритмічного комплексу забезпечується охоплення інформаційними технологіями усіх етапів супроводу підготовки фахівців, враховано вимоги його учасників, що уможливило реалізацію розроблених алгоритмів та методів [3].

На рисунку 4.3. подано алгоритм функціонування програмно-алгоритмічного комплексу інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в процесі його експлуатації користувачами.

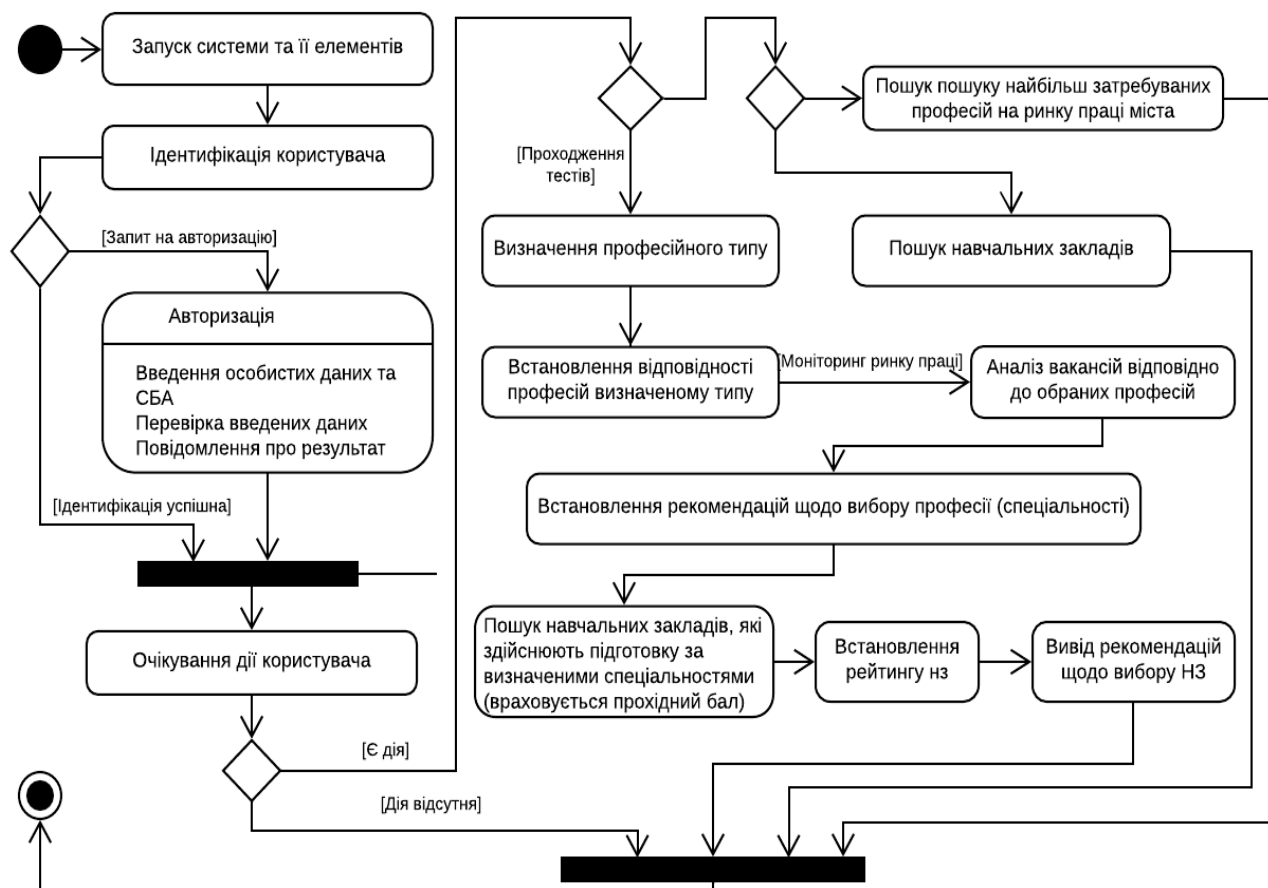


Рисунок – 4.3. Алгоритм функціонування ПАК

4.3. Особливості програмної реалізації

Програмно-алгоритмічний комплекс інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в освітньо-соціокомунікаційному середовищі «розумного» міста реалізований у вигляді односторінкового веб-застосунку (англ. single-page application, SPA), що надає йому ряд переваг:

- насичений функціоналом інтерфейсу;
- швидку реакцію інтерфейсу, завдяки відсутній необхідності звертатися до сервера при кожній дії;
- значне зменшення навантаження на сервер;
- індивідуалізацію та швидкість передачі даних.

Архітектура веб-застосунку спроектована на базі клієнт-серверної технології (рис. 4.4), що дозволяє працювати як в локальному, так і в мережевому режимі.

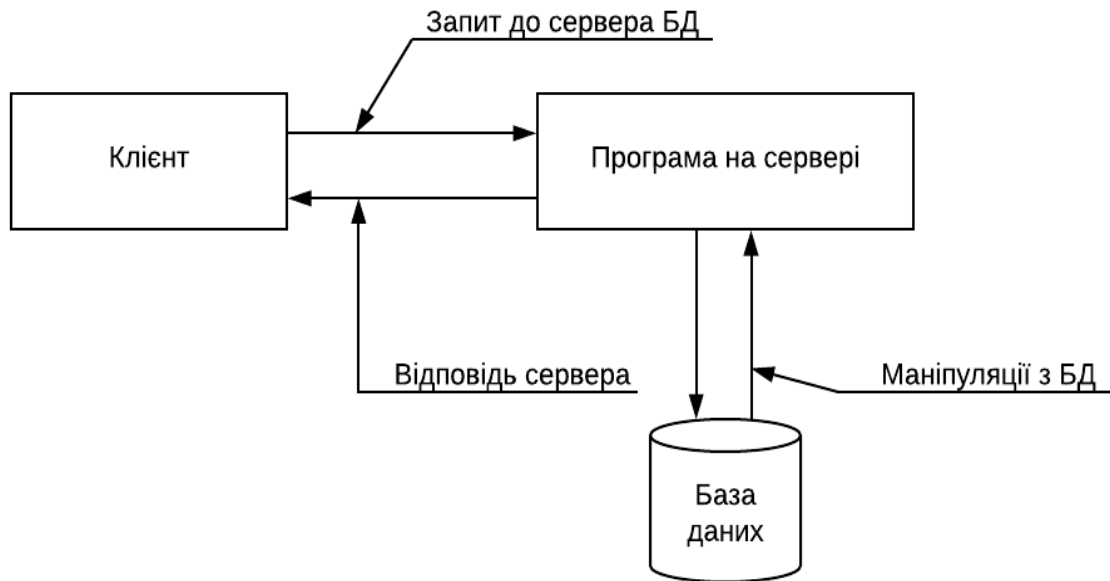


Рисунок – 4.4. Клієнт-серверна технологія

Клієнтська частина написана з використанням середовища Vue.js – JavaScript-фреймворк, що використовує шаблон MVVM для створення інтерфейсів користувача на основі моделей даних через реактивне їх зв'язування.

Програмну реалізацію виконано з використанням наступних програмних засобів та мов програмування:

- 1) JavaScript – динамічна, об'єктно-орієнтована мова програмування, використовується для створення сценаріїв веб-застосунку.
- 2) MySQL – система керування базами даних, використовується для запису, вибірки та обробки даних.
- 3) HTML – мова розмітки веб-сторінок.
- 4) Sass – метамова, яку використовується для збільшення рівня абстракції CSS коду та спрощення файлів каскадних таблиць стилів.
- 5) PHP – мова програмування, що використовується для формування звернень до бази даних (зчитування \ запис \ оновлення), отримання потрібної інформації та формування динамічних PHP-сторінок веб-застосунку відповідно до тих чи інших умов.
- 6) Webpack – інструментарій для збірки фронтенту, використовується для збірки веб-ресурсів Sass та Vue.js.
- 7) Nginx – локальний сервер.

Для швидшої та надійнішої реалізації програмного продукту сформовано набір незалежних компонентів, кожний з яких виконує свої функції, наприклад, компонента пошуку вакансій по визначеному професійному типу особистості, фрагмент програмної реалізації якої наведено нижче:

```

<script>
import VacancyChart from './VacancyChart'
import ProfessionResource from '../../api/ProfessionResource'
import ProfessionTypeResource from '../../api/ProfessionTypeResource'
import {indexOfAssoc} from '../../functions'

export default {
  data: () => {
    return {
      type: null,
      institutions: []
    }
  },
  components: {
    'vacancy-chart': VacancyChart
  },
  created() {
    ProfessionTypeResource.get(this.$route.params.type).then(({data}) => this.type = data)
  },

  methods: {
    prepare(specialities) {
      this.institutions = [];

      specialities.forEach((speciality) => {
        let id = speciality.institution.id, index = indexOfAssoc(this.institutions, id);
        if (index === null) {
          let length = this.institutions.push({
            ...speciality.institution,
            specialities: [],
            details: false
          });
          index = length - 1;
        }
        this.institutions[index].specialities.push(speciality)
      })
    },
    select(point) {
      ProfessionResource.specialities(point.id).then(({data}) => this.prepare(data))
    },
    features(str) {
      return str.split(';')
    },
    toggleDetails(institution) {
      institution.details = !institution.details;
    }
  }
}
</script>

```

4.3.1. Розроблення бази даних

Основою програмно-алгоритмічного комплексу супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста є база даних. Фрагмент логічної схеми бази даних персоналізованого супроводу підготовки фахівців зображено на рисунку 4.5.

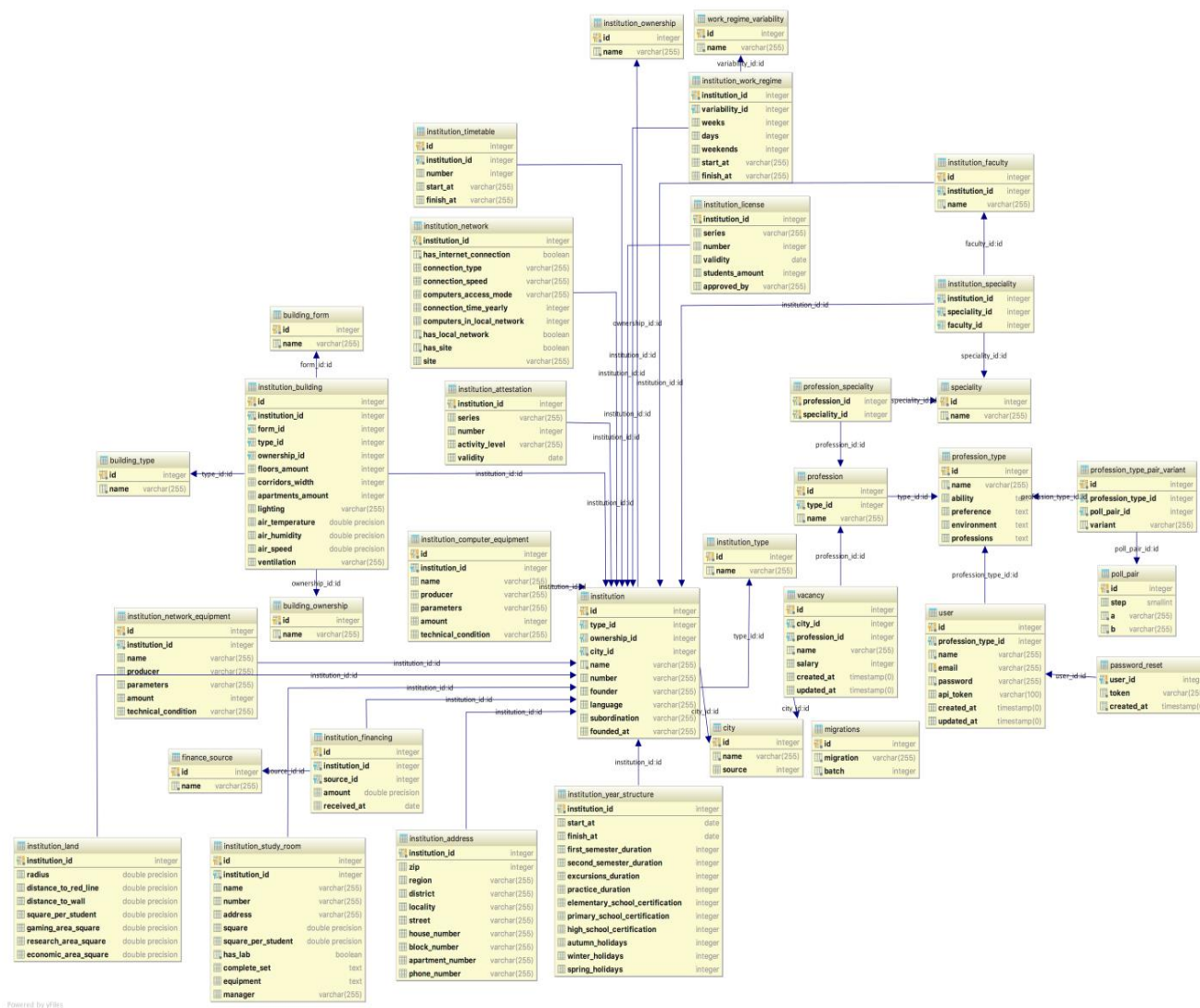


Рисунок – 4.5. Фрагмент логічної моделі БД персоналізованого супроводу підготовки фахівців

Оскільки модель бази даних досить громіздка, налічує 40 сутностей з власними наборами атрибутів та первинними ключами, в ході дисертаційного дослідження було прийняте рішення розділити її на декілька частин:

I. Сутності, які містять інформацію про користувача:

- «Користувач», *атрибути: id_користувача, ім.'я, дата народження, рівень освіти.*
- «Адреса», *атрибути: id_адреси, район, місто, вулиця.*

II. Сутності, які містять розширену інформацію про професійне спрямування користувача:

- «Тести на профорієнтацію», *атрибути: id_питання, назва, питання, відповіді.*
- «Результати профорієнтаційного тестування», *атрибути: id_типу, професійний тип особистості, професія, навчальний заклад, інститут/факультет, спеціальність.*
- «Професії», *атрибути: id_професії, найменування, опис, компетенції.*
- «Вакансії», *атрибути: id_вакансії, найменування вакансії, вимоги роботодавця, заробітна плата.*

III. Сутності, які містять розширену інформацію про навчальні заклади:

- «Загальні дані», *атрибути: id_закладу, назва закладу, дата заснування, код_форми власності, код_рівня акредитації, територіальна підпорядкованість, мова навчання.*
- «Ліцензія», *атрибути: id_ліцензії, серія, номер, термін дії, ліцензований обсяг студентського контингенту, ким затверджено.*
- «Тип закладу», *атрибути: код_типу закладу, назва типу.*
- «Форма власності», *атрибути: id_форми власності, назва форми власності.*
- «Рівень акредитації», *атрибути: id_рівня, назва рівня.*
- «Спеціальність», *атрибути: id_спеціальності, код_спеціальності, найменування, код_галузь знань, номер, код_спеціалізації, ліцензований обсяг.*

Перелік сутностей та їх атрибутів наведено в додатках.

Всі таблиці (сутності) спроектованої бази даних знаходяться в нормальній формі Бойса-Кодда (НФБК), яка характеризується тим, що кожен атрибут відношення є неподільним, первинні ключі однозначно визначають кортеж відношення, всі поля кожної з таблиць залежать від її первинного ключа, значення будь-якого поля, що не входить у первинний ключ, не залежить від значення іншого поля, що також не входить у первинний ключ [123].

4.3.2. Опис елементів інтерфейсу

Однією з найважливіших компонент веб-застосунку є користувацький інтерфейс, який складається з сукупності засобів візуального подання інформації, для швидкого розуміння та сприйняття користувачем з будь-яким рівнем досвіду взаємодії з інформаційними системами.

Для побудови веб-інтерфейсу використовується мова розмітки HTML разом з каскадними таблицями стилів CSS, динамічний функціонал реалізується за допомогою JavaScript і сторонніх бібліотек. Клієнтський скрипт перевіряє дані у формі ще до відправлення на сервер і у випадку помилки вказує на неї. Інші дані при цьому зберігаються в динамічній пам'яті, і немає необхідності при помилці в одному полі введення ще раз повністю проходити процес заповнення.

Для асинхронних запитів та взаємодії з HTML застосовується JQuery.

Відображення сторінок реалізовано за допомогою патерну MVC (Model View Controller), де у кожній таблиці БД є своя JSP-сторінка (View), що відображає вміст таблиці, вибір таблиці для відображення виконує клас Controller.

Схему патерна MVC показано на рисунку 4.6 [124].

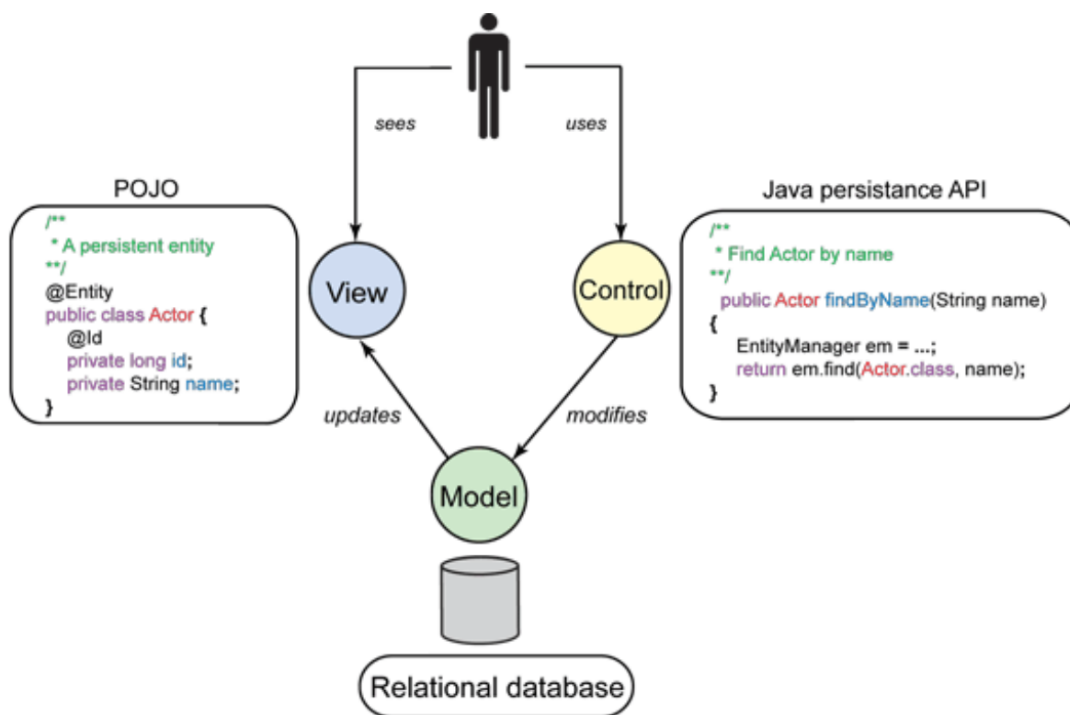


Рисунок – 4.6. Схема патерна MVC

Початкова сторінка веб-застосунку подана на рисунку 4.7.

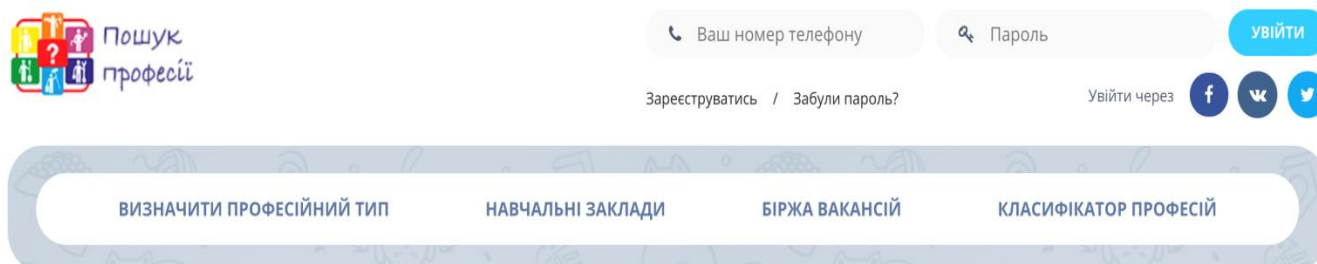


Рисунок – 4.7. Початкова сторінка веб-застосунку

Головна сторінка поєднує такі структурні елементи як: «Визначення професійного спрямування», «Оцінювання освітньої діяльності навчальних закладів», «Ринок праці», «Класифікатор професій» та «Профіль користувача».

Допуск користувача до роботи з програмно-алгоритмічним комплексом передбачає виконання процедур авторизації чи реєстрації (рис. 4.8). Останню слід обов'язково здійснювати з введенням персональних даних, таких як: місто проживання, рівень освіти та дата народження з метою їх подальшого використання для формування профілю користувача.

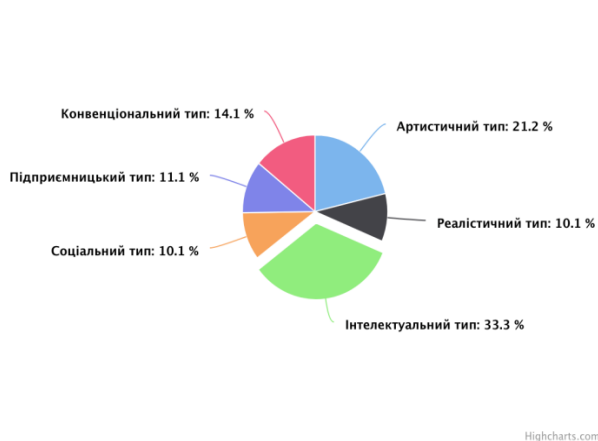
Рисунок – 4.8. Реєстрація користувача

Для візуалізації та інтерпретації результатів профорієнтаційного тестування користувачів розроблені процедури *Process*, *Prepare*, *Calculate*, програмний код яких наведено нижче:

```
class CalculateResultService
{
    /**
     * @param array $params
     * @return Collection
     */
    public function process(array $params): Collection
    {
        $params = $this->prepare($params);

        /** @var ProfessionType[]|Collection $types */
        $types = ProfessionType::findAll(new WithQuery( with: 'variants'));
        if (!$types) {
            throw new \DomainException__( key: 'Profession types is missing');
        }
        /** @var ProfessionType $max */
        foreach ($types as $type) {
            $this->calculate($type, $params);
        }
        return $types;
    }
}
```

Сторінка веб-застосунку, на якій відображені результати такого тестування подана на рисунку 4.9.



Highcharts.com

Інтелектуальний тип

Особливості, здатності

Люди, які відносяться до цього типу, більше орієнтовані на творчі – теоретичні й в деякій мірі – естетичні цінності, розумову працю. Але роздумам над проблемою вони надають перевагу заняттям з реалізації пов'язаних з нею рішень. Їх відрізняють такі якості, як допитливість, аналітичність, раціональність, незалежність, пунктуальність, методичність і точність, у них добре розвинуте абстрактне мислення. Але вони, як правило, переважно замкнуті й не можуть бути лідером. Надають перевагу науковим професіям. Відзначаються дуже високим рівнем розвитку як вербальних, так і природньо-математичних здібностей.

Орієнтація, спрямованість, переваги

Ідеї, теоретичні цінності, розумову працю, рішення інтелектуальних творчих завдань, що вимагають абстрактного мислення, відсутність орієнтації на спілкування в діяльності, інформаційний характер спілкування

Професійне середовище

Наука. Рішення задач, що вимагають абстрактного мислення і творчих здібностей. Міжособистісні відносини відіграють незначну роль, хоча необхідно вміти передавати і сприймати складні ідеї

Конкретні професії

фізик, астроном, програміст, ...

Рисунок – 4.9. Сторінка результатів визначення професійного типу

Після проходження профорієнтаційних тестів надається можливість перегляду вакансій (враховуються потреби міста в тих чи інших фахівцях) з максимальною їх відповідністю професійним нахилам та здібностям особистості, виявлених в результаті тестування, а також можливості міста забезпечити їх підготовку, тобто наявність навчальних закладів, які готують фахівців за обраним напрямком (рис. 4.10).

Виберіть професію, яка Вас цікавить

Професія	Середня ЗП
Middle/Senior PHP Developer	21 000грн
Программист PHP	18 000грн
Magento developer	15 000грн
Програміст 1С	10 000грн
Junior PHP Developer	8 000грн

Ви можете здобути її у таких навчальних закладах

Львівський національний університет імені Івана Франка (ЛНУ)

[Показати детальну інформацію](#)

Спеціальності
Інформатика

Національний університет "Львівська політехніка" (НУ ЛП)

[Згорнути детальну інформацію](#)

Спеціальності
Комп'ютерні науки

Рисунок – 4.10. Сторінка перегляду вакансій та навчальних закладів

Визначення найбільш затребуваних вакансій та навчальних закладів міста, які готують фахівців за обраним напрямком реалізовано наступним чином:

```

/**
 * Find all related specialities for passed profession
 *
 * @param int $id
 * @return Collection
 */
public function specialities(int $id): Collection
{
    $profession = Profession::find($id);
    if (!$profession) {
        throw new \DomainException(__('key: 'Profession not found'));
    }

    $query = new ProfessionSpecialitiesQuery(
        $profession,
        new WithQuery( with: 'institution' )
    );

    return Speciality::findAll($query);
}

```

```

/**
 * Find relevant vacancies by passed profession type
 *
 * @param int $id
 * @return Collection
 */
public function vacancies(int $id): Collection
{
    $type = ProfessionType::find($id);
    if (!$type) {
        throw new \DomainException(__('key: 'Profession type not found'));
    }

    $query = new ProfessionTypeVacancyQuery($type);

    return Vacancy::findAll($query);
}

```

В разі необхідності користувач може перейти в режим «Перегляд вакансій» для більш детального самостійного моніторингу ринку праці міста. Для пошуку необхідних вакансій користувачу слугує сторінка «Моніторинг ринку праці» розробленого веб-застосунку, її інтерфейс реалізований таким чином, що надається можливість здійснювати пошук за різними умовами (Рис. 4.11).

Передбачений пошук згідно класифікатора професій:

- законодавці, керівники;
- професіонали;
- фахівці;
- технічні службовці;
- робітники сфери послуг;
- робітники з інструментами;
- оператори устаткування;
- найпростіші професії.

При виборі *пошуку по основних сферах діяльності* слід вибрати із випадуючого списку одну із галузей обраної сфери та натиснути *Пошук*, знайдені вакансії відкриваються на новій сторінці у вигляді таблиці з полями, що відображають назву і адресу роботодавця.

Передбачений поділ на такі основні галузі:

- освіта (бібліотеки, дитячі садки, школи, технікуми та університети);
- медицина (лікарні, фармацевтика, стоматологія);
- виробництво (заводи, фабрики);
- фінанси (банки, страхові компанії);
- транспорт (вантажні та маршрутні перевезення);
- сфера послуг (продуктові магазини, торгові центри, піцерії та перукарні).

Пошук необхідної вакансії згідно обраної (отриманої) спеціальності користувач може здійснювати безпосередньо ввівши назву в поле *Спеціальність*. Після цього відкриється таблиця, в текстових полях якої відображатимуться результати пошуку.

Передбачений також пошук навчальних закладів, що функціонують в місті, за показниками, які важливі користувачеві при виборі НЗ, наприклад рівень акредитації, форма навчання, прохідний бал, кваліфікація за обраною спеціальністю, тощо (рис. 4.11).

Головна > Навчальні заклади

Навчальний заклад	Статус	Акредитація	Форма	Кваліфікація
Львівський національний університет імені Івана Франка (ЛНУ)	державний	IV	денна, заочна, екстернат	бакалавр, спеціаліст, магістр
Національний університет «Львівська політехніка» (НУ ЛП)	державний	IV	денна, заочна	бакалавр, спеціаліст, магістр
Українська академія друкарства (УАД)	державний	IV	денна, заочна	бакалавр, спеціаліст, магістр
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності (ЛДУБЖД)	державний	IV	денна, заочна	бакалавр, спеціаліст, магістр
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького (ЛНМУ)	державний	IV	денна, заочна	бакалавр, спеціаліст, магістр

Рисунок – 4.11. Сторінка пошуку навчальних закладів

4.3.3. Технічні характеристики

Оскільки програмно-алгоритмічний комплекс працює в он-лайн режимі, користувачам не потрібно його встановлювати і резервувати місце на постійному запам'ятовувальному пристрої (ПЗП) та володіти окремими сервером, необхідним є лише Інтернет з'єднання, при цьому усі функції застосунку виконуються незалежно від операційної системи користувачів.

Для детальнішої характеристики розробленого програмного продукту (веб-застосунку) використано наступні параметри:

P_1 – швидкодія реалізації операцій мови програмування серверної технології;

P_2 – об'єм пам'яті для збереження даних під час виконання програми;

P_3 – час обробки даних, час, який витрачається на обробку запитів користувача;

P_4 – об'єм програмного коду.

Таблиця 4.1.

Параметри програмного продукту

Параметри	Умовні позначення	Одиниці виміру	Значення параметра
Швидкодія мови програмування	P_1	Оп/мс	2000
Об'єм пам'яті для збереження даних	P_2	Мб	8
Час обробки запитів користувача	P_3	мс	150
Об'єм програмного коду	P_4	кількість рядків коду	5000

Розроблений веб-застосунок полегшує доступ до інформації про професії, ринок праці, можливості працевлаштування і навчання та дозволяє швидко отримувати результати.

4.4. Апробація результатів дисертаційного дослідження

Для перевірки достовірності розроблених моделей та методів визначення професійних нахилів та здібностей особи були проведені експериментальні дослідження, зокрема тестування учнів (з метою визначення майбутнього професійного спрямування), студентів (для перевірки відповідності обраного фаху професійним здібностям, рівню «знаннєвого потенціалу» та вимогам ринку праці міста) та під час підбору персоналу на фірму (для встановлення відповідності професійних особливостей та нахилів кандидата обраній посаді).

Зокрема, для навчальної вибірки, проведено опитування учнів, що навчаються з поглибленим вивченням природничо-математичних дисциплін, результати подані в таблиці 4.2 та на рисунку 4.12.

Таблиця 4.2.

Результати профорієнтаційного тестування учнів

Професійний тип	% опитувальних
p_type_1 (реалістичний)	10
p_type_2 (інтелектуальний)	32

Продовження таблиці 4.2.

p_type_3 (соціальний)	5
p_type_4 (конвенційний)	40
p_type_5 (підприємницький)	8
p_type_6 (артистичний)	5

Результати дослідження показали, що для більшості опитуваних відповідають професії, пов'язані з розрахунками, цифровими і буквеними знаками, тобто є схильності до точних наук:

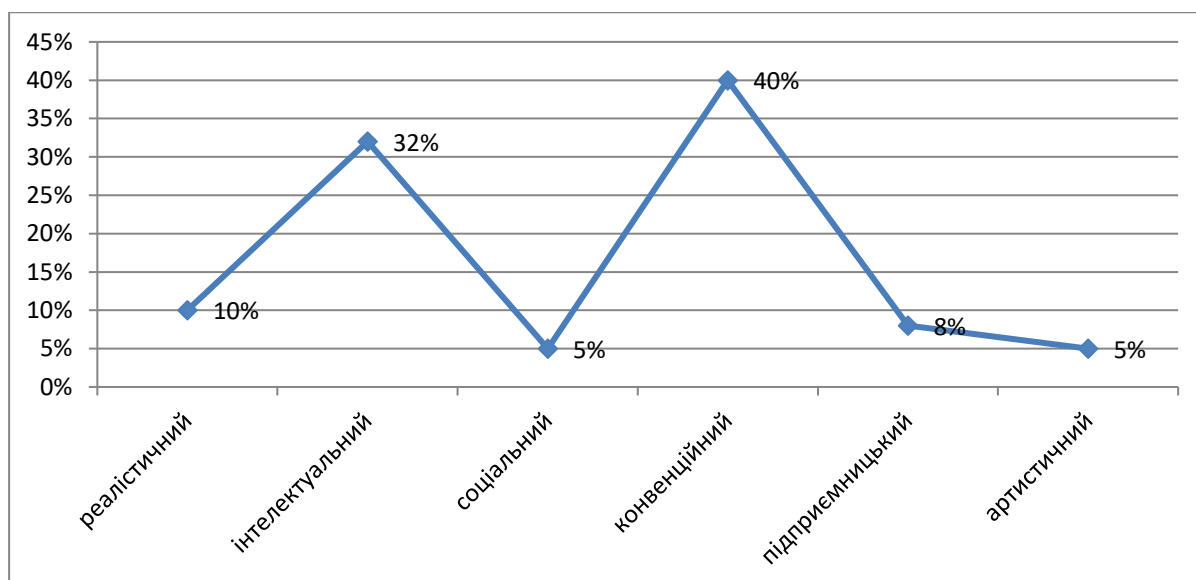


Рисунок – 4.12. Результати профорієнтаційного тестування учнів

В результаті експериментального дослідження зроблено висновок про те, що для більшості опитуваних (80%) обраний профіль навчання (природничо-математичний) відповідає їх професійним здібностям та нахилам, а отже сприятиме майбутнього досягнення високого рівня професіоналізму.

Також в тестуванні взяли участь студенти 1-го курсу освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» (спеціальність «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»). Аналіз результатів профорієнтаційного тестування показав, що для 35% опитуваних ступінь зв'язку їх типу особистості з обраною сферою професійної діяльності є досить низький (в середньому 2,8 бали), тобто

обрана спеціальність не відповідає індивідуальним професійним здібностям молодих людей.

Загалом, ефективністю роботи програмно-алгоритмічного комплексу є суттєве зниження часових затрат на обробку результатів профорієнтаційного тестування (визначення професійних нахилів та здібностей особи) (табл. 4.3.)

Таблиця 4.3.

Порівняльна таблиця профорієнтаційних методів

Назва	Результат	Час проходження тестування	Час обробки результатів
ОПС	Професійне середовище	20 хв	7 хв
ОПН	Професійні нахили	15 хв	5 хв
ОКІ	Коло професійних інтересів	15 хв	5 хв
ОТП	Тип майбутньої професії	10 хв	3 хв
<i>За 4 методиками разом</i>		60 хв	20 хв
Розроблений ПАК	Професійний тип	51 хв	1-5 с

Показник ефективності роботи *Efficiency* розробленого програмно-алгоритмічного комплексу визначали відношенням коректно наданих рекомендацій *CPR* (correctly provided recommendations) щодо вибору професійного спрямування особи до загальної кількості згенерованих рекомендацій *TNR* (total number of recommendations):

$$Efficiency = \frac{CPR}{TNR}$$

Досліджено, що в 91 % випадків програмно-алгоритмічний комплекс надає рекомендації, які збігаються з рекомендаціями експертів. Це підтверджують фактичні дані досліджень та отримані результати тестування учнів та студентів. Таким чином, розроблені в роботі методи та алгоритми дозволяють здійснити комплексну характеристику професійного спрямування особи (враховуються професійні нахили, інтереси, середовище та тип майбутньої професії), у

відповідності до професійних здібностей та рівня «знаннєвого потенціалу», а також надавати в автоматичному режимі персоналізовані рекомендації щодо вибору навчального закладу та враховувати перспективи майбутнього працевлаштування.

4.5. Порівняння характеристик програмно-алгоритмічного комплексу з аналогами

Порівняльний функціональний аналіз розробленого ПАК супроводу підготовки фахівців відносно існуючих закордонних та вітчизняних аналогів (онлайн-ресурсів), наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Порівняльний аналіз онлайн-ресурсів

Назва	Функціональні характеристики					
	<i>визначення професійного типу особистості</i>	<i>моніторинг ринку праці</i>	<i>надання рекомендації щодо вибору професії</i>	<i>перегляд навчальних закладів</i>	<i>надання рекомендацій щодо вибору навчального закладу</i>	<i>формування ІНТ</i>
SC Accelerate	-	+	+	+/-	+/-	-
Hobsons	+	-	+	+	+	+/-
What Career is Right for me	+	+	+	-	+	-
American Job Center Network	-	+	+	-	+/-	-
“Ektishaf” Programme	-	-	+	+	+	+/-
Career Choice GPS	+	+/-	+	+/-	+	+/-
Good Universities Gui	+	+	+	+	+	+/-
Смартія	+	-	+/-	-	-	-
Поступи онлайн	+	+	+	-	+/-	-
Мое образование	+	-	-	+/	-	-

Продовження таблиці 4.4.

Praca.gov.pl	+/-	+	+/-	+	-	-
Infopraca	+	+	+	+	+/-	+/-
Моя кар'єра	+	-	+/-	+/-	-	-
Kariera	+	+	+/-	-	+	-
Освіта.UA	-	+/-	-	+	+	-
Платформа профорієнтації	3	+	+	+	-	-
Розроблений ПАК	+	+	+	+	+	+/-

Проведений аналіз дозволив зробити висновки про те, що розроблений програмно-алгоритмічний комплекс, який реалізує інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста, вперше надає персоналізований супровід вибору професії з урахуванням професійних здібностей та нахилів особистості, потреб ринку праці та в автоматичному режимі здійснює підбір навчального закладу відповідно до обраної професії та можливостей міста громади чи регіону.

Висновки до розділу 4

1. Розроблено структуру програмно-алгоритмічного комплексу, який реалізує інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста та супроводу підготовки фахівців.

2. Наведено алгоритм функціонування ПАК в процесі його експлуатації користувачами та розкрито особливості програмної реалізації; описано порядок функціонування, вимоги до комп'ютерних засобів та технічні характеристики програмного продукту

3. Здійснено порівняльний аналіз розробленого веб-застосунку з існуючими аналогами, що дало можливість стверджувати, що запропонований програмно-алгоритмічний комплекс інформаційно-технологічного супроводу процесів підготовки фахівців вперше поєднує в цілісній системі усі етапи підготовки фахівців з урахуванням потреб особистості та вимог ринку праці «розумного» міста

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв'язано актуальне наукове завдання розроблення інформаційних технологій моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста для персоналізованого супроводу вибору професії з урахуванням потреб особистості та вимог ринку праці міста.

При цьому отримано такі результати.

1. На основі аналізу існуючих інформаційних технологій та систем, що використовуються для супроводу підготовки фахівців, запропоновано концептуальну схему етапів моделювання та супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі великого міста відповідно до потреб особистості та вимог ринку праці.

2. Розроблено модель процесу аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи та удосконалено метод визначення професійного типу особистості, що, на відміну від існуючих, дає змогу оптимізувати процес професійного спрямування особи. Експериментально підтверджено, що це дає можливість зменшити час проходження тестів та інтерпретації їх результатів на 15 %.

3. З використанням методології побудови гіперкубів даних розроблено багатовимірну модель даних та метод оцінювання діяльності професійно-технічних та вищих навчальних закладів міста на основі формування інтегрованого показника рейтингового оцінювання якості освітніх послуг, який, на відміну від існуючих, надає персоналізовані рекомендації користувачам щодо вибору навчального закладу в місті.

4. Розроблено моделі поширення «знанневого потенціалу», зокрема дифузійноподібну модель процесу поширення «знанневого потенціалу» між агентами у випадку наявності джерела інформації (вчителя) та модель взаємовпливу компонент «знанневого потенціалу» шляхом використання диференціальних рівнянь дифузійного типу, які, на відміну від існуючих,

враховують багатоконпонентність «знаннєвого потенціалу» особи і можуть використовуватися для формування освітньої траєкторії навчання.

5. Розроблено програмно-алгоритмічний комплекс, який реалізує інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста та поєднує в цілісній системі усі етапи підготовки фахівців з урахуванням потреб особистості та вимог ринку праці «розумного» міста. ПАК може бути впроваджений у центрах зайнятості, загальноосвітніх навчальних закладах, на професійних тренінгах чи курсах перекваліфікації для надання персоналізованих рекомендацій користувачам щодо вибору професії та навчального закладу, що дозволить зменшити час проведення профорієнтаційної роботи та допоможе зберегти фінансові та часові ресурси людей, які витрачаються через помилковий вибір професії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бомба А. Я. Узагальнена дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, Н. Е. Кунанець, В. В. Пасічник // *Радіоелектроніка інформатика, управління*. – 2015. – № 3. – С. 64-70.
2. Bomba A. Constructing the diffusion-like model of biocomponent knowledge potential distribution / A. Bomba, M. Nazaruk, N. Kunanets, V. Pasichnyk // *International Journal of Computing*. – 2017. – Vol. 16(2). – P. 74-81.
3. Назарук М. В. Програмно-алгоритмічний комплекс інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в умовах «розумного» міста / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2017. – № 27(9). – С. 78-85.
4. Назарук М. В. Моделювання міського освітнього середовища як профільної соціальної мережі / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Міжнародний науково-технічний журнал «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія»*. – 2013. – № 3 (28). – С. 42-47.
5. Назарук М. В. Інформаційна технологія аналізу діяльності середніх шкіл / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2014. – № 783: «Інформаційні системи та мережі». – С. 458-466.
6. Григорович В. Г. Інформаційні параметри загальноосвітнього навчального закладу / В. Г. Григорович, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2012. – № 743: «Інформаційні системи та мережі». – С. 74-86.
7. Бомба А. Я. Побудова дифузійноподібної моделі інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2014. – № 800: «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». – С. 35-45.

8. Назарук М. В. Інформаційно-технологічний супровід системних трансформацій вітчизняної освітньої галузі / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2014. – №1 (26): Обчислювальна техніка та автоматизація. – С. 160-168.

9. Бомба А.Я. Математична модель поповнення знаннєвого потенціалу агентів / А.Я. Бомба, Н.Е. Кунанець, М.В. Назарук, В.В. Пасічник // «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності»: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Вінниця 18-19 травня 2017 р.). – Вінниця, 2017 – С. 19-21.

10. Назарук М. В. Побудова інформаційної моделі школи за допомогою гіперкубу даних / М. В. Назарук, В. Г. Григорович // Сучасна наука в мережі Internet: Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – Київ, 2012. – С. 53-55.

11. Григорович В. Г. Управління проектом перспективних трансформацій загальноосвітнього навчального закладу / В. Г. Григорович, В. І. Кут, М. В. Назарук // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції (Миколаїв, 18-21 вересня 2012 р.). – Миколаїв, 2012. – С. 55-56.

12. Назарук М. В. Інформаційна модель навчального закладу / М. В. Назарук, В. Г. Григорович // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (Рівне, 22-23 лютого 2013 р.). – Рівне, 2013. – С. 112.

13. Назарук М. В. Інформаційна модель соціальної освітньої мережі міста / М. В. Назарук, А. А. Федонюк, В. В. Пасічник // Математика. Інформаційні технології. Освіта: II Міжнародна науково-практична конференція: тези доповідей (Луцьк-Світязь, 3-5 червня 2013 р.). – Луцьк, 2013. – С. 37-39.

14. Назарук М. В. Побудова соціальної освітньої мережі міста / В. В. Пасічник, М. В. Назарук // Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості: Всеукраїнська науково-практична конференція аспірантів,

молодих учених і студентів (Івано-Франківськ, 8-11 жовтня 2013 р.). – Івано-Франківськ, 2013. – С. 103-104.

15. Пасічник В. В. Побудова соціальної освітньої мережі міста на основі теорії складних мереж / В. В. Пасічник, М. В. Назарук // Проблеми розвитку вищої школи та економіки в ХХІ столітті: збірник тез виступів учасників Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 20-літньому ювілею МЕНУ ім. акад. С.Дем'янчука (3-4 жовтня 2013 р.). – Рівне: РВЦ МЕНУ ім. акад. С. Дем'янчука, 2013. – С. 108-110.

16. Назарук М. В. Багатовимірний аналіз діяльності середніх шкіл / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2014): Х Міжнародна наукова конференція (Залізний Порт, 28-31 травня 2014 р.). – 2014. – С. 126-127.

17. Бомба А. Я. Математична дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Математика. Інформаційні технології. Освіта: III Міжнародна науково-практична конференція (Луцьк-Світязь, 6-8 червня 2014 р.). – Луцьк, 2014. – С. 16-17.

18. Пасічник В. В. Інформаційна модель освітнього соціокомунікаційного середовища крупного міста / В. В. Пасічник, М. В. Назарук // Інтернет-Освіта-Наука-2014: Дев'ята Міжнародна науково-практична конференція (Вінниця, ВНТУ, 14-17 жовтня 2014 р.). – Вінниця, 2014. – С. 21-22.

19. Bomba A. Development models of informational process of the knowledge potential propagation / A. Bomba, M. Nazaruk, V. Pasichnyk, A. Fedonyk // Computer Sciences and Information Technologies: The 9th International Scientific and Technical Conference CSIT 2014 (18-22 November 2014, Lviv, Ukraine). – Lviv, 2014. – P. 130-132.

20. Бомба А. Я. Дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, В. В. Пасічник, М. В. Назарук, // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали V Всеукраїнської

школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2015. – Тернопіль: ТНЕУ, 2015. – С. 14.

21. Пасічник В. В. Формування кліків в межах освітнього середовища на рівні шкіл міста / В. В. Пасічник, М. В. Назарук, Н. Е. Кунанець // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів: Матеріали Міжнародної наукової конференції (Рівне, 19-22 лютого 2015 р.). – Рівне, 2015. – С. 127.

22. Бомба А. Я. Інформаційна технологія багатовимірного аналізу даних діяльності вищих навчальних закладів у великому місті / А. Я. Бомба, Н. Е. Кунанець, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Інтернет-освіта-наука-2016: зб. праць: Десята міжнародна науково-практична конференція ІОН-2016 (11-14 жовтня, 2016). – Вінниця : ВНТУ, 2016 – С.175-176.

23. Бомба А. Я. Архітектура програмно-алгоритмічного комплексу багатовимірного аналізу даних щодо діяльності ЗВО у великому місті / А. Я. Бомба, Н. Е. Кунанець, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем: зб. праць, XIII міжнародна науково-практична конференція ТАAPSD-2016 (5-9 грудня, 2016). – Київ : КНУ ім. Шевченка, 2016 – С. 26-30.

24. Назарук М. В. Інформаційна технологія «Великих даних» в процесах аналізу освітнього соціокомунікаційного середовища міста / М. В. Назарук, Н. Е. Кунанець, В. В. Пасічник // Інформаційні технології, економіка та право: стан та перспективи розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції ІТЕП-2017 (Чернівці, 27-28 квітня 2017 р.). – Чернівці, 2017 – С.136-138.

25. Конституція України: [зі змін. та допов., внесеними Законом України від 1 лют. 2011 р. № 2952-VI]. – Харків : Фактор, 2011. – 118 с. – (Серія «Бібліотека законодавства»).

26. Гуляк Р. Е. Соціально-економічна сутність та визначення поняття «місто» / Р. Е. Гуляк // Коммунальное хозяйство городов: научно-технический

сборник, экономические науки. – Киев, «Техника», ХНАМГ, 2008. – № 82. – С. 126 – 131

27. Євсєєва О. О. Розробка організаційно-економічного механізму ефективної реалізації інноваційного розвитку великого міста / О. О. Євсєєва // Бізнес Інформ. – 2013. – № 5. – С. 119-123.

28. Kupriyanovsky V. P. Smart cities as the “capitals” of the digital economy / Kupriyanovsky V. P., Bulancha S. A., Chernykh K. Y., Namiot D. E. // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – № 2. – P. 41–52.

29. Zhuhadar L. The next wave of innovation / Zhuhadar L., Thrasher E., Marklin S. // Review of smart cities intelligent operation systems. Computers in Human Behavior. – 2017. – № 66. – P. 273–281.

30. Washburn D. Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives: Defining the Smart City, Its Drivers, and the Role of the CIO / Washburn D., Sindhu U., Balaouras S., Dines R. A., Hayes N. M., Nelson L. E. – Cambridge, MA: Forrester Research, Inc. – 2010. – Access mode: http://public.dhe.ibm.com/partnerworld/pub/smb/smarterplanet/forr_help_cios_und_smart_city_initiatives.pdf

31. Kaplan A. The future of learning: Enabling economic growth / Kaplan A., Slivecko M., Gardner B., Turner K. – IBM Institute for Business Value. – 2014.

32. Carey K. The end of College: Creating the future of learning and the university of everywhere / K. Carey. – Penguin, 2015.

33. Stansbury M. Will universities be responsible for the success of cities? / M. Stansbury. – 2017. – Access mode: <https://www.ecampusnews.com/campus-administration/universities-smart-cities/>

34. Scuotto V. Internet of Things: Applications and challenges in smart cities: A case study of IBM smart city projects / Scuotto V., Ferraris A., Bresciani S. // Business Process Management Journal. – № 22(2). – 2016. – P. 357-367.

35. Boulton A. Cyberinfrastructures and “smart” world cities: Physical, human, and soft infrastructures / Boulton A., Brunn S. D., Devriendt L. // In P. Taylor, B.

Derudder, M. Hoyler & F. Witlox (Eds.) // *International Handbook of Globalization and World Cities*. Cheltenham. – U.K.: Edward Elgar, 2011.

36. Дуда О. М. Системні комплекси інформаційних технологій у проектах “Розумне місто” / Дуда О. М., Кунанець Н. Е., Мацюк О. В., Пасічник В. В. // *Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 18-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2016 / ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», (Київ, 30 травня - 2 червня 2016 р.). – Київ: ННК «ІПСА», 2016. – С. 215-216.*

37. Davies B. Internet of everything ePowering the smart campus and the smart city / B. Davies // *IBM Institute for Business Value*. – 2015.

38. Marsh, J. Human smart cities: A new vision for redesigning urban community and Citizen's life / Marsh J., Molinari F., Rizzo F. // *Knowledge, information and creativity support systems: Recent trends, advances and solutions*. – 2016. – P. 269-278.

39. Buser Thomas Gender, competitiveness, and study choices in high school: Evidence from Switzerland / Buser Thomas, Noemi Peter, Stefan C. Wolter // *American Economic Review* 107.5. – 2017. – P. 125-30.

40. Breakwell Glynis M. Gender, parental and peer influences upon science attitudes and activities / Breakwell Glynis M., Sue Beardsell // *Public Understanding of Science*. – 2016.

41. Fouad Nadya A. Family influence on career decision making: Validation in India and the United States / Fouad Nadya A., et al. // *Journal of Career Assessment*. – 24.1 (2016). – P. 197-212.

42. Nota Laura A Life-Design-Based Online Career Intervention for Early Adolescents: Description and Initial Analysis / Nota Laura, Sara Santilli, Salvatore Soresi // *The Career Development Quarterly*. – 64.1 (2016). – P. 4-19.

43. Eesley Charles Social influence in career choice: Evidence from a randomized field experiment on entrepreneurial mentorship / Eesley Charles, Yanbo Wang // *Research Policy*. – 46.3 (2017). – P. 636-650.

44. Meijers Frans A Dialogue Worth Having: Vocational Competence, Career Identity and a Learning Environment for Twenty-First Century Success at Work /

Meijers Frans // *Enhancing Teaching and Learning in the Dutch Vocational Education System*. – Springer, Cham, 2017. – P. 139-155.

45. Van Aalderen-Smeets Modeling the relation between students' implicit beliefs about their abilities and their educational STEM choices / van Aalderen-Smeets, Sandra I., Juliette H. Walma van der Molen // *International journal of technology and design education*. – 28.1 (2018). – P. 1-27.

46. Mann Ian *Hacking the human: social engineering techniques and security countermeasures* / Mann Ian. – Routledge, 2017.

47. Ceschi Andrea *The career decision-making competence: a new construct for the career realm* / Ceschi, Andrea // *European Journal of Training and Development*. – 41.1 (2017). – P. 8-27.

48. Watt Helen M.G. *Mathematics – A critical filter for STEM-related career choices? A longitudinal examination among Australian and US adolescents* / Watt Helen MG, et al // *Sex Roles*. – 77.3-4 (2017). – P. 254-271.

49. Van der Gaag *Modeling the Individual Process of Career Choice* / Van der Gaag, Mandy A.E., Pieter van den Berg // *Advances in Social Simulation*. – Springer, Cham, 2017. – P. 435-444.

50. Dimitrakopoulos Ioannis *Decision Making Using Multicriteria Analysis: A Case Study of Decision Modeling Career in Education* / Dimitrakopoulos Ioannis, Kostas Karamanis // *Case Studies in Business and Management*. – 4.2 (2017). – P. 24.

51. Міжнародний кадровий портал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: HeadHunter <https://hh.ua/>.

52. Кучаковська Г. А. Експертні системи як засіб підвищення ефективності проведення профорієнтаційної роботи / Г. А. Кучаковська // *Інформаційні технології — 2014 : зб. тез I Української конференції молодих науковців (2м. Київ, 2–23 трав. 2014 р.)*. – С. 31-33.

53. Глазко Н. Д. Значення професії аналітика на ринку праці України / Н. Д. Глазко // *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. – 2017. – № 6. – С. 184-196.

54. Словник іншомовних слів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.jnsm.com.ua/cgi-bin/u/book/sis.pl?Qry=%D1%EF%E5%F6%B3%E0%EB%FC%ED%B3%F1%F2%FC&found=3&action=search>

55. Закатнов Д. Технології підготовки учнівської молоді до професійного самовизначення : монографія / Д. Закатнов. – Київ : Пед. думка, 2012. – 160 с.

56. Тест на профорієнтацію – перший крок до успішної кар'єри [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vubir-maybutnogo.blogspot.com/p/blog-page_71.html

57. Богачков Ю. М. Роль сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у сфері профорієнтації та освітнього консультування в умовах сталого розвитку суспільства [Електронний ресурс] / Ю. М. Богачков, В. М. Милашенко. – Режим доступу: <http://sites.google.com/site/openhc/ukraine/association/> 2010-11-18 >.

58. Ertelt В. J. Nowe trendy w poradnictwie zawodowym / В. J. Ertelt // Pedagogika pracy. Doradztwo zawodowe : pod redakcja H. Bednarczyka, J. Figurskiego, M. Zurka. – 2005. – 408 s.

59. Бордакова О. Використання глобальних комп'ютерних мереж у профорієнтаційній системі Польщі / О. Бордакова // Порівняльна професійна педагогіка. – 2011. – № 2. – С. 125-134.

60. Берко А. Ю. Інформаційне забезпечення інтелектуальних систем професійної орієнтації / А. Ю. Берко, У. Я. Коляса // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія : Електроніка : [зб. наук. пр.] / М-во освіти і науки України ; відп. ред. Д. Заячук. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2006. – С. 41-49.

61. Подход к построению базы знаний экспертной системы выбора наилучшей специальности для абитуриента при поступлении в вуз / Б. Г. Ильясов, Е. Б. Старцева, Н. Р. Янгуразова // Вестник УГАТУ. Уфа : УГАТУ, 2006. – Т. 7, №2. – С.102–106.

62. Лотов А. В. Многокритериальные задачи принятия решений / А. В. Лотов, И. И. Поспелова. – Москва: МАКСПресс, 2008. – 197 с.

63. Маляр М. М. Моделювання обмеженого раціонального вибору з використанням нечітких множин / М. М. Маляр // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка: Серія фізико-математичні науки. – 2014. – №2. – С. 161-165.

64. Ройзензон Г. В. Многокритериальный выбор вычислительных кластеров / Г. В. Ройзензон // Методы поддержки принятия решений: Сборник трудов Института системного анализа Российской академии наук / Под ред. С. В. Емельянова, А. Б. Петровского. – Москва: URSS, 2005. – Т. 12. – С. 68–94.

65. Касьянюк В. С. Моделювання нечітких множин засобами теорії можливостей / В. С. Касьянюк, Л. М. Малютенко, М. В. Польща // Наукові записки НаУКМА. Комп'ютерні науки. – 2012. – Т. 138. – С. 30-34.

66. Кучаковська Г. А. Моделі створення бази знань експертної системи з вибору спеціальності для абітурієнтів вищого навчального закладу / Г. А. Кучаковська // Освітологічний дискурс. – 2014. – № 1. – С. 129-138.

67. Заріцький О. В. Теоретичні і методологічні основи розроблення інтелектуальних інформаційних технологій аналітичного оцінювання професійної діяльності: дис. доктора технічних наук : 05.13.06 / Заріцький Олег Володимирович. – Київ, 2018. – 377 с.

68. Шишкіна М. П. Системи та засоби моделювання знання у єдиному інформаційно-освітньому просторі / М. П. Шишкіна // Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія. – 2009. – № 6. – С. 317-327.

69. Sağsan M. From learning organization to knowing organization: A practical view for building 'knowledge shrine' with four minarets / Sağsan M. Bingöl B. // Contemporary Issues on Management and Organization Science, (Editor) Cengiz Demir. – Ankara: Ekin yayınevi, 2010. – P. 23-44.

70. Sağsan M. Understanding "Knowledge Management (KM) Paradigms" from Social Media Perspective: An Empirical Study on Discussion Group for KM at

Professional Networking Site / Sağsan M., Medeni T. D. // IGI Global Publications. – 2011.

71. Сявавко М. С. Нечітко-інтервальні методи оцінки ризику та ентропії поведінки соціально-економічної системи / М. С. Сявавко, О. М. Третяк // Економічна кібернетика. – 2006. – № 3-4 (39-40). – С. 53-61.

72. Soliman F. Strategies for implementing knowledge management: Role of human resource management / Soliman F., Spooner K. // Journal of Knowledge Management. – 2000. – Issue 4. – P. 337-345.

73. Dmitriy Suslov Knowledge Management at Organization: Main Models / Dmitriy Suslov // Creative Economy. – 2012. – Issue 6(10). – P. 89-97.

74. Nonaka Ikujiro The theory of the knowledge creation firm: Subjectivity, objectivity, and synthesis / Nonaka Ikujiro, Ryoko Toyama // Industrial and Corporate Change. – 2005. – № 14/3. – P. 419–436.

75. Ikujiro Nonaka Organizational Knowledge Creation Theory: Evolutionary Paths and Future Advances / Ikujiro Nonaka, Georg von Krogh, Sven Voelpel // Organizational Studies. – 2006, 27(8). – P. 1179-1208.

76. Добрынина Н. Ф. Математические модели распространения знаний и управление процессом обучения студентов / Н. Ф. Добрынина // Научно-теоретический журнал «Фундаментальные исследования». – 2009. – № 7. – С. 7-9.

77. Артеменко В. Б. Гибрид агент-ориентированной модели оценки знаний участниками дистанционного обучения / В. Б. Артеменко // Образовательные технологии и общество. – 2011. – № 2. – С. 423-434.

78. Петраш А. Методи інформаційно-математичного моделювання навчального процесу / А. Петраш // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі : матеріали 3-ої наук.-практ. конф., 18-20 жовт. 2011 р., Львів / Нац. ун-т "Львів. політехніка" ; [редкол.: Д. В. Федасюк та ін.]. – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2011. – С. 128-132.

79. Ландэ Д.В. Объектно-статистический анализ информационных потоков / Д. В. Ландэ, В. Н. Фурашевт // Сб. научн. трудов: Открытые

информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т “ХАИ”, 2007. – № 35. – С. 133-137.

80. Rogers E. Diffusion of Innovations / E. Rogers. – Fifth edition. Free Press: New York, 2003. P. 442.

81. June Kaminski Diffusion of Innovation Theory / June Kaminski // Canadian Journal of Nursing Informatics. – Volume 6, No 2. – 2011.

82. Soffer T. Diffusion of Web Supported Instruction in Higher Education - The Case of Tel-Aviv University / Soffer T., Nachmias R., Ram J. // Educational Technology & Society. – 2010. – № 13 (3). – P. 212–223.

83. Gao X. Network model of knowledge diffusion Scientometrics / Gao X., Guan, J. – 2012. – Volume 90, Issue 3. – P. 749–762.

84. Малкова А. А. Применение модели Басса для выявления стратегий исследователей / А. А. Малкова // Математические и инструментальные методы экономики 6(115). – 2014. – С. 141-145.

85. Luttmer Erzo G. J. Four Models of Knowledge Diffusion and Growth / Luttmer Erzo G. J. – Working Papers 724, Federal Reserve Bank of Minneapolis. – 2015. P – 1 -26.

86. Будник А. Ф. Тепломасоперенос у процесах і матеріалах дизайну матеріалів: Навчальний посібник / А. Ф. Будник – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 158 с.

87. Фещенко А. В. Социальные сети в образовании: анализ опыта и перспективы развития / А. В. Фещенко // Сборник статей «Гуманитарная информатика». – 2011. – Вып. 6. – С. 124-134.

88. Клименко О. А. Социальные сети как средство обучения и взаимодействия участников образовательного процесса / О. А. Клименко // Теория и практика образования в современном мире: материалы междунар. заоч. науч. конф. февраль 2012 г., Санкт-Петербург. – СПб.: Реноме, 2012. – С. 405-407.

89. Губанов Д. А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д. А. Губанов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили. – Москва: Физматлит, 2010. – 228 с.

90. Rolfe M. Social Networks and Threshold Models of Collective Behavior / M. Rolfe. – Chicago: University of Chicago, 2004.

91. Трохимчук Р. М. Теорія графів: навчальний посібник для студентів факультету кібернетики / Трохимчук Р. М. – Київ: РВЦ “Київський університет”, 1998. – 43 с.

92. Newman M. E. J. Mixing patterns in networks / Newman M. E. J. // Phys. Rev. E 67, 2003.

93. Евин И. А. Введение в теорию сложных сетей / И. А. Евин // Компьютерные исследования и моделирование. – 2010. – Т. 2, №2. – С. 121–141.

94. Єгорова О. О. Система підтримки прийняття рішень щодо вибору професії / О. О. Єгорова, С. Г. Дурицька, В. Г. Тоценко // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2003. – т.5, №4. – С. 97–105.

95. Holland John L. Making vocational choices: A theory of careers / Holland John L. – Prentice Hall, 1973.

96. Holland J. L. Validity of vocational aspiration and interests of inventories: Extended replicated and reinterpreted / Holland J.L., Gottfredson G.D., Vacer H.G. // Journal of Consulting Psychology. – 1990. – Vol. 37. – P. 337-342.

97. Опитувальник професійних нахилів Л. Йовайши [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://prevolio.com/tests/>.

98. Опитувальник кола інтересів А. Голомштока [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://prevolio.com/tests/>.

99. Климов Е. А. Как выбирать профессию / Е. А. Климов. – Москва: Просвещение, 1990. – 159 с.

100. Климов Е. А. Образ мира в разнотипных профессиях / Е. А. Климов. – Москва: Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.

101. Резапкіна Г. В. Психологія и выбор професии: программа предпрофильной подготовки : [учеб.-метод. пособие для психологов и педагогов] / Г. В. Резапкіна. – Москва: Генезис. 2005. – 208 с.

102. Нікольський Ю. Модель процесу аналізу даних / Ю. Нікольський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2010. – № 663 : Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – С. 108-116.

103. Андруник В. А. Інтелектуальний аналіз матеріально-технічного забезпечення структурної одиниці навчального закладу / В. А. Андруник, Л. Б. Чирун, Л. В. Чирун // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2015. – № 814: «Інформаційні системи та мережі». – С. 364-379.

104. Завалій Т.І. Аналіз даних та прийняття рішень на основі теорії наближених множин / Т.І. Завалій, Ю.В. Нікольський // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2008. – № 610: «Інформаційні системи та мережі» – С.126-136.

105. A. Discernibility and Rough Sets in Medicine: Tools and Applications, PhD thesis. Norwegian University of Science and Technology, Department of Computer and Information Science, – 1999.

106. Національний класифікатор України класифікатор професій. – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN19198.html

107. Національний класифікатор професій ДК 003:2010 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dk003.com/>

108. Мартякова О. В. Сучасні моделі гармонізації ринків освітніх послуг та праці / Мартякова О. В., Мудра О. В. // Вісник соціально-економічних досліджень. – 2013, випуск 4 (51). – С. 247-281.

109. Inmon W. H. Corporate Information Factory: Third Edition / Inmon, W.H., Claudia Imhoff, Ryan Sousa. – New York: John Wiley & Sons, 2000. Сторінки

110. Пасічник В. В. Сховища даних: Навч. посібник / Пасічник В. В., Шаховська Н. Б. – Львів «Магнолія 2006», 2007. 244 с.

111. Литвин В. В. Аналіз даних та знань : навч. посібник / Литвин В. В., Пасічник В. В., Нікольський Ю. В. – Львів: Магнолія-2006, 2015. – 276 с.

112. Завалій Т. І. Методи та засоби структурування і зберігання даних в електронних медичних картках / Т. І. Завалій, Ю. В. Нікольський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – № 689: «Інформаційні системи та мережі». – Львів, 2010. – С. 158-168.

113. Шумська К. О. Матрична модель представлення OLAP систем / К. О. Шумська, С. В. Бондарчук, В. І. Галаган, О. С. Прокопенко, К. В. Панадій // Збірник наукових праць центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України. – 2013. – № 1. – С. 61-67.

114. Кравець Р. Б. Організація багатовимірного подання та аналізу інформації у реляційних базах даних / Р. Б. Кравець // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2006. – Інформаційні системи та мережі. – С. 178-193.

115. Програма комплексної перевірки вищих навчальних закладів та професійних училищ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://document.ua/pro-zatverdzhennja-program-derzhavnogo-inspektuvannja-vishih-doc112223.html>.

116. Програма перевірки дотримання вищими навчальними закладами та професійними училищами ліцензійних умов надання освітніх послуг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1187-2015-%D0%BF>

117. Положення про акредитацію вищих навчальних закладів і спеціальностей у вищих навчальних закладах та вищих професійних училищах» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/978-2001-%D0%BF>.

118. Міжнародна програма з оцінювання діяльності вищих навчальних закладів» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://coggle.it/diagram/WmJQE74ImwABcP9j/t/%D0%BC%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B7%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0>

%BD%D0%BD%D1%8F%D0%B4%D1%96%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%B2%D0%BD%D0%B7

119. Хрусталёв Е. М. Агрегация данных в OLAP-кубах / Е. М. Хрусталёв // Алекс Консалтинг & Софт. – 2006.

120. Заботнев М. С. Методы поиска и агрегации информации в разреженных гиперкубах данных / М. С. Заботнев // Информационные технологии. – 2006. – №1. – С. 57-62.

121. Салогубова В. М. Визначення рейтингової оцінки вищого навчального закладу на підставі багаторівневої системи показників / В. М. Салогубова // Культура народів Причорномор'я. – 2011. – № 215. – С. 115–117.

122. Що таке конкурсний бал? Як його порахувати? [Режим доступу]. – Режим доступу: <https://abiturients.info/uk/poleznoe/shcho-take-konkursniy-bal-yak-yogo-porahuvati>.

123. Корнієнко С. К. Проектування інформаційного забезпечення автоматизованих систем : навч. посіб. / С. К. Корнієнко. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. – 210 с.

124. Layka Visha Learn Java for Web Development / Layka Visha. – «Apress», 2014. – 461 p.

ДОДАТОК А.
ІНФОРМАЦІЙНЕ НАПОВНЕННЯ БАЗ ДАНИХ

	Назва сутності	Атрибути
1.	Місто	id_Місто (PK); Назва
2.	Форма власності	id_ФормаВласності (PK); Назва
3.	Рівень акредитації	id_Рівень акредитації (PK); Назва рівня акредитації
4.	Тип навчального закладу	id_ТипНавчальногоЗакладу (PK); Назва
5.	Навчальний заклад	id_НавчальнийЗаклад (PK); id_Місто; id_ТипНавчальногоЗакладу; id_ФормаВласності; Назва; Номер; Засновник; МоваНавчання; ТериторіальнаПідпорядкованість; ДатаЗаснування
6.	Факультети_інститути навчального закладу	id_Факультет_Інститут (PK); id_НавчальнийЗаклад; Назва
7.	Ліцензований обсяг підготовки	id_НавчальнийЗаклад (PK); Серія; Номер; ТермінДії; ЛіцензованийОбсягУчнівськогоКонтингенту; КимЗатверджено
8.	Атестат навчального закладу	id_НавчальнийЗаклад (PK); Серія; Номер; РівеньОсвітньоїДіяльності; ТермінДії
9.	Галузь знань	id_Галузь знань (PK); Код галузі;

		Назва галузі знань
10.	Кваліфікація	id_Кваліфікація <i>(PK)</i> ; Код; Назва кваліфікації
11.	Напрямок підготовки	id_Напрямок підготовки <i>(PK)</i> ; Код; Назва напрямку
12.	Освітньо-кваліфікаційний рівень	id_Освіт_кваліф_рівень <i>(PK)</i> ; Назва рівня
13.	Спеціальність НЗ	id_Спеціальність <i>(PK)</i> ; id_НавчальнийЗаклад; id_Спеціалізація; Назва; ПрохіднийБал; Ліцензований обсяг
14.	Спеціалізація	id_Спеціалізація <i>(PK)</i> ; Назва
15.	Кафедра	id_Кафедра <i>(PK)</i> ; id_Факультет_Інститут; Назва кафедри
16.	Професорсько-викладацький склад	id_Викладач <i>(PK)</i> ; id_Науковий ступінь; id_Вчене звання; id_Кафедра; ППП; Назва закінченого ЗО; Рік закінчення; Спеціальність
17.	Науковий ступінь	id_Науковий ступінь <i>(PK)</i> ; Назва ступеня
18.	Вчене звання	id_Вчене звання <i>(PK)</i> ; Назва звання
19.	Адреса навчального закладу	id_НавчальнийЗаклад <i>(PK)</i> ; ПоштовийІндекс; Область; Район; НаселенийПункт; Вулиця; НомерБудинку;

		НомерКорпусу; НомерКвартири; Email; АдресаІнтернетСторінки
20.	Структура навчального року	id_НавчальнийЗаклад (PK); ПочатокНавчальногоРоку; ЗакінченняНавчальногоРоку; ТривалістьПершогоСеместру; ТривалістьДругогоСеместру; ТривалістьНавчальнихЕкскурсій; ТривалістьНавчальнихПрактик; ОсінніКанікули; ЗимовіКанікули; ВесняніКанікули
21.	Тестування	id_Тестування(PK); Назва; Опис; ЄМожливістьВиборуКількаВаріантів; КількістьКроків
22.	Елемент результату тестування	id_ЕлементРезультатуТестування (PK); id_Тестування; Назва; Можливості; Спрямованість; ПрофесійнеСередовище; КонкретніПрофесії
23.	Крок тестування	id_КрокТестування (PK); id_Тестування; Крок; Опис
24.	Варіант тестування	id_ВаріантТестування (PK); id_Тестування; id_ЕлементРезультатуТестування; Крок; Назва
25.	Спеціальність	id_Спеціальність (PK); id_ГрупаСпеціальності; Назва
26.	Група спеціальності	id_ГрупаСпеціальності (PK);

		Назва
27.	Професія	id_Професія (PK) ; Назва; id_КП; id_ЗКППТР; id_ЕТКД; id_ДКХП
28.	Класифікатор (КП)	id_Класифікатор (PK) ; id_Професія; Назва Код
29.	ЗКППТР	id_ЗКППТР (PK) ; Код
30.	ЕТКД	id_ЕТКД (PK) ; Код
31.	ДКХП	id_ДКХП (PK) ; Код
32.	Професія_Елемент результату тестування	id_Професія; id_ЕлементРезультатуТестування
33.	Професія_Спеціальність	id_Професія; id_Спеціальність
34.	Користувач	id_Користувач (PK) ; id_Місто; Ім'я; Телефон; Пароль; ДатаНародження
35.	Користувач_траєкторія	id_Користувач id_Результату_тестування id_Професія; id_Спеціальність; id_НавчальнийЗаклад
36.	Атестат користувача	id_Користувач (PK) ; ШкалаОцінювання; УкраїнськаМова; УкраїнськаЛітература; ІноземнаМова; ІсторіяУкраїни; ВсесвітняІсторія;

		Правознавство; Економіка; ОсновиФілософії; Етика; Математика; Алгебра; Геометрія; Астрономія; Природознавство; Біологія; Географія; Фізика; Хімія; Екологія; Психологія; Естетика; МузичнеМистецтво; ОбразотворчеМистецтво; ХудожняКультура; Інформатика; Креслення; Технології; ОсновиЗдоров'я; ФізичнаКультура; ЗахистВітчизни
37.	ЗНО користувача	id_Користувач (<i>PK</i>); УкраїнськаМова; УкраїнськаЛітература; ІсторіяУкраїни; Математика; Біологія; Географія; Фізика; Хімія
38.	Результати тестування користувача	id_Користувач; id_Тестування; id_ЕлементРезультатуТестування
39.	Вакансія	id_Вакансія (<i>PK</i>); id_Місто;

		id_Професія; Назва вакансії; Зарплата
40.	Кваліфікаційні вимоги	id_Вимоги (<i>PK</i>); Вимоги; Обов'язки; Умови; id_Професія

ДОДАТОК Б.
ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНИХ ПРОФОРІЄНТАЦІЙНИХ
МЕТОДІВ

Нормо-таблиці «Опитувальника професійної спрямованості»

<i>Реалістич- ний тип</i>	<i>Інтелекту- альний тип</i>	<i>Соціальний тип</i>	<i>Конвенцій- ний тип</i>	<i>Підприєм- ливий тип</i>	<i>Артистич- ний тип</i>
1a	1б	2б	3б	4б	5б
2a	6a	6б	7б	8б	9б
3a	7a	10a	10б	11б	12б
4a	8a	11a	13a	13б	14б
5a	9a	12a	14a	15a	15б
16a	16б	17б	18б	23б	19б
17a	20a	20б	22б	26б	21б
18a	22a	25a	25б	28б	24б
19a	23a	26a	28a	30a	27б
21a	24a	27a	29a	33б	29б
31a	31б	36б	32б	35б	30б
32a	35a	38a	38б	37б	34б
33a	36a	39a	40a	39б	41a
34a	37a	41б	42a	40б	42б
P=	I=	C=	K=	Π=	A=

<i>СТ бали</i>	<i>Професійні типи особистості</i>						<i>СТ бали</i>
	<i>P</i>	<i>I</i>	<i>C</i>	<i>K</i>	<i>Π</i>	<i>A</i>	
0	0-1	–	–	–	0-1	–	0
1	2	0	0-1	0	2	0	1
2	3	1	2	1-2	3	1-2	2
3	4-5	2-3	3-4	3	4-5	3	3
4	6	4	5	4	6	4-5	4
5	7	5	6	5-6	7	6	5
6	8-9	6-7	7-8	7	8-9	7-8	6
7	10	8	9	8	10	9	7
8	11	9	10-11	9-10	11	10-11	8
9	12-13	10	12	11	12	12	9
10	14	11-12	13-14	12	13-14	13-14	10
11	–	13	–	13-14	–	–	11

Нормо-таблиця «Опитувальника професійних нахилів»

<i>З людьми</i>	<i>Розумовий</i>	<i>Технічні</i>	<i>Естетика, мистецтво</i>	<i>Фізична праця</i>	<i>Планово- економічний</i>
		1б	1а		
2а				2б	
		3б			3а
4а	4б				
			5б	5а	
6б		6а			
	7а				7б
		8б	8а		
9а					9б
	10б		10а		
			11б		11а
12б		12а			
	13а			13б	
	14б	14а			
		15б		15а	
16а					16б
17б			17а		
	18а			18б	
19б					19а
	20а			20б	
	21б		21а		
				22а	22б
23б			23а		
			24б	24а	
		25а		25б	
	26б	26а			
				27а	27б
28б			28а		
		29б			29а
	30а				30б

Нормо-таблиця «Опитувальника визначення типу професії»

<i>Людина-людина</i>	<i>Людина-техніка</i>	<i>Людина-природа</i>	<i>Людина-знакова система</i>	<i>Людина-художній образ</i>
2а	1б	1а	2б	3а
4б	4а	3б	5а	5б
6б	7б	6а	9б	7а
8а	9а	10а	10б	8б
12а	11б	11а	12б	13а
14б	14а	13б	15а	15б
16б	17б	16а	19б	17а
18а	19а	20а	20б	18б

Нормо-таблиця «Опитувальника кола інтересів»

<i>Сфера інтересів</i>	<i>№ Запитання</i>				
Фізика і математика	1	11	21	31	41
Хімія і біологія	2	12	22	32	42
Радіотехніка та електроніка	3	13	23	33	43
Механіка і конструювання	4	14	24	34	44
Географія і геологія	5	15	25	35	45
Література і мистецтво	6	16	26	36	46
Історія і політика	7	17	27	37	47
Педагогіка і медицина	8	18	28	38	48
Підприємництво	9	19	29	39	49
Спорт і військова справа	10	20	30	40	50

Фрагмент програмного коду за допомогою якого реалізується обробка результатів згідно описаних вище нормо-таблиць:

```
<?php
namespace App\Services\Poll;
use App\Entities\Poll;
use App\Entities\PollItem;
use App\Entities\PollVariant;
use App\Queries\PollQuery;
use Illuminate\Database\Eloquent\Collection;

class CalculateResultService
{
    /**
     * @param Poll $poll
     * @param $selected
     * @return Collection
     */
    public function process(Poll $poll, $selected)
    {
        /** @var PollItem[] $items /
        $items = PollItem::findAll(new PollQuery($poll)->keyBy('id'));

        /** @var PollVariant[] $values /
        $values = PollVariant::findMany($selected);
        if (!$values) {
            return $items->values();
        }
        foreach ($values as $value) {
```

```

        ++$items[$value->poll_item_id]->points;
    }
    return $items->values();
}
}

namespace App\Http\Controllers;
use App\Entities\Poll;
use App\Queries\IdQuery;
use App\Services\Poll\CalculateResultService;
use App\Services\User\StorePollResultService;
use Illuminate\Http\Request;
use Symfony\Component\HttpKernel\Exception\NotFoundHttpException;

class PollController
{
    /**
     * @param Request $request
     * @param CalculateResultService $calculateResultService
     * @param StorePollResultService $storePollResultService
     * @param int $id
     * @return mixed
     */
    public function result(Request $request, CalculateResultService
    $calculateResultService, StorePollResultService $storePollResultService, $id)
    {
        $poll = Poll::findOne(new IdQuery($id));
        if (!$poll) {
            throw new NotFoundHttpException('Poll not found');
        }
    }
}

```

```
    }  
    $result = $calculateResultService->process($poll, $request-  
>input('selected'));  
    if ($user = $request->user('api')) {  
        $storePollResultService->process($user, $result);  
    }  
    return $result;  
}  
}
```

ДОДАТОК В.

Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертаційної роботи

1. Бомба А. Я. Узагальнена дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, Н. Е. Кунанець, В. В. Пасічник // *Радіоелектроніка інформатика, управління.* – 2015. – № 3. – С. 64-70 (*Web of Science*).
2. Bomba A. Constructing the diffusion-like model of biocomponent knowledge potential distribution / A. Bomba, M. Nazaruk, N. Kunanets, V. Pasichnyk // *International Journal of Computing.* – 2017. – Vol. 16(2). – P. 74-81 (*Scopus*).
3. Назарук М. В. Програмно-алгоритмічний комплекс інформаційно-технологічного супроводу підготовки фахівців в умовах «розумного» міста / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Науковий вісник НЛТУ України.* – 2017. – № 27(9). – С. 78-85 (*Index Copernicus*).
4. Назарук М. В. Моделювання міського освітнього середовища як профільної соціальної мережі / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Міжнародний науково-технічний журнал «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія».* – 2013. – № 3 (28). – С. 42-47.
5. Назарук М. В. Інформаційна технологія аналізу діяльності середніх шкіл / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка».* – 2014. – № 783: «Інформаційні системи та мережі». – С. 458-466.
6. Григорович В. Г. Інформаційні параметри загальноосвітнього навчального закладу / В. Г. Григорович, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка».* – 2012. – № 743: «Інформаційні системи та мережі». – С. 74-86.
7. Бомба А. Я. Побудова дифузійноподібної моделі інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка».* – 2014. – № 800: «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». – С. 35-45.
8. Назарук М. В. Інформаційно-технологічний супровід системних трансформацій вітчизняної освітньої галузі / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // *Наукові*

праці Донецького національного технічного університету. – 2014. – №1 (26): Обчислювальна техніка та автоматизація. – С. 160-168.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Бомба А.Я. Математична модель поповнення знанневого потенціалу агентів / А.Я. Бомба, Н.Е. Кунанець, М.В. Назарук, В.В.Пасічник // «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності»: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Вінниця 18-19 травня 2017 р.). – Вінниця, 2017 – С. 19-21. (Форма участі – очна).

10. Назарук М. В. Побудова інформаційної моделі школи за допомогою гіперкубу даних / М. В. Назарук, В. Г. Григорович // Сучасна наука в мережі Internet: Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – Київ, 2012. – С. 53-55. (Форма участі – заочна).

11. Григорович В. Г. Управління проектом перспективних трансформацій загальноосвітнього навчального закладу / В. Г. Григорович, В. І. Кут, М. В. Назарук // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції (Миколаїв, 18-21 вересня 2012 р.). – Миколаїв, 2012. – С. 55-56. (Форма участі – очна).

12. Назарук М. В. Інформаційна модель навчального закладу / М. В. Назарук, В. Г. Григорович // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (Рівне, 22-23 лютого 2013 р.). – Рівне, 2013. – С. 112. (Форма участі – очна).

13. Назарук М. В. Інформаційна модель соціальної освітньої мережі міста / М. В. Назарук, А. А. Федонюк, В. В. Пасічник // Математика. Інформаційні технології. Освіта: II Міжнародна науково-практична конференція: тези доповідей (Луцьк-Світязь, 3-5 червня 2013 р.). – Луцьк, 2013. – С. 37-39. (Форма участі – очна).

14. Назарук М. В. Побудова соціальної освітньої мережі міста / В. В. Пасічник, М. В. Назарук // Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості: Всеукраїнська науково-практична конференція аспірантів, молодих учених і студентів (Івано-Франківськ, 8-11 жовтня 2013 р.). – Івано-Франківськ, 2013. – С. 103-104. (Форма участі – заочна).

15. Пасічник В. В. Побудова соціальної освітньої мережі міста на основі теорії складних мереж / В. В. Пасічник, М. В. Назарук // Проблеми розвитку вищої школи та економіки в XXI столітті: збірник тез виступів учасників Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 20-літньому ювілею МEGУ ім. акад. С.Дем'янчука (3-4 жовтня 2013 р.). – Рівне: РВЦ МEGУ ім. акад. С. Дем'янчука, 2013. – С. 108-110. (Форма участі – очна).

16. Назарук М. В. Багатовимірна модель аналізу діяльності середніх шкіл / М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2014): X Міжнародна наукова конференція (Залізний Порт, 28-31 травня 2014 р.). – 2014. – С. 126-127. (Форма участі – заочна).

17. Бомба А. Я. Математична дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Математика. Інформаційні технології. Освіта: III Міжнародна науково-практична конференція (Луцьк-Світязь, 6-8 червня 2014 р.). – Луцьк, 2014. – С. 16-17. (Форма участі – очна).

18. Пасічник В. В. Інформаційна модель освітнього соціокомунікаційного середовища крупного міста / В. В. Пасічник, М. В. Назарук // Інтернет-Освіта-Наука-2014: Дев'ята Міжнародна науково-практична конференція (Вінниця, ВНТУ, 14-17 жовтня 2014 р.). – Вінниця, 2014. – С. 21-22. (Форма участі – очна).

19. Bomba A. Development models of informational process of the knowledge potential propagation / A. Bomba, M. Nazaruk, V. Pasichnyk, A. Fedonyk // Computer Sciences and Information Technologies: The 9th International Scientific and Technical Conference CSIT 2014 (18-22 November 2014, Lviv, Ukraine). – Lviv, 2014. – P. 130-132. (Форма участі – очна).

20. Бомба А. Я. Дифузійноподібна модель інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, В. В. Пасічник, М. В. Назарук, // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали V Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2015. – Тернопіль: ТНЕУ, 2015. – С. 14. (Форма участі – заочна).

21. Пасічник В. В. Формування кліків в межах освітнього середовища на рівні шкіл міста / В. В. Пасічник, М. В. Назарук, Н. Е. Кунанець // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів: Матеріали Міжнародної

наукової конференції (Рівне, 19-22 лютого 2015 р.). – Рівне, 2015. – С. 127. (Форма участі – очна).

22. Бомба А. Я. Інформаційна технологія багатовимірного аналізу даних діяльності вищих навчальних закладів у великому місті / А. Я. Бомба, Н. Е. Кунанець, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Інтернет-освіта-наука-2016: зб. праць: Десята міжнародна науково-практична конференція ІОН-2016 (11-14 жовтня, 2016). – Вінниця : ВНТУ, 2016 – С.175-176. (Форма участі – очна).

23. Бомба А. Я. Архітектура програмно-алгоритмічного комплексу багатовимірного аналізу даних щодо діяльності ЗВО у великому місті / А. Я. Бомба, Н. Е. Кунанець, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем: зб. праць, XIII міжнародна науково-практична конференція ТАAPSD-2016 (5-9 грудня, 2016). – Київ : КНУ ім. Шевченка, 2016 – С. 26-30. (Форма участі – очна).

24. Назарук М. В. Інформаційна технологія «Великих даних» в процесах аналізу освітнього соціокомунікаційного середовища міста / М. В. Назарук, Н. Е. Кунанець, В. В. Пасічник // Інформаційні технології, економіка та право: стан та перспективи розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції ІТЕП-2017 (Чернівці, 27-28 квітня 2017 р.). – Чернівці, 2017 – С.136-138. (Форма участі – очна).

ДОДАТОК Г.
АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ
ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ



ПІДТВЕРДЖУЮ”

Проректор з наукової роботи
 Національного університету
 "Львівська політехніка"

проф. Чухрай Н.І.

2018 р.

АКТ

про використання результатів дисертації

«Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища
 великого міста»

аспіранта кафедри інформаційних систем та мереж

Назарук Марії Володимирівни,

представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, при виконанні науково-дослідних робіт Національного університету «Львівська політехніка».

Ми, що нижче підписалися, начальник НДЧ к.т.н., доц. Жук Л.В. та члени комісії: завідувач відділу науково-організаційного супроводу наукових досліджень к.т.н. Лазько Г.В., завідувач планово-фінансового відділу Чулой Т.М. та завідувач кафедри інформаційних систем та мереж, д.т.н., проф. Литвин В.В. цим актом підтверджуємо, що результати дисертаційної роботи аспіранта кафедри інформаційних систем та мереж Назарук М.В. використано під час виконання науково-дослідної роботи кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка»: «Науково-освітнє соціокомунікаційне середовище великого міста: моделювання, прототипування, інформаційні технології» (№ державної реєстрації 0116U006723).

В рамках науково-дослідної роботи Назарук М.В. розробила: математичні моделі процесів поширення «знанневого потенціалу» в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста; методи персоналізованого вибору професії; інформаційну технологію супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі великого міста відповідно до потреб особистості та вимог ринку праці.

Начальник НДЧ
 к.т.н., доцент

Л.В. Жук

Члени комісії:
 Зав. відділу НОСНД,
 к.т.н.

Г.В. Лазько

Заст. начальника ПФВ

Т.М. Чулой

Зав. кафедри інформаційних
 систем та мереж
 д.т.н., професор

Литвин В.В.



АКТ

**про впровадження результатів кандидатської дисертаційної роботи
Назарук Марії Володимирівни
у навчальний процес кафедри інформатики та прикладної
математики Рівненського державного гуманітарного університету.**

Даним актом засвідчується, що наукові та практичні результати дисертаційної роботи Назарук М.В. на тему «Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста» представлені на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук впроваджено в навчальний процес кафедри інформатики та прикладної математики Рівненського державного гуманітарного університету. Матеріали дисертаційного дослідження використовуються під час написання студентами курсових робіт, кваліфікаційних бакалаврських та магістерських робіт, а також під час викладання дисциплін «Сховища та простори даних» та «Моделі поширення знань».

Зокрема, у навчальному процесі використовуються запропоновані М.І. Назарук:

- алгоритм поетапного виконання запиту користувача для отримання необхідної інформації з розрідженого гіперкуба даних (навчальна дисципліна «Сховища та простори даних» для підготовки бакалаврів з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», тема 7 «Агрегація даних»);
- математичні дифузійноподібні моделі процесів поширення «знаннєвого потенціалу» в освітньому соціокомунікаційному середовищі великого міста (навчальна дисципліна «Моделі поширення знань» для підготовки магістрів з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», тема 5 «Математичні моделі поширення знань»).

Декан факультету
математики та інформатики,
к.ф-м.н., доцент

М.І. Шахрайчук

Завідувач кафедри
інформатики та прикладної математики
д.т.н., професор

А.Я. Бомба

Лектор навчальної дисципліни
«Сховища та простори даних»,
старший викладач

В.М. Вороницька

Лектор навчальної дисципліни
«Моделі поширення знань»
д.т.н., професор

А.Я. Бомба

"ЗАТВЕРДЖУЮ"



Проректор з наукової роботи
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

проф. Рогатинський Р.М.

"*22*" *березня* 2018 р.

А К Т

**про впровадження та використання результатів дисертаційного
дослідження
НАЗРУК МАРІЇ ВОЛОДИМИРІВНИ
за темою «Інформаційні технології моделювання освітнього
соціокомунікаційного середовища великого міста»**

Даним актом засвідчується, що теоретичні та практичні результати, отримані Назарук М.В. в дисертаційній роботі «Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, використовуються у діяльності науково-дослідної лабораторії «Розумне місто Тернопіль».

Зокрема, під час проведення прикладних наукових досліджень у галузі інформаційних технологій з метою їх подальшого використання для пріоритетних напрямів розвитку міст використовуються розроблені Назарук М.В. моделі та методи інформаційно-технологічного супроводу персоналізованого вибору професії, а також програмно-алгоритмічний комплекс супроводу підготовки фахівців в освітньому соціокомунікаційному середовищі великого міста, який, на відміну від подібних, дає змогу враховувати інтереси, здібності та потреби в частині комплексної оцінки особи для формування її особистісно-орієнтованої освітньої траєкторії та підбору найвдаліших варіантів подальшого освітньо-професійного вдосконалення.

Даний акт не є основою для проведення фінансових взаєморозрахунків.

Керівник НДЛ
«Розумне місто Тернопіль»

к.т.н., доцент
О.В.Мацюк

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
"КРЕДЕНС ФЕНІЧЕ"

А К Т
про впровадження результатів дисертаційної роботи
«Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного
середовища великого міста»
Назарук Марії Володимирівни

Цей акт підтверджує, що наукові та практичні результати дисертаційної роботи Назарук М.В. за темою «Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, використані товариством з обмеженою відповідальністю «КРЕДЕНС ФЕНІЧЕ», яка займається оптовою торгівлею меблями, килимами й освітлювальним приладдям, під час підбору персоналу.

Зокрема, використовувалася інформаційна технологія професійного спрямування особи, яка включає розроблені Назарук М.В.: модель для аналізу даних щодо визначення професійних нахилів та здібностей особи на основі результатів системи профорієнтаційних тестів; метод визначення професійного типу особистості в частині комплексної оцінки особи, який, враховує дані Класифікатора професій, на підставі чого було встановлено відповідність професійних особливостей та нахилів кандидата обраній посаді, що дало змогу більш якісно здійснити підбір кадрів.

Директор
ТОВ "КРЕДЕНС ФЕНІЧЕ"

«*Д*» *січня* 2018 р.



В.С. Беленький

У К Р А Ї Н А
ПРИВАТНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
БУКОВИНСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

58000 м.Чернівці, вул.Ч.Дарвіна, 2-А тел.55-32-07, факс51-08-98 E-mail: bukuniver@bukuniver.edu.ua

"12" лютого 2018р. № 01-20

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

президент

ПВНЗ "Буковинський університет"

проф. Маниліч М.І.

"12" лютого 2018 р.

А К Т

про використання результатів дисертації
«Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного
середовища великого міста»
Назарук Марії Володимирівни

Цей акт засвідчує, що результати дисертаційної роботи аспіранта кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка» Назарук Марії Володимирівни на тему «Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста» використовуються у навчальній та науково-методичній роботі кафедри комп'ютерних систем та технологій Приватного вищого навчального закладу "Буковинський університет". Зокрема, у навчальному процесі використовуються розроблені Назарук М.В. математичні моделі процесів поширення «знанневого потенціалу» в освітньому соціокомунікаційному середовищі великого міста під час викладання дисципліни «Інтелектуальний аналіз даних та знань. DataMining». Моделі та методи інформаційної технології комплексного аналізу діяльності навчального закладу, запропоновані Назарук М.В., використовуються для удосконалення системи автоматизації управління діяльністю ПВНЗ "Буковинський університет" та його підрозділів.

Завідувач кафедри
 комп'ютерних систем та технологій
 ПВНЗ "Буковинський університет",
 професор, д.т.н.

Я.І. Виклюк

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Перший проректор, проректор з

адміністрування та розвитку

Східноєвропейського національного

університету імені Лесі Українки

Григор'єв А.В.

лютого 2018 р.



АКТ

про впровадження та використання результатів дисертаційної роботи
«Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного
середовища великого міста»

Назарук Марії Володимирівни

Цей акт підтверджує, що основні теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи Назарук Марії Володимирівни за темою «Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, використовуються у навчальній та науково-методичній роботі кафедри вищої математики та інформатики Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.

Зокрема, у навчальному процесі, використовуються розроблені Назарук М.В. методи визначення професійних нахилів особистості та математичні моделі процесів поширення «знаннєвого потенціалу» під час викладання дисципліни «Сучасні інформаційні технології в професійній діяльності», які дозволяють оцінити професійні здібності студентів для формування їхньої особистісно-орієнтованої навчальної траєкторії та подальшого освітнього та професійного зростання.

Завідувач кафедри
вищої математики та інформатики
к.ф.-м.н., доцент

А. А. Федонюк