

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЗАХАРОВ РОСТИСЛАВ ГЕННАДІЙОВИЧ

УДК 004.94:378.4

ДИСЕРТАЦІЯ
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ
КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

122 – Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

Інформаційні технології
(галузь знань)

Подається на здобуття наукового ступеня доктор філософії

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

Науковий керівник Криворучко Олена Володимирівна, доктор технічних наук, професор

Київ-2024

АНОТАЦІЯ

Захаров Р. Г. Інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти. – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». Державний торговельно-економічний університет, Київ, 2024.

Дисертація є комплексним дослідженням моделювання інформаційних технологій для формування компетентностей здобувачів освіти з урахуванням нормативно-правової бази, математичного моделювання, засобів інформаційних технологій, штучної нейронної мережі та Case-технологій.

Актуальність теми дослідження обумовлена необхідністю формування компетентностей здобувачів освіти в контексті сучасних вимог ринку праці та державних стандартів з використанням сучасних методів та інформаційних технологій, які задіяні для удосконалення рівня підготовки здобувачів вищої освіти та використовують модель синергії, яка втілює активну співпрацю між здобувачами вищої освіти, державою, роботодавцями та базується на принципах гармонізації та партнерства засобами інформаційних технологій, штучної нейронної мережі та Case-технологій

Інформаційною базою дослідження стали нормативно-правові документи, професійні стандарти, наукові праці вітчизняних та закордонних вчених, навчально-методичні матеріали, емпіричні результати власних досліджень моделей та типів інформаційних технологій формування компетентностей та факторів їх формування.

Методологічна основа дисертаційного дослідження побудована на основі фундаментальних, загальнонаукових, термінологічних, функціональних, системних когнітивних принципів та з використанням процесів моделювання

Методи дослідження. В дисертаційному дослідженні використані методи теоретичного (формалізація, аналіз, синтез, аналогія) та емпіричного досліджень (порівняння, опис, моделювання), а також специфічні методи (математичні).

Теоретичною основою дисертаційного дослідження є модель інформаційних технологій формування компетентностей здобувачів освіти з інтелектуальним модулем системи.

Об'єктом дослідження є процеси моделювання та проектування інформаційної технології компетентностей здобувачів освіти з урахуванням синергії впливів.

Предметом дослідження є закономірності функціонування та розвитку моделей інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти та взаємодія їх елементів.

Мета і завдання дослідження.

Метою дисертаційного дослідження є вдосконалення теоретико-методологічних підходів до моделювання та проектування інформаційних технологій формування компетентностей здобувачів освіти з урахуванням синергії впливів різних соціально-економічних і освітніх факторів.

Завдання дисертації:

1. Побудувати синергетичну модель взаємодії компонентів освітньої макросистеми (освіта, наука, ринок праці, держава), що визначають формування компетентностей та кваліфікації фахівця.

2. Провести аналіз впливу складових макроекономічної системи на формування компетентностей та кваліфікації фахівця.

3. Обґрунтувати вплив зовнішніх факторів на створення гнучкої та адаптивної інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти, яка здатна задовольняти потреби індивідуального розвитку здобувачів та вимоги ринку праці.

4. Формалізувати підходи до представлення моделей технології формування компетентностей здобувачів освіти.

5. Визначити передумови та ключові аспекти автоматизації процесу вдосконалення освітньо-професійних та освітньо-наукових програм.

6. Побудувати баготорівневу модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти.

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі отримані такі наукові результати:

Вперше:

– розроблено модель нечіткої нейронної мережі для визначення рівня компетентностей здобувачів освіти, яка дозволяє підвищити об'єктивність оцінювання результатів навчання та ефективно прогнозувати рівень компетентностей випускників.

Удосконалено:

– модель взаємодії компонентів освітньої макросистеми, яка, на відміну від існуючих підходів, враховує синергетичний ефект впливу освіти, науки, ринку праці та держави на формування компетентностей здобувачів освіти, що дозволяє комплексно підходити до розвитку професійної кваліфікації фахівця з урахуванням мінливих вимог ринку праці;

– модель узгодження професійних та освітніх стандартів, яка, на відміну від існуючих підходів до гармонізації стандартів, враховує вплив держави та ринку праці на структуру та зміст освітніх програм, що сприяє конкурентоспроможності випускників та їхній професійній адаптації;

– процес оптимізації освітньо-професійних та освітньо-наукових програм, який, на відміну від існуючих методів вдосконалення освітніх програм, ґрунтується на ефективній фільтрації та структуризації даних, що сприяє систематизації інформації, підвищенню якості та релевантності освітніх програм і їх адаптації до змінних потреб роботодавців;.

Набули подальшого розвитку:

- структура інформаційної технології формування компетентностей, яка включає етапи інтелектуалізації формування компетентностей та практичний аналіз якості підготовки фахівців, що забезпечує інтегрований підхід до розробки освітніх програм з урахуванням вимог освітніх стандартів, ринку праці та індивідуальних потреб здобувачів освіти.

- моделі кібернетичної класифікації рівнів знань, в яких реалізовано різні алгоритми визначення категорії здобувача освіти за результатами контрольного заходу, що дає змогу здійснювати індивідуальний підхід до навчання та вибору завдань для здобувачів освіти;

- модель карт Кохонена, класичний варіант якої доповнено системою інтелектуальних складників, що дозволяє вдосконалити процес формування освітньої траєкторії та відповідність освітніх програм актуальним вимогам..

Практичне значення наукових результатів полягає в:

- упровадженні інформаційної технології для формування компетентностей здобувачів освіти, що спрямовані на ефективне використання цієї технології для розроблення та покращення освітньо-професійних та освітньо-наукових програм з урахуванням специфіки освітніх потреб та вимог ринку праці;

- використанні прогностичних даних для встановлення вагових коефіцієнтів дисциплін і визначення їх пріоритетності, що дозволить оптимізувати навчальні програми та забезпечити їх відповідність сучасним тенденціям ринку праці;

- розробці трьох варіантів алгоритму самонавчання, які реалізуються з використанням відповідних інформаційних технологій на алгоритмічній мові Python.

Пропозиції щодо удосконалення інформаційної інфраструктури закладів вищої освіти з використанням інтелектуальної складової апробовані та впровадженні у:

1. Національному транспортному університеті (довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження від 26.06.2024 №1101/01):

запропонована модель взаємодії складників соціально-економічної системи у процесі формування компетентного кваліфікованого фахівця та архітектура нечіткої нейронної мережі для розв'язання завдань, пов'язаних із рівнем компетентностей випускників освітньо-професійної програми та їх відповідності програмним результатам стандартів, дозволили ефективно вирішувати завдання та вдосконалювати формування компетентностей здобувачів освіти відповідно до вимог роботодавців. Взаємозв'язки між об'єктами моделі дали можливість системно і цілісно проводити процеси управління ресурсами в освіті та науці університету, а також враховувати потреби ринку праці. Запропонована нечітка нейронна мережа для прогнозування розвитку компетентностей випускників освітніх програм сприяла узгодженню цих компетентностей із вимогами стандартів спеціальностей, а також дозволила оцінювати наслідки первинних рішень та вдосконалювати їх.

2. Державному торговельно-економічному університеті (довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження від 01.07.2024 № 1345/34):

модель інформаційної технології для формування компетентностей здобувачів вищої освіти забезпечує системний підхід до створення освітніх програм, що відповідають сучасним вимогам ринку праці. Використання цієї технології в закладах вищої освіти дозволяє підвищити якість підготовки фахівців і конкурентоспроможність випускників;

модель синергії передбачає активну співпрацю між здобувачами вищої освіти, державними органами та роботодавцями. Вона ґрунтується на принципах взаємодії та партнерства, що забезпечує ефективну підготовку кваліфікованих фахівців і розвиток індивідуальних освітніх траєкторій. Пропонується активніше залучати роботодавців до формування

та реалізації освітніх програм, а також розробляти спільні проєкти і програми стажувань для здобувачів вищої освіти.

3. Ужгородському національному університеті (довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження 27.06.2024 № 133/24):

запропонована модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти створена з використанням засобів CASE-технології ERwin. Вона демонструє кілька рівнів декомпозиції інформаційної технології, показуючи, як відбувається генерація рекомендацій, тобто синтез отриманих даних у конкретні рекомендації для формування освітньо-професійних або освітньо-наукових програм. Крім того, модель передбачає використання експертних систем та систем підтримки прийняття рішень (СППР) для інтеграції думок фахівців і врахування нормативних вимог.

4. Київському національному університеті будівництва та архітектури (довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження від 09.07.2024 № 14-1.9 / 589):

змодельована інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти з використанням штучної нейронної мережі, CASE-засобів та експертного оцінювання компетентностей дала можливість вдосконалити процес визначення синергії майбутнього фахівця та його індивідуальної освітньої траєкторії;

удосконалено підходи до класифікації типів технологій формування компетентностей здобувачів освіти, складників цих технологій, а також методу класифікації здобувачів освіти в інформаційно-освітній системі закладу вищої освіти.

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до планів науково-дослідних робіт Державного торговельно-економічного університету в рамках науково-дослідних тем:

- «Проектування інформаційних технологій освітнього середовища» (номер державної реєстрації №0121U100278);

- «Моделювання інформаційно-аналітичної системи контролю якості процесу виробництва продукції» (номер державної реєстрації № 0121109155).

Результати дисертаційного дослідження використано в освітньому процесі Державного торговельно-економічного університету під час викладання дисциплін «Експертні системи», «Проектування складних систем», «Архітектура програмного забезпечення» та в розробці методичного забезпечення освітнього процесу.

Ключові слова: інформаційна технологія, модель, інтелектуальний модуль, нейронна мережа, алгоритм, прогностичні дані, архітектура, СППР, база даних, прогнозна оцінка, Case-технології, декомпозиція, компетентність, компетентностний підхід, заклад вищої освіти.

SUMMARY

Zakharov R.G. Information Technology for Developing Educational Competencies. – A qualification research work presented as a manuscript. This dissertation is submitted for the degree of Doctor of Philosophy in the field of "Information Technology" under specialty 122 "Computer Science." State University of Trade and Economics, Kyiv, 2024.

The dissertation is a comprehensive study of modeling information technologies to develop educational competencies, taking into account regulatory frameworks, mathematical modeling, information technology tools, artificial neural networks, and CASE technologies.

The relevance of the research topic is driven by the need to develop educational competencies in alignment with contemporary labor market requirements and national standards. This is achieved by employing modern methods and information technologies aimed at improving the training quality of higher education applicants. The approach utilizes a synergy model that emphasizes active collaboration among students, the state, and employers, while adhering to principles of harmonization and partnership facilitated by information technology, artificial neural networks, and CASE technologies.

The informational basis for the study comprises regulatory documents, professional standards, academic publications by domestic and foreign scholars, educational and methodological materials, as well as empirical results from personal research into models and types of information technologies for competency development and the factors influencing their formation.

Methodology. The dissertation employs fundamental, general scientific, terminological, functional, and systemic cognitive principles, along with modeling processes.

Research Method. The study employs theoretical methods (formalization, analysis, synthesis, analogy), empirical methods (comparison, description, modeling), and specific methods (mathematical).

Theoretical Basis. The theoretical foundation is a model of information technologies for competency development, integrated with an intelligent module system.

Object and Subject of Research

Object: Processes of modeling and designing information technologies for competency development, considering synergetic influences.

Subject: The patterns of functioning and development of models of information technologies for competency formation and the interaction of their elements.

Purpose and Objectives of the Study. The purpose is to enhance theoretical and methodological approaches to modeling and designing information technologies for competency development, taking into account the synergetic effects of socio-economic and educational factors.

Objectives include:

1. Developing a synergetic model of the interaction between components of the educational macro-system (education, science, labor market, state) that determines competency and qualification development.

2. Analyzing the impact of macroeconomic system components on competency and qualification development.

3. Justifying the influence of external factors in creating a flexible and adaptive information technology system for competency formation that meets individual development needs and labor market demands.

4. Formalizing approaches to modeling technologies for competency development.

5. Identifying prerequisites and key aspects of automating the enhancement of educational and professional programs.

6. Developing a multi-level model of information technology for competency development.

Scientific Novelty

The dissertation introduces:

- *For the first time:* A fuzzy neural network model for assessing education seekers' competency levels, which improves the objectivity of learning outcome evaluation and effectively forecasts graduates' competency levels.

- *Improved:*

- A model for the interaction of educational macro-system components, considering the synergetic effects of education, science, labor market, and state influences.

- A model aligning professional and educational standards by incorporating labor market and state impacts, enhancing graduate competitiveness and professional adaptability.

- Optimization processes for educational programs through advanced data filtration and structuring methods, ensuring systematic information and improved program quality and relevance.

- *Further developed:*

- The structure of information technology for competency development, integrating stages of intellectualization and practical analysis of specialist training quality.

- Cybernetic classification models of knowledge levels, implementing algorithms for individual education approaches.

- Kohonen map models enhanced with intelligent components, improving educational trajectory formation and program alignment with market needs.

Practical Significance

The practical value lies in:

- Implementing information technologies for competency formation, improving the design of educational programs aligned with labor market requirements.

- Utilizing predictive data to determine discipline weight coefficients and prioritize them, optimizing curricula to meet labor market trends.

- Developing self-learning algorithms using Python, facilitating the practical deployment of information technologies in education.

Testing and Implementation. The proposed information technology models have been tested and implemented in:

1. National Transport University (Certificate No. 1101/01, dated 26.06.2024): Improved models for managing resource processes in education and science, considering labor market needs.

2. State University of Trade and Economics (Certificate No. 1345/34, dated 01.07.2024): Enhanced educational programs based on synergy models and partnerships between education providers, state, and employers.

3. Uzhhorod National University (Certificate No. 133/24, dated 27.06.2024): Integration of CASE technology tools (ERwin) to improve program recommendations and competency development processes.

These implementations demonstrate the effectiveness of the proposed models in enhancing competency formation processes and aligning educational programs with labor market requirements.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Yuliia Kostiuk, Olena Kryvoruchko, Alona Desyatko, Yuliia Samoilenko, Kateryna Stepashkina, Rostislav Zakharov. (2023) Information and intelligent forecasting systems based on the methods of neural network theory. *Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, 28-30 April, Nur-Sultan, Kazakhstan. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/SIST58284.2023.10223499> (Scopus) (*Особистий внесок: проектування архітектури нейронної мережі*).
2. Kryvoruchko, O., Kostiuk, Y., Desiatko, A., Stepashkina, K., Tyshchenko, D., Franchuk, T., Hnatchenko, D., Zakharov, R., Brzhanov, R. (2023) Analysis of technical indicators of efficiency and quality of intelligent systems. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 101(24). (*Особистий внесок: визначені критерії оцінювання інтелектуальних систем*)
3. Baranenko, R., Sokol, H., Pustovoitov, P., & Zakharov, R. (2023). Інформаційно-аналітичне забезпечення системи управління якістю освіти. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*, 2(72), 39-41. <https://doi.org/https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.2.039> (*Особистий внесок: визначено ролі сучасних інформаційних технологій у процесі вдосконалення та модернізації системи освіти, досліджено компоненти інформаційної системи управління якістю*).
4. Захаров, Р. (2023). Система формування компетентостей здобувачів освіти з урахуванням вимог стейкхолдерів. *Управління розвитком складних систем*, (53), 71–79. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.53.71-79>
5. Костюк, Ю., Криворучко, О., Десятко, А., Захаров, Р. (2024). Розробка системи підтримки прийняття рішень у закладах вищої освіти із застосуванням проектно-орієнтованого та компетентнісного підходів. *Наука і техніка сьогодні*, 4(32), 1048-1068. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-4\(32\)-1048-1068](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-4(32)-1048-1068) (*Особистий внесок: узагальнення та*

систематизація даних щодо проблем управління та прийняття рішень, а також формулювання принципів створення системи підтримки прийняття рішень у сфері вищої освіти.)

6. Криворучко, О., Костюк, Ю., Десятко, А., Захаров, Р. (2024). Використання самоорганізованих нейронних мереж для адаптації навчальних матеріалів до індивідуальних потреб здобувачів вищої освіти.

Наука і техніка сьогодні, (31), 903-923. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-3\(31\)-903-923](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-3(31)-903-923) (Особистий внесок: обґрунтована процедура прогнозування та формування індивідуальної траєкторії навчання здобувачів вищої освіти, що базується на диференціації навчального матеріалу за різними параметрами, динамічної моделі характеристик здобувача вищої освіти та можливостей нейронних мереж).

7. Криворучко, О., Захаров, Р. (2024). Моделювання інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти. *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 4(24)

<https://doi.org/10.28925/2663-4023.2024.24.196204> (Особистий внесок: пропонована модель, що містить використання нейромереж та інших інноваційних технологій, які можуть сприяти індивідуалізації навчального процесу та забезпечити високий рівень залучення здобувачів вищої освіти).

8. Захаров, Р. Г., Криворучко, О. В., Сергієнко, В. О. (2024). Клієнт-серверний програмний продукт визначення компетентностей фахівців ІТ-сфери. *Управління розвитком складних систем*, (58), 74-80 (Особистий внесок: запропоновано технічне рішення у вигляді розробки відповідного програмного продукту; розглянуто функціональні можливості продукту, його архітектуру та потенційні варіанти використання у практичних ситуаціях) <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.67-73>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Десятко, А. М., Шестак, Я. І., Захаров, Р.Г. Моделювання конкурентоспроможності здобувачів освіти ІТ-галузі закладів вищої освіти Інформаційна безпека процесів обміну інформацією в період воєнних дій, матеріали III - ї міжнародної науково-практичної конференції: «Розподілені програмні системи і технології». Тема: Інформаційні технології розвитку змісту освіти., м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури 28 листопада 2022 р., КНУБА, С 31-34. (*Особистий внесок*: моделювання конкурентоспроможності здобувачів освіти ЗВО для цілеспрямованого розвитку системи необхідних професійних та особистих компетенцій у рамках компетентнісно-орієнтованого підходу до навчання в освітньому процесі)
10. Криворучко, О. В., Захаров, Р. Г., Юрченко, Д. О. (2023). Моделювання оцінки якості програмного забезпечення. *Збірник тез VI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Нові інформаційні технології управління бізнесом»*, Київ: Спілка автоматизаторів бізнесу, 82-84. (*Особистий внесок*: визначені потреби та важливість моделювання оцінки якості програмного забезпечення).
11. Криворучко, О. В., Шестак, Я. І., Захаров, Р. Г. (2023). Моделювання системи інформаційної інфраструктури діяльності закладу вищої освіти. *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2023) : матеріали тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції*, м. Чернігів, 25–26 травня, (2), 289-291 (*Особистий внесок*: запропоновано визначити, що в основі онтології лежать класи, об'єкти, їх властивості та обмеження)
12. Korchenko, A., Kryvoruchko, O., Kostiuk, M., Kazmirchuk, S., Synichuk, O., & Zakharov R. (2020, November). Methods of security authentication and authorization into informationals systems. *In 2nd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, 270-274. IEEE. (*Особистий внесок*: розглянуто механізми аутентифікації та авторизації, їх переваги та недоліки, які впливають на кібербезпеку інформаційних технологій).

13. Тищенко, Д. О., Франчук Т. М., Захаров Р. Г. (2024). Вплив інформаційних технологій на розвиток ключових компетентностей менеджерів у сучасному бізнес-середовищі. *Збірник тез VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Нові інформаційні технології управління бізнесом»*, Київ: Спілка автоматизаторів бізнесу, 244-246. (Особистий внесок: визначено, що впровадження інформаційних технологій може сприяти поліпшенню доступу до інформації, автоматизації процесів, вдосконаленню комунікації та сприяти навчанню та інноваціям).

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

14. Kapiton, A., Diachenko, O., Zakharov, R., Yanchuk, T. (2022). Systematic approach application to the development for the site of university scientific activity. *Системи управління, навігації та зв'язку*, 4(66), 52-55 <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.4.052> (Особистий внесок: запропоновано інструменти системного підходу в розробці програмних підходів).
15. Tyshchenko, D., Franchuk, T., Zakharov, R., & Karpunin, I. (2023). Innovation parks creation in the terms of the information space functioning. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*, 4(74), 106-109. (Особистий внесок: вимоги до проєктування та функціонування інформаційних систем).
16. Вікторов, В., Захаров, Р. (2020). Кібергігієна – безпечний особистий простір. *Кібергігієна. Кібербезпека. Безпека держави: Матеріали наукових семінарів*, Київ, 27 листопада, Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 37 (Особистий внесок: агрегація основних правила кібергігієни для потреб підприємства).
17. Криворучко, О. В., Десятко, А. М., Захаров, Р. Г. (2021). Сучасна концепція побудови логістичної системи підприємства торгівлі. *Збірник тез IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Нові інформаційні технології управління бізнесом»*. Київ: Спілка автоматизаторів бізнесу,

236-239. (*Особистий внесок: моделювання бізнес-процесів оперативного управління інформаційними потоками*).

18. Криворучко, О. В., Шестак, Я. І., Захаров, Р. Г. (2021). Моніторинг метрик якості програмного коду. *Глобалізаційні виклики розвитку національних економік: тези доповідей II Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 19 жовтня, Київ. нац. торг.-екон. ун-т. (Особистий внесок: проаналізовано методики щодо оцінювання якості програмного забезпечення)*.

ЗМІСТ

| | |
|---|------------|
| <u>ВСТУП.....</u> | <u>19</u> |
| <u>СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ.....</u> | <u>28</u> |
| <u>ОСВІТНІ МОДЕЛІ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ</u> | <u>30</u> |
| 1.1 Модель освітньої макросистеми: освіта, наука, ринок праці, державна | 30 |
| 1.2. Компетентнісний підхід у формуванні фахівця | 48 |
| 1.3. Технології формування компетентностей здобувачів освіти..... | 62 |
| <u>ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1</u> | <u>76</u> |
| <u>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 1</u> | <u>79</u> |
| <u>РОЗДІЛ 2.....</u> | <u>85</u> |
| <u>ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У</u> <u>ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ</u> <u>ОСВІТИ</u> | <u>85</u> |
| 2.1 Архітектура нейронної мережі для підтримки прийняття рішень у процесі формування компетентностей здобувача вищої освіти..... | 87 |
| 2.2 Адаптація навчальних матеріалів до індивідуальних потреб здобувачів освіти за допомогою самоорганізованих нейронних мереж | 105 |
| <u>ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.</u> | <u>128</u> |
| <u>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2</u> | <u>130</u> |
| <u>РОЗДІЛ 3.....</u> | <u>132</u> |
| <u>МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ</u> <u>КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ.....</u> | <u>132</u> |
| 3.1 Інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти з урахуванням когнітивних процесів для розробки ОПП/ОНП | 133 |
| 3.2 Інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти для практичного аналізу якості підготовлених за ОПП/ОНП кваліфікованих спеціалістів..... | 154 |
| <u>ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3</u> | <u>174</u> |
| <u>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3</u> | <u>178</u> |
| <u>ВИСНОВКИ</u> | <u>180</u> |
| <u>ДОДАТКИ</u> | <u>183</u> |

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальність теми дослідження обумовлена необхідністю формування компетентностей здобувачів освіти у відповідь на сучасні вимоги ринку праці та державних стандартів. Розвиток економіки, науки та техніки вимагає від випускників вищих навчальних закладів не лише фундаментальних знань, але й практичних навичок, здатності до адаптації в умовах швидкоплинних змін, критичного мислення та вирішення комплексних завдань. Сучасний ринок праці висуває вимогу наявності в молодих фахівців високого рівня компетентності, що зумовлює потребу в удосконаленні освітніх програм та методик навчання.

Значну роль у цьому процесі відіграє модель синергії, яка передбачає активну співпрацю між здобувачами вищої освіти, державою та роботодавцями. Така модель базується на принципах гармонізації та партнерства, що дозволяє об'єднувати зусилля всіх зацікавлених сторін для досягнення спільної мети – підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних ефективно працювати в умовах сучасної економіки. Важливим елементом цієї співпраці є використання інформаційних технологій, штучної нейронної мережі та Case-технологій, які забезпечують можливість адаптивного та індивідуалізованого навчання.

Розроблення формалізованої моделі нечіткої нейронної мережі (ННМ) зумовлено необхідністю удосконалення процесу аналізу та прогнозування рівня компетентностей випускників і їхньої відповідності стандарту спеціальності. Сучасні освітні системи стикаються з викликом забезпечення високого рівня підготовки фахівців, які здатні відповідати швидкоплинним вимогам ринку праці та суспільства. Модель – важливий інструмент для досягнення цієї мети, оскільки дозволяє враховувати комплекс інформаційних зв'язків ситуації, що є доступними для розробників освітньо-професійної або освітньо-наукової програми.

Формалізована модель технології формування компетентностей здобувачів освіти дозволить розпізнавати та прогнозувати ситуації щодо рівня компетентностей випускників та їхньої відповідності стандарту спеціальності. Врахування інформаційних зв'язків у моделі забезпечує більш точне та адекватне відображення реальних умов, що сприяє підвищенню ефективності управління освітнім процесом.

Теоретико-методологічні основи

- шляхи впровадження SMART-технологій та їхньої адаптації до використання в умовах освітнього середовища розглядали: Г. Бонч-Бруєвича К. Джонсон, С. Кадзіт, К. Кім, Г. Косенко, Х. Пен, С. Якубова та ін.

- поняття інформаційних технологій розглядали О. Денісова, О. Буйницька, А. Вікторія, М. Скопеня та ін.

-підходи до визначення моделювання відображено в працях науковці: А. Денніс, Д. Тегарден, Б. Віксом, К. Дж. Дейт, П. П.-С. Чен, Г. Буч, П. Крухтен, А. Кокберн, Г. Буч, Віль М.П. ван дер Алст, К. ван Хі, А. М. Лоу, В. Д. Кельтон ін.

Метою дисертаційної роботи є розробка та моделювання інформаційної технології, яка інтегрує нейромережеві алгоритми для оптимізації процесів створення унікальних ОПП/ОНП, що формують необхідні компетентності у здобувачів освіти, враховуючи актуальні потреби ринку праці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. Побудувати синергетичну модель взаємодії компонентів освітньої макросистеми (освіта, наука, ринок праці, держава), що визначають формування компетентностей та кваліфікації фахівця.

1. Провести аналіз впливу складових макроекономічної системи на формування компетентностей та кваліфікації фахівця.

2. Обґрунтувати вплив зовнішніх факторів на створення гнучкої та адаптивної інформаційної технології формування компетентностей

здобувачів освіти, яка здатна задовольняти потреби індивідуального розвитку здобувачів та вимоги ринку праці.

3. Формалізувати підходи до представлення моделей технології формування компетентностей здобувачів освіти.

4. Визначити передумови та ключові аспекти автоматизації процесу вдосконалення освітньо-професійних та освітньо-наукових програм.

5. Побудувати баготорівневу модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти.

Об'єктом дослідження є процеси моделювання та проектування інформаційної технології компетентностей здобувачів освіти з урахуванням синергії впливів.

Предметом дослідження є закономірності функціонування та розвитку моделей інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти та взаємодія їх елементів.

Інформаційна база дослідження - нормативно-правові документи, професійні стандарти, наукові праці вітчизняних та закордонних вчених, навчально-методичні матеріали, емпіричні результати власних досліджень моделей та типів інформаційних технологій формування компетентностей та факторів їх формування.

Методологічна основа дисертаційного дослідження побудована на основі фундаментальних, загальнонаукових, термінологічних, функціональних, системних принципів з використанням процесів моделювання.

Методи дослідження. В дисертаційному дослідженні використані методи теоретичного (формалізація, аналіз, синтез, аналогія) та емпіричного досліджень (порівняння, опис, моделювання), а також специфічні методи (математичні).

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі отримані такі наукові результати:

Вперше:

- розроблено модель нечіткої нейронної мережі для визначення рівня компетентностей здобувачів освіти, яка дозволяє підвищити об'єктивність оцінювання результатів навчання та ефективно прогнозувати рівень компетентностей випускників.

удосконалено:

- модель взаємодії компонентів освітньої макросистеми, яка, на відміну від існуючих підходів, враховує синергетичний ефект впливу освіти, науки, ринку праці та держави на формування компетентностей здобувачів освіти, що дозволяє комплексно підходити до розвитку професійної кваліфікації фахівця з урахуванням мінливих вимог ринку праці;

- модель узгодження професійних та освітніх стандартів, яка, на відміну від існуючих підходів до гармонізації стандартів, враховує вплив держави та ринку праці на структуру та зміст освітніх програм, що сприяє конкурентоспроможності випускників та їхній професійній адаптації;

- процес оптимізації освітньо-професійних та освітньо-наукових програм, який, на відміну від існуючих методів вдосконалення освітніх програм, ґрунтується на ефективній фільтрації та структуризації даних, що сприяє систематизації інформації, підвищенню якості та релевантності освітніх програм і їх адаптації до змінних потреб роботодавців;

набуло подальшого розвитку

- структура інформаційної технології формування компетентностей, яка включає етапи інтелектуалізації формування компетентностей та практичний аналіз якості підготовки фахівців, що забезпечує інтегрований підхід до розробки освітніх програм з урахуванням вимог освітніх стандартів, ринку праці та індивідуальних потреб здобувачів освіти.

- моделі кібернетичної класифікації рівнів знань, в яких реалізовано різні алгоритми визначення категорії здобувача освіти за результатами

контрольного заходу, що дає змогу здійснювати індивідуальний підхід до навчання та вибору завдань для здобувачів освіти;

- модель карт Кохонена, класичний варіант якої доповнено системою інтелектуальних складників, що дозволяє вдосконалити процес формування освітньої траєкторії та відповідність освітніх програм актуальним вимогам.

Особистий внесок здобувача. Наукові результати дослідження, які виносяться на захист, одержані автором самостійно.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до планів науково-дослідних робіт Державного торговельно-економічного університету в рамках науково-дослідних тем:

- «Проектування інформаційних технологій освітнього середовища» (номер державної реєстрації №0121U100278);

- «Моделювання інформаційно-аналітичної системи контролю якості процесу виробництва продукції» (номер державної реєстрації № 0121109155).

Практичне значення отриманих наукових результатів полягає в:

- упровадженні інформаційної технології для формування компетентностей здобувачів освіти, що спрямовані на ефективне використання цієї технології для розроблення та покращення освітньо-професійних та освітньо-наукових програм з урахуванням специфіки освітніх потреб та вимог ринку праці;

- використанні прогностичних даних для встановлення вагових коефіцієнтів дисциплін і визначення їх пріоритетності, що дозволить оптимізувати навчальні програми та забезпечити їх відповідність сучасним тенденціям ринку праці;

- розробці трьох варіантів алгоритму самонавчання, які реалізуються з використанням відповідних інформаційних технологій на алгоритмічній мові Python.

Пропозиції щодо удосконалення інформаційної інфраструктури закладів вищої освіти з використанням інтелектуальної складової апробовані та впровадженні:

1. Національному транспортному університеті (довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження від 26.06.2024 №1101/01):

запропонована модель взаємодії складників соціально-економічної системи у процесі формування компетентного кваліфікованого фахівця та архітектура нечіткої нейронної мережі для розв'язання завдань, пов'язаних із рівнем компетентностей випускників освітньо-професійної програми та їх відповідності програмним результатам стандартів, дозволили ефективно вирішувати завдання та вдосконалювати формування компетентностей здобувачів освіти відповідно до вимог роботодавців. Взаємозв'язки між об'єктами моделі дали можливість системно і цілісно проводити процеси управління ресурсами в освіті та науці університету, а також враховувати потреби ринку праці. Запропонована нечітка нейронна мережа для прогнозування розвитку компетентностей випускників освітніх програм сприяла узгодженню цих компетентностей із вимогами стандартів спеціальностей, а також дозволила оцінювати наслідки первинних рішень та вдосконалювати їх.

2. Державному торговельно-економічному університеті (довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження від 01.07.2024 № 1345/34):

модель інформаційної технології для формування компетентностей здобувачів вищої освіти забезпечує системний підхід до створення освітніх програм, що відповідають сучасним вимогам ринку праці. Використання

цієї технології в закладах вищої освіти дозволяє підвищити якість підготовки фахівців і конкурентоспроможність випускників;

модель синергії передбачає активну співпрацю між здобувачами вищої освіти, державними органами та роботодавцями. Вона ґрунтується на принципах взаємодії та партнерства, що забезпечує ефективну підготовку кваліфікованих фахівців і розвиток індивідуальних освітніх траєкторій. Пропонується активніше залучати роботодавців до формування та реалізації освітніх програм, а також розробляти спільні проєкти і програми стажувань для здобувачів вищої освіти.

3. Ужгородському національному університеті (довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження 27.06.2024 № 133/24):

запропонована модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти створена з використанням засобів CASE-технології ERwin. Вона демонструє кілька рівнів декомпозиції інформаційної технології, показуючи, як відбувається генерація рекомендацій, тобто синтез отриманих даних у конкретні рекомендації для формування освітньо-професійних або освітньо-наукових програм. Крім того, модель передбачає використання експертних систем та систем підтримки прийняття рішень (СППР) для інтеграції думок фахівців і врахування нормативних вимог.

4. Київському національному університеті будівництва та архітектури (довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження від 09.07.2024 № 14-1.9 / 589):

змодельована інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти з використанням штучної нейронної мережі, CASE-засобів та експертного оцінювання компетентностей дала можливість вдосконалити процес визначення синергії майбутнього фахівця та його індивідуальної освітньої траєкторії;

удосконалено підходи до класифікації типів технологій формування компетентностей здобувачів освіти, складників цих технологій, а також методу класифікації здобувачів освіти в інформаційно-освітній системі закладу вищої освіти.

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до планів науково-дослідних робіт Державного торговельно-економічного університету в рамках науково-дослідних тем:

- «Проектування інформаційних технологій освітнього середовища» (номер державної реєстрації №0121U100278);

- «Моделювання інформаційно-аналітичної системи контролю якості процесу виробництва продукції» (номер державної реєстрації № 0121109155).

Результати дисертаційного дослідження використано в освітньому процесі Державного торговельно-економічного університету під час викладання дисциплін «Експертні системи», «Проектування складних систем», «Архітектура програмного забезпечення» та в розробці методичного забезпечення освітнього процесу.

Публікації. Наукові результати та висновки дисертаційного дослідження підтверджуються публікаціями у наукових виданнях та їх апробацією на науково-практичних конференціях. Опубліковано 18 праць, з них: 6 статей у фахових виданнях України категорії «Б», 2 статті проіндексовані в міжнародній наукометричній базі Scopus та 5 тез доповідей на всеукраїнських і міжнародних наукових конференціях, 5 праць таких, що відображають наукові результати дисертації.

Апробація результатів дослідження. Матеріали дисертаційного дослідження обговорювалися на всеукраїнських і міжнародних наукових конференціях: III Міжнародна науково-практична конференція «Розподілені програмні системи і технології», м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури, 28 листопада 2022 р.; VI Всеукраїнська науково-практична конференція «Нові інформаційні

технології управління бізнесом», м. Київ: Спілка автоматизаторів бізнесу, 2023; XIII Міжнародна науково-практична конференція, м. Чернігів, 25-26 травня 2023 р., Національний університет «Чернігівська політехніка»; II Міжнародна конференція IEEE з передових тенденцій в теорії інформації (АТІТ), 2020 р.; VII Всеукраїнська науково-практична конференція «Нові інформаційні технології управління бізнесом», м. Київ: Спілка автоматизаторів бізнесу, 2024.

Обсяг та структура роботи. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Дисертаційна робота має 42 рисунка, 22 таблиці, 4 додатка. Список використаних джерел містить 64 найменування. Загальний обсяг роботи складає 191 сторінок, обсяг основного тексту – 151 сторінка.

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

CNN – згорткові нейронні мережі

LSTM – короткострокова пам'ять

ReLU – Rectified Linear Unit

RNN – рекурентна нейронна мережа

SNS – соціальні мережі

ДТЕУ – Державний торговельно-економічний університет

ЕОМ – електронна обчислювальна машина

ЕТ – експертні траєкторії

ЗВО – заклади вищої освіти

ЗОТ – засоби обчислювальної техніки

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

ІОС – інформаційно-освітня система

ІОСУ – інформаційно-освітня система університету

ІС – інформаційна система

ІСВКВ – інтелектуальна система визначення компетентностей випускників

ІТ – інформаційна технологія

ІТФКЗО – інформаційна технологія формування компетентностей

здобувачів освіти

ММН – методи машинного навчання

НЛП – нейролінгвістичне програмування

ННМ – нечіткі нейронні мережі

НПД – нормативно-правові документи

ОК – освітня компонента

ОНП – освітньо-наукова програма

ОПП – освітньо-професійна програма

ОСКК – одновимірною самоорганізована карта Кохонена

ПРН – програмні результати навчання

СППР – система підтримки прийняття рішень

ШНМ – штучна нейронна мрежа

РОЗДІЛ 1

ОСВІТНІ МОДЕЛІ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ

1.1 Модель освітньої макросистеми: освіта, наука, ринок праці, держава

У сучасних умовах розвиток суспільства визначається значущим впливом інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), які проникають у всі сфери людської діяльності, сприяючи поширенню інформаційних потоків та формуючи глобальний інформаційний простір. Передовою метою цього процесу є навчання кваліфікованих фахівців. У сучасному контексті в Україні відбувається становлення нової системи освіти, орієнтованої на інтеграцію в світовий інформаційно-освітній простір. Це визначається суттєвими змінами в освітньому процесі, пов'язаними з модифікацією змісту навчання майбутніх фахівців, спрямованою на їх адаптацію до сучасних технічних можливостей та сприяння гармонійному розвитку інформатизації суспільства.

Невід'ємними складниками сучасної освітньої діяльності є формування інформаційного освітнього середовища закладу освіти та втілення інформаційних технологій в освітній і управлінський процеси. У свою чергу, це спонукає до постійного оновлення інформаційно-методичного забезпечення освітнього процесу з урахуванням професійних рамок кваліфікації та вимог стейхолдерів [1].

Освіта певною мірою має працювати на випередження. Стрімкий технологічний розвиток спонукає працівників освіти швидко реагувати та формувати освітній процес, що відповідатиме викликам не лише сьогодення, а й майбутнього. Це передбачає компетентнісний підхід до вирішення завдань, гармонізацію розвитку та прийняття рішень, поєднання науки та практики, а також вдосконалення інструментарію для інноваційного розвитку (рис.1.1).

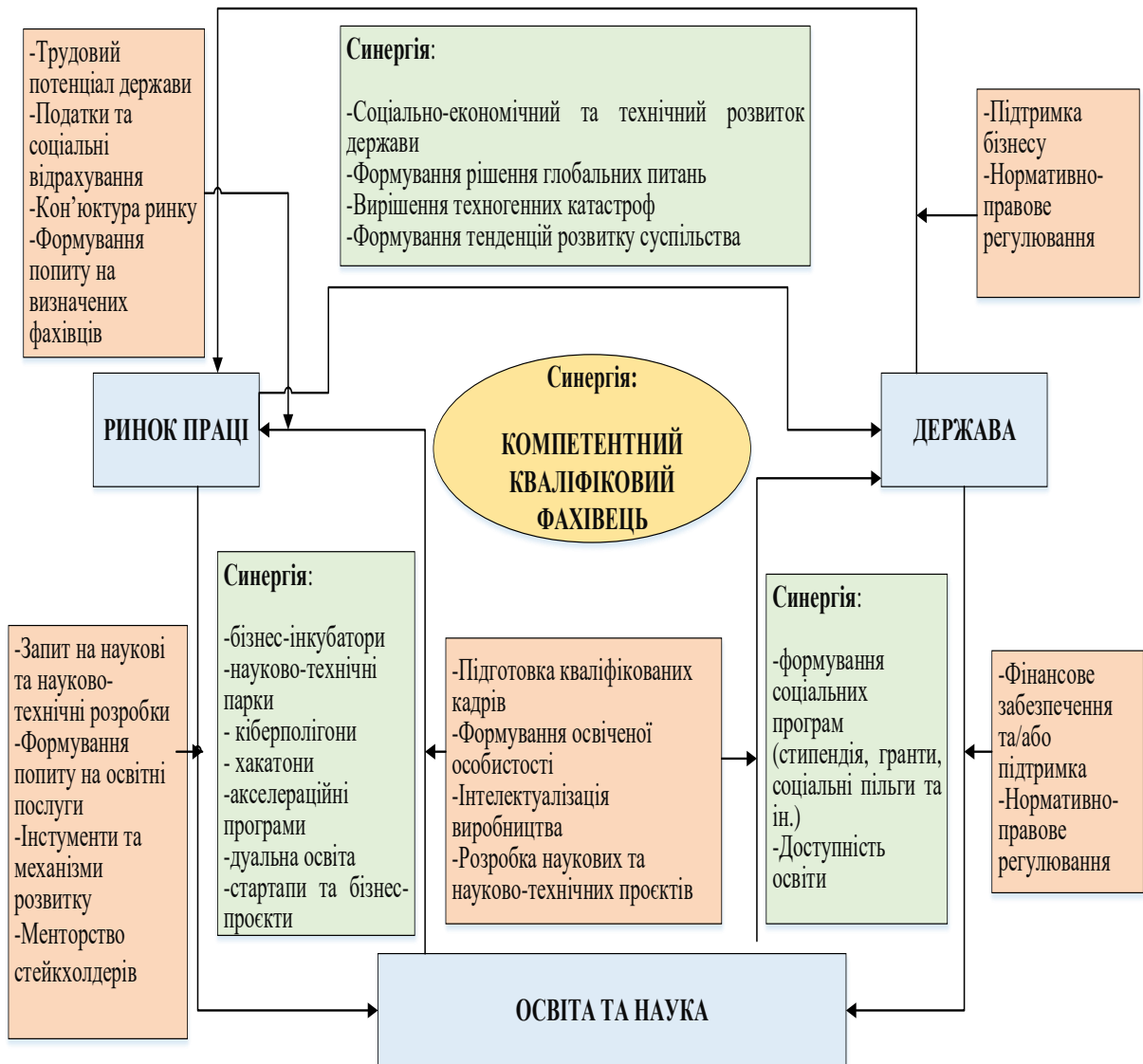


Рисунок 1.1 Модель взаємозв'язку ринку праці, держави, освіти та науки у підготовці фахівців.

Джерело: розроблено автором

На рис.1.1 представлено модель, яка ілюструє систему взаємозв'язків між ринком праці, освітою та наукою, державою, оскільки синергія саме цих складових соціально-економічної системи здатна забезпечити ефективний процес формування компетентного кваліфікованого фахівця.

Опишемо взаємовплив ринку праці та держави.

Ринок праці вимагає наявності компетентних спеціалістів, які можуть задовольняти його потреби. Водночас держава впливає на ринок

праці через нормативно-правове регулювання та підтримку бізнесу, створюючи умови для економічного розвитку та забезпечення стабільності зайнятості. Модель показує, що держава має важливу роль у формуванні політики освіти та науки, яка спрямована на розробку наукових та науково-технічних проєктів, інтелектуалізацію виробництва, а також на підготовку кадрів, здатних відповідати запитам сучасного ринку праці. Держава, впроваджуючи різні програми стипендій, грантів та соціальної підтримки, забезпечує доступність та якість освіти.

Крім того, держава через свої соціальні програми впливає на формування ринку праці, сприяючи розвитку високоосвічених фахівців та забезпечуючи фінансову підтримку наукових та освітніх ініціатив. Ці дії, у свою чергу, стимулюють зростання якості робочої сили, що є ключовим фактором конкурентоспроможності держави на міжнародній арені.

Держава виступає не тільки як регулятор, але й як ключовий замовник та донор у сфері освіти та науки. З одного боку, держава через нормативно-правове регулювання та фінансування впливає на політику освіти та науки. Вона визначає стандарти освіти, підтримує наукові дослідження, забезпечує розробку і реалізацію освітніх програм і проєктів. Інвестування в університети, наукові інститути, гранти для дослідників сприяє розвитку інфраструктури для наукових досліджень, результатом чого є розвиток технологій, створення нових навчальних програм і методик, а також розробка і впровадження інновацій у виробництво.

Опишемо взаємовплив освіти та науки і держави.

Освіта та наука впливають на державу через підготовку високоосвічених громадян, здатних забезпечити технологічний та економічний розвиток країни. Компетентні фахівці, що виходять з освітніх інституцій, сприяють інноваційному розвитку, збільшуючи конкурентоспроможність держави на міжнародному рівні. Вони також впливають на політику ринку праці, оскільки їхні знання та навички вимагають створення нових робочих місць та формування нових

економічних напрямів. Це охоплює не тільки базову освіту, але й професійну підготовку, вищу освіту, наукові дослідження та розвиток інновацій. Випускники освітніх установ роблять свій внесок у розвиток економіки через інтелектуалізацію виробництва, розробку наукових та науково-технічних проєктів, а також через довгострокове інноваційне зростання.

З іншого боку, результати наукових досліджень та інновацій, що виникають у сфері освіти та науки, можуть вплинути на державну політику, наприклад, через розвиток нових технологій, що потребують регуляції, або через виявлення соціально-економічних тенденцій, що потребують відповідних державних утручань.

Освітній сектор також сприяє формуванню особистості громадян, їхньої соціальної відповідальності та активної громадянської позиції, що є важливим для демократичного розвитку держави та підтримки цінностей відкритого суспільства.

Таким чином, держава, інвестуючи в освіту та науку, не лише формує базу для економічного зростання, але й стимулює розвиток громадянського суспільства, що в свою чергу, зміцнює внутрішні та зовнішні позиції держави. Взаємозв'язки, продемонстровані на схемі, підкреслюють важливість цілісного підходу до управління ресурсами в освіті та науці, а також необхідність врахування потреб ринку праці під час формування ефективної державної політики та регулювання соціального забезпечення.

Опишемо взаємовплив ринку праці і освіти та науки.

Ринок праці визначає потреби у певних спеціалістах та спеціалізаціях, впливаючи на освітні установи та наукові центри, щоб ті адаптували свої навчальні плани та наукові дослідження відповідно до цих потреб. Це забезпечує, що випускники освітніх програм будуть мати відповідні кваліфікації та навички, які потрібні для успішного

працевлаштування та подальшого кар'єрного зростання, тим самим підвищуючи їхню працездатність і забезпечуючи розвиток ринку праці.

Освітній сектор і наукові установи сприяють інноваціям та технологічному розвитку, необхідному для ринку праці. Вони здійснюють підготовку фахівців, які здатні створювати нові продукти і послуги, що стимулює зростання економіки та створення робочих місць. Освіта та наука також відіграють ключову роль у розвитку гуманітарної сфери, формуванні особистості, здатної критично мислити, адаптуватися до змін та вирішувати складні завдання. Ринок праці, у свою чергу, забезпечує зворотний зв'язок для освітніх і наукових установ, щоб вони могли відповідати на зміни в економіці та технологіях. Це формує систему, в якій освіта та наука адаптуються до потреб ринку.

Взаємодія держави, ринку праці, освіти та науки є синергією, де держава створює умови для підготовки кваліфікованих кадрів, а ринок праці визначає потреби у спеціалістах, що стимулює адаптацію освітніх програм та наукових досліджень. Це дозволяє формувати компетентний, гнучкий і адаптивний людський потенціал, який є основою стійкого соціально-економічного розвитку.

Враховуючи постійні зміни в суспільстві, освіта так само відчуває на собі їхні впливи. Сучасні та майбутні покоління вимагають впровадження динамічної системи освіти, яка б швидше адаптувалася до їхнього життя та віддзеркалювала виклики, що ставляться перед людиною в умовах стрімкого розвитку. Застосування інформаційних технологій, безумовно, не розв'язує всі проблеми в освіті та повсякденному житті, але може сприяти максимально ефективному використанню часу для навчання та підготовки викладача.

Аналіз процесу впровадження та використання інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі дозволяє виділити такі три етапи [3]:

– електронізація – характеризується широким впровадженням електронних засобів, обчислювальної техніки в навчальний процес (60-70 роки ХХ ст.);

– комп'ютеризація – пов'язана з використанням потужних комп'ютерів, програмного забезпечення. Цьому етапу властива діалогова взаємодія людини з комп'ютером, яка відкрила нові широкі можливості в освітній галузі;

– інформатизація – характеризується широким використанням сучасних комп'ютерів, швидких накопичувачів значної ємності, нових ІКТ, соціальних мереж і сервісів.

Освіта приймає глобальні виклики суспільства щодо використання інформаційних технологій.

Основні нормативно-правові документи, що забезпечують освітню діяльність майбутнього фахівця показані в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Аналіз законодавчої бази освітньої діяльності в Україні

| № | Назва нормативно-правового документу | Аналіз |
|---|--------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Закон України «Про освіту» | Цей Закон регулює суспільні відносини, що виникають у процесі реалізації конституційного права людини на освіту, прав та обов'язків фізичних і юридичних осіб, які беруть участь у реалізації цього права, а також визначає компетенцію державних органів та органів місцевого самоврядування у сфері освіти [5]. |

| | | |
|---|---|---|
| 2 | Закон України «Про вищу освіту» | <p>Цей Закон встановлює основні правові, організаційні, фінансові засади функціонування системи вищої освіти, створює умови для посилення співпраці державних органів і бізнесу з закладами вищої освіти на принципах автономії закладів вищої освіти, поєднання освіти з наукою та виробництвом з метою підготовки конкурентоспроможного людського капіталу для високотехнологічного та інноваційного розвитку країни, самореалізації особистості, забезпечення потреб суспільства, ринку праці та держави у кваліфікованих фахівцях [6].</p> |
| 3 | Закон України «Про фахову передвищу освіту» | <p>Цей Закон визначає порядок, умови, форми та особливості здобуття фахової передвищої освіти та регулює суспільні відносини, що виникають у процесі реалізації конституційного права людини на освіту, прав та обов'язків фізичних і юридичних осіб, які беруть участь у реалізації цього права, а також визначає компетенцію державних органів та органів місцевого самоврядування у сфері фахової передвищої освіти.</p> <p>Цей Закон встановлює основні правові, організаційні, фінансові засади функціонування системи фахової передвищої освіти, створює умови для поєднання освіти з виробництвом з метою підготовки конкурентоспроможних фахівців для забезпечення потреб суспільства, ринку праці та держави [10].</p> |
| 4 | Закон України «Про повну загальну середню освіту» | Цей Закон визначає правові, організаційні та економічні засади функціонування і розвитку системи загальної середньої освіти [7]. |
| 5 | Закон України «Про професійну (професійно-технічну) освіту» | Цей Закон визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування і розвитку системи професійної (професійно-технічної) освіти, створення умов для професійної самореалізації особистості та забезпечення потреб суспільства і держави у кваліфікованих робітниках [11]. |

| | | |
|----|---|--|
| 6 | Закон України «Про Національну програму інформатизації» | Цей Закон регулює правові відносини, що виникають під час формування та виконання Національної програми інформатизації [8]. |
| 7 | Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» | Цей Закон визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування і розвитку у сфері наукової і науково-технічної діяльності, створює умови для провадження наукової і науково-технічної діяльності, задоволення потреб суспільства і держави у технологічному розвитку шляхом взаємодії освіти, науки, бізнесу та влади [12]. |
| 8 | Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки | Ця Стратегія визначає напрями розвитку системи вищої освіти на сучасному етапі розвитку суспільства та економіки країни та визначає її основні характеристики, що повинні бути сформовані до 2032 року, – бачення. Для реалізації мети цієї Стратегії передбачено стратегічні та операційні цілі та завдання на найближче десятиліття з відповідними показниками (індикаторами) досягнення (виконання), механізм, очікувані результати, заходи щодо проведення моніторингу реалізації цієї Стратегії на кожному етапі та ресурсні потреби [9]. |
| 9 | Національна рамка кваліфікацій | Національна рамка кваліфікацій призначена для використання органами державної влади та органами місцевого самоврядування, установами та організаціями, закладами освіти, роботодавцями, іншими юридичними та фізичними особами з метою розроблення, ідентифікації, співвіднесення, визнання, планування і розвитку кваліфікацій [13]. |
| 10 | Порядок реалізації права на академічну мобільність | Цей Порядок визначає цілі, завдання, порядок організації академічної мобільності, умови повернення до місця постійного навчання (роботи), виконання програм академічної мобільності, визнання та зарахування її результатів для здобувачів освіти |

Продовження таб. 1.1

| | | |
|----|---|--|
| | | (наукових ступенів), які навчаються в закладах фахової передвищої та вищої освіти, наукових установах, а також працівників зазначених закладів та установ [14]. |
| 11 | Концепція розвитку цифрових компетентностей | Основною метою цієї Концепції є визначення пріоритетних напрямів і основних завдань з питань розвитку цифрових навичок та цифрових компетентностей, підвищення рівня цифрової грамотності населення, зокрема працездатних осіб, громадян похилого віку, малозабезпечених сімей, осіб з інвалідністю, інших вразливих груп населення, в умовах розвитку цифрової економіки та цифрового суспільства. Реалізація цієї Концепції передбачена на період до 2025 року [18]. |

Джерело: побудовано автором на основі джерел [5-14, 18]

Згідно з проаналізованою в табл.1.1 нормативно-правовою базою забезпечення освітньої діяльності визначимо, які саме документи передбачають перелік відповідних компетентностей, що має набути здобувач вищої освіти протягом навчання (табл.1.2).

Відповідно до Закону України «Про освіту» від 05.09.2017 N 2145-VIII Розділ 1 стаття 1 п.8 визначено, що здобувачі освіти – це вихованці, учні, студенти, курсанти, слухачі, стажисти, аспіранти (ад'юнкти), докторанти, інші особи, які здобувають освіту за будь-яким видом та формою здобуття освіти; здобувачі вищої освіти – особи, які навчаються у закладі вищої освіти на певному рівні вищої освіти з метою здобуття відповідного ступеня і кваліфікації [5].

Таблиця 1.2

**Нормативно-правові документи, що регулюють формування
компетентностей здобувача вищої освіти**

Таблиця 1.2

| № | Назва нормативно-правового документу | Визначення |
|---|---|---|
| 1 | Стандарт вищої освіти | Сукупність вимог до освітніх програм вищої освіти, які є спільними для всіх освітніх програм у межах певного рівня вищої освіти та спеціальності [15]. |
| 2 | Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG) | Ключова мета «Стандартів і рекомендацій щодо забезпечення якості у Європейському просторі вищої освіти» (ESG) – сприяти спільному розумінню забезпечення якості навчання і викладання, незважаючи на кордони та між усіма стейкхолдерами. Стандарти відігравали і відіграватимуть важливу роль у розвитку національних та інституційних систем забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (EHEA) та у транскордонній співпраці. Опікування процесами забезпечення якості, особливо зовнішніми, дозволяє європейським системам вищої освіти демонструвати якість і підвищувати прозорість, таким чином допомагаючи побудові взаємодовіри і кращому визнанню кваліфікацій, програм та інших складових вищої освіти [16]. |
| 3 | Професійний стандарт | Затверджені в установленому порядку вимоги до компетентностей працівників, що слугують основою для формування професійних кваліфікацій. Професійний стандарт вважається введеним у дію з моменту внесення його до Реєстру кваліфікацій [17]. |
| 4 | Освітня (освітньо-професійна, освітньо-наукова чи освітньо-творча) програма | Єдиний комплекс освітніх компонентів (навчальних дисциплін, індивідуальних завдань, практик, контрольних заходів тощо), спрямованих на досягнення передбачених такою програмою результатів навчання, що дає право на отримання визначеної освітньої або освітньої та професійної (професійних) кваліфікації (кваліфікацій). Освітня програма може визначати єдину в її межах спеціалізацію або не передбачати спеціалізації [15]. |

Джерело: побудовано автором на основі джерел [15-17]

Задля досягнення ефективної синергії майбутнього фахівця необхідне втілення в освітній процес стандартів. Насамперед це передбачає [25]:

- розроблення освітніх програм/стандартів та навчально-методичних матеріалів для всіх форм і видів освіти, підготовка педагогічних та науково-педагогічних кадрів;
- розроблення стандартів та методик оцінювання результатів навчання;
- розроблення професійних стандартів для присвоєння здобувачам професійних кваліфікацій, оцінювання відповідності отриманих професійних кваліфікацій випускників закладів вищої освіти;
- формування єдиних критеріїв оцінювання компетентностей здобувачів освіти [25].

Відповідно до вектору розвитку нашої держави та до запроваджених програм та проєктів, впровадження інформаційно-комунікаційних технологій є пріоритетом розвитку освіти України в сучасних умовах. З метою досягнення цілей освіти та науки 12 липня 2012 року Міністерство освіти, науки, молоді та спорту України видало наказ №812 «Про впровадження пілотного проєкту «Learnin – SMART-навчання» [4]. Метою даного проєкту є змістовне наповнення сучасного електронного інформаційного навчального середовища освіти, підвищення її якості за рахунок впровадження інтерактивно-комунікаційних технологій.

Основу розвитку SMART-технологій становлять інтернет-технології, а тому відправною точкою процесу формування SMART-суспільства слід вважати світову глобальну мережу. Перехід до суттєво нових ринкових умов господарювання ставить перед освітянським середовищем нові умови щодо підготовки фахівців. Зростання уваги до питання кваліфікації якісних фахівців, що відповідають вимогам сьогодення можна визначити такими чинниками [19, 20]:

- зростання обсягу наукової інформації;
- прогрес галузі техніки і технологій;
- інтеграція освіти, науки та виробництва;
- глобалізаційні процеси.

SMART-технології – це інтерактивний навчальний комплекс, що дозволяє створювати, редагувати та поширювати мультимедійні навчальні матеріали як в аудиторний, так і в позааудиторний час. Головна мета SMART-навчання – створення середовища, що забезпечує високий рівень конкурентоспроможних фахівців за рахунок розвитку в здобувачів освіти знань і навичок сучасного суспільства XXI століття: співпрацю, комунікацію, соціальну відповідальність, здатність критично мислити, оперативно і якісно вирішувати проблеми. Шляхи впровадження SMART-технологій та їхньої адаптації до використання в умовах освітнього середовища розглядали: Г. Бонч-Бруєвича К. Джонсон, С. Кадзіт, К. Кім, Г. Косенко, Х. Пен, С. Якубова та ін. В умовах використання електронних освітніх систем змінюється процес навчання. SMART-освіта – самоврядне, мотивоване, гнучке, технологічне навчання, в основі якого лежать самоврядні, мотивовані, гнучкі, збагачені ресурсами і технологічні методи навчання. Кінцева мета стратегії SMART-освіти полягає в сприянні розвитку творчих, глобальних людських талантів через «революцію в аудиторії», яка зробить оновлення в змісті освіти, методах навчання та оцінки, сприятиме змінам освітнього середовища відповідно до нової освітньої парадигми. З метою реалізації SMART-освіти забезпечується перехід у навчанні здобувачів освіти до електронної форми навчання. SMART-освіта – це навчання, яке сприяє розвитку творчості, співпраці, здатності до вирішення завдань, а також навичок спілкування студентів. Для створення оптимальних умов викладання і навчання, викладачі-дослідники з експериментальних навчальних закладів розробили різні моделі, які використовують Web 2.0 для збору даних, Google Документи і Google Додатки для організації співпраці і роботи над проектами, SNS

(соціальні мережі) для обговорення. Саме з розвитком SMART-міст виникає проблема в фахівцях спрямованих на різні галузі промисловості, освіти та безпеки держави, зокрема в ІТ-секторі [19, 22].

На розвиток особистості та формування майбутнього фахівця впливають такі чинники:

- 1) якісний розрив між попитом і пропозицією робочої сили;
- 2) невідповідність наявних кваліфікацій динамічній зміні ринку праці;
- 3) невідповідність застарілого класифікатора професій відповідно до вимог роботодавців;
- 4) невідповідність компетенцій випускників вимогам стейкхолдерів;
- 5) недостатня націленість вищої освіти на перспективні та актуальні потреби індустрії;
- 6) недосконалість програм професійної підготовки в закладах вищої освіти, що гальмує підготовку висококваліфікованих кадрів;
- 7) відсутність механізмів правового регулювання взаємодії системи вищої освіти та індустрії, що не сприяє розвитку освіти.

З потребою динамічного навчання спостерігаємо зміни на всіх рівнях освіти. Середня освіта стала запозичувати принципи вищої освіти, а саме перехід до певної системи автономії. Починаючи із 2022 року система середньої освіти переходить на так звану модельну систему, що базується на навчальних програмах, затверджених наказом МОН №804, де визначено орієнтовну послідовність досягнення очікуваних результатів навчання учнів, зміст навчального предмета та види навчальної діяльності учнів. Програми [23] розроблено на основі Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, затвердженого постановою КМУ №1392 від 16 грудня 2022 р. [24]

Проведемо порівняльний аналіз нормативно-правових документів, що визначають компетентності здобувачів освіти відповідно до рівня освіти (табл.1.3).

Таблиця 1.3

Порівняльний аналіз нормативно-правових документів (НПД), що визначають компетентності здобувачів освіти відповідно до рівня освіти

| Середня освіта | Професійно-технічна освіта | Фахова передвища освіта | Вища освіта |
|--|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Державний стандарт базової повної загальної середньої освіти | Державні стандарти конкретних робітничих професій на модульно-компетентнісній основі | Стандарти фахової передвищої освіти за відповідною спеціальністю | Стандарти вищої освіти за відповідними спеціальностями |
| - | Професійні стандарти | Професійні стандарти | Професійні стандарти |
| Модельні навчальні програми та/або освітні програми | Освітньо-професійні програма | Освітньо-професійні програма | Освітньо-професійні та освітньо-наукові програми затверджені керівним органом ЗВО |
| Навчальні програми предмету | Навчальні програми предмету | Навчальні програми дисципліни | Навчальні програми дисциплін |
| Календарне планування | Календарне планування | Робочі програми та/або силабуси | Робочі програми та/або силабуси |

Джерело: побудовано автором на основі офіційних даних МОН України [24]

Провівши аналіз законодавчої бази освітньої діяльності в Україні (див. табл.1.1), зокрема нормативно-правових документів, що регулюють формування компетентностей здобувача вищої освіти (див. табл.1.2) та

нормативно-правових документів, що визначають компетентності здобувачів освіти відповідно до рівня освіти (див. табл.1.3), можемо зазначити, що на всіх рівнях освіти зберігається певна спорідненість, тому враховуючи вище зазначену динаміку та легкість до впровадження візьмемо за основу нашого дослідження саме вищу освіту.

Професійні та освітні стандарти є невід'ємними компонентами уніфікованої національної системи кваліфікацій, сприяючи взаємодії між галузями професійної освіти та ринком праці. Ця взаємодія спрямована на створення якісної професійної підготовки фахівців і підвищення їхньої конкурентоспроможності як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку праці. Важливим елементом цього процесу є необхідність тісної співпраці між роботодавцями та сферою освіти з метою врахування потреб суб'єктів господарської діяльності та забезпечення формування відповідних компетентностей здобувачів вищої освіти.

Інформатизація суспільства повинна спиратися на численні можливості, в першу чергу на освіту, залучаючи технічні розробки, засоби комунікацій, новітні технології програмування, поширення та використання знань в умовах зміненого суспільного контексту, а також вирішення суспільних викликів та виявлених недоліків. Безумовно, освітній процес відіграє ключову роль у підготовці фахівців, які зможуть розвивати та використовувати таку систему. Для створення підґрунтя цього процесу важливим є дослідження, спрямоване на систематизацію знань щодо підготовки фахівців.

У країні стрімкими кроками йде процес гармонізації вимог стейкхолдерів та компетентностей здобувачів вищої освіти. Досягненню цієї мети сприяє розробка та систематичне оновлення професійних стандартів та освітніх стандартів спеціальностей. Шляхи гармонізації взаємодії освіти та індустрії з формування, розвитку, накопичення, відтворення, оцінювання кваліфікацій і компетенцій здобувачів освіти

спеціальностей постійно розглядається на тих чи інших науково-практичних заходах [25].

Гармонізація професійних та освітніх стандартів є надважливою задачею забезпечення формування компетентностей здобувачів вищої освіти. Результатом гармонізації зазначених вище стандартів повинен бути комплекс корельованих документів між освітою і ринком праці з метою поліпшення якості підготовки фахівців та їх конкурентоспроможності на національному та міжнародному ринку праці. Процес гармонізації професійних та освітніх стандартів відображено на рис. 1.2.

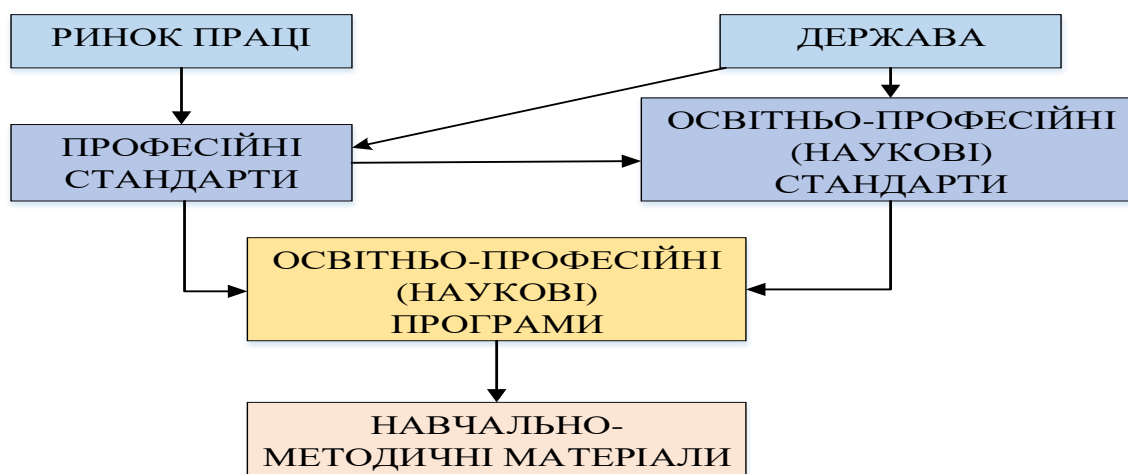


Рисунок 1.2 Модель гармонізації професійних та освітніх стандартів вищої освіти

Джерело: побудовано автором

Ринок праці впливає на формування професійних стандартів, які є важливими для розробки ОПП/ОНП. Ці програми слугують основою для створення навчально-методичних матеріалів. Держава відіграє вирішальну роль у цьому процесі, встановлюючи освітньо-професійні та освітньо-наукові стандарти. Вони визначають вимоги до змісту освіти і кваліфікації випускників, а також формують структуру та зміст освітніх програм, що відповідають сучасним потребам ринку праці. Таким чином, модель

ілюструє циклічний процес, у якому ринок праці та держава формують освітню політику, що визначає компетентності, набуття яких забезпечує професійну підготовку майбутніх фахівців і, нарешті, якість та конкурентоспроможність робочої сили.

Взаємозв'язок між професійними та освітніми стандартами вищої освіти визначається необхідністю встановлення чіткого та консистентного зв'язку між вимогами ринку праці та освітнім процесом. Такий зв'язок є ключовим аспектом створення ефективної системи освіти, яка відповідає потребам розвитку та ринку праці. Освітні стандарти визначають загальний фреймворк та очікувані результати освітнього процесу на різних рівнях вищої освіти.

Професійні стандарти визначають конкретні навички, компетенції та знання, які вимагаються від фахівців у певній галузі або професії. Вони визначають набір компетенцій, необхідних для успішної діяльності у відповідній сфері.

Освітні стандарти вищої освіти, у свою чергу, визначають структуру та зміст ОПП/ОНП, щоб забезпечити набуття здобувачами вищої освіти необхідних компетентностей. Освітні стандарти враховують академічні аспекти, методологію навчання, наукову базу та інші фактори, які впливають на якість освіти. Освітні стандарти також враховують відповідні професійні стандарти.

Агрегація між цими двома видами стандартів дозволяє вирішувати кілька важливих завдань, серед яких:

– *адаптація освітніх програм*, яка відбувається на основі професійних стандартів, до реальних потреб ринку праці, що дозволяє закладам вищої освіти враховувати сучасні вимоги та тенденції в розвитку галузі;

– *забезпечення якості навчання*, що досягається шляхом зіставлення результатів освітнього процесу з професійними стандартами і визначення рівня набуття компетентностей;

– *підвищення конкурентоспроможності випускників* допоможе випускникам бути затребуваними на ринку праці, оскільки їхні навчальні досягнення відповідають потребам реальної професійної діяльності;

– *професійне самовдосконалення* упродовж життя є нагальною потребою сучасного суспільства, а професійні стандарти також можуть слугувати основою для надання можливостей для професійного розвитку та навчання упродовж усього життя.

Отже, така взаємодія полягає в тому, що ОПП/ОНП закладів вищої освіти мають бути відповіддю на вимоги професійних стандартів. Цей взаємозв'язок між ОПП/ОНП та професійними стандартами визначає стратегічний напрям розвитку вищої освіти країни.

Процес розробки та оновлення цих програм повинен віддзеркалювати динаміку ринку праці, адаптуючись до змін у виробничому середовищі. Врахування вимог ринку праці є ключовим елементом, щоб випускники могли ефективно використовувати свої знання та навички у відповідній професійній сфері. Такий взаємозв'язок сприяє адаптивності вищої освіти до змін у виробничому середовищі та забезпечує випускників релевантними та конкурентоспроможними компетентностями на ринку праці.

1.2. Компетентнісний підхід у формуванні фахівця

Базуючись на проведеному дослідженні в підрозділі 1.1, можемо констатувати, що основним нормативно-правовим документом визначення відповідних фахових компетентностей є стандарти вищої освіти. Компетентності, що необхідні для формування фахівців певної спеціальності, зазначаються в ОПП/ОНП закладів вищої освіти. Незважаючи на стандартизованість документа, кожна ОПП/ОНП є унікальною як в рамках спеціальності, так і в рамках ЗВО, що дозволяє здійснювати підготовку конкурентоспроможних фахівців для ринку праці. Під унікальністю розуміється диверсифікований набір як обов'язкових, так і вибіркового компонент ОПП/ОНП, що дозволяє забезпечити формування обов'язкових, або стандартизованих, і вузькоспрямованих компетентностей здобувачів освіти. Кожна ОПП/ОНП сприяє формуванню індивідуальної освітньої траєкторії конкретного здобувача освіти, чим забезпечує можливість для кожного отримати унікальну освіту, а для ринку праці достатньо велику кількість різнопланових компетентних фахівців у рамках не лише однієї галузі, а й мультидисциплінарних фахівців.

Під мультидисциплінарним фахівцем розуміємо особу, що здобула всі компетентності, передбачені ОПП/ОНП, та додатково здобула компетентності засобами неформальної та інформальної освіти, які забезпечують здатність до вирішення вузьконапрвлених задач, що виникають у соціальній та професійній сфері її діяльності.

Аналіз поняття «індивідуальна освітня траєкторія» відображає різні підходи до розуміння цього терміна, що збагачують загальне уявлення про індивідуалізацію освіти. За Краснощок І. П., індивідуальна освітня програма студента це – документ, що формалізує індивідуальну освітню траєкторію в цілісному освітньому процесі, який має відбивати основні лінії розвитку компетентностей майбутнього фахівця і містити:

індивідуальну програму навчання, індивідуальну програму особистісно-професійного саморозвитку, індивідуальну програму професійного виховання. Відповідно до потреб та інтересів студента можуть додаватися інші розділи, наприклад, індивідуальна програма науково-дослідної діяльності [26]. Шаров С. описує індивідуальну освітню траєкторію як процес поступового розвитку студента в умовах інформаційно-освітнього середовища, підкреслюючи її роль у професійному й особистісному зростанні [27]. На думку Барна М.Ю. та Медвідь Л.Г., індивідуальна освітня траєкторія є поняттям, що характеризує сутнісний напрям руху здобувача освіти в процесі навчання і який найчастіше пов'язаний з поняттям «індивідуальна форма навчання» [28]. Усі три підходи підкреслюють важливість індивідуалізації освітнього процесу, але з різних ракурсів: формалізація процесу, поступовий розвиток та гнучкість навчання. Це створює більш цілісне уявлення про індивідуальні освітні траєкторії як шлях, що адаптується до потреб кожного студента.

Формальне визначення індивідуальної освітньої траєкторії наведено в Законі України «Про освіту», п.9 ст.1: «індивідуальна освітня траєкторія – персональний шлях реалізації особистісного потенціалу здобувача освіти, що ґрунтується на виборі здобувачем освіти видів, форм і темпу здобуття освіти, суб'єктів освітньої діяльності та запропонованих ними освітніх програм, навчальних дисциплін і рівня їх складності, методів і засобів навчання. Індивідуальна освітня траєкторія формується з урахуванням здібностей, інтересів, потреб, мотивації, можливостей і досвіду здобувача освіти, а також з урахуванням спеціальних законів» [5].

Відповідно до Закону України «Про освіту» п.1 ст.8 здобувач освіти «реалізує своє право на освіту впродовж життя шляхом формальної, неформальної та інформальної освіти. Держава визнає ці види освіти, створює умови для розвитку суб'єктів освітньої діяльності, що надають відповідні освітні послуги, а також заохочує до здобуття освіти всіх видів» [5], чим сприяє ефективному розвитку компетентного фахівця.

«Неформальна освіта - це освіта, яка здобувається, як правило, за освітніми програмами та не передбачає присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але може завершуватися присвоєнням професійних та/або присудженням часткових освітніх кваліфікацій» [5].

«Інформальна освіта (самоосвіта) - це освіта, яка передбачає самоорганізоване здобуття особою певних компетентностей, зокрема під час повсякденної діяльності, пов'язаної з професійною, громадською або іншою діяльністю, родиною чи дозвіллям»[5]. Разом ці три форми освіти – формальна, неформальна та інформальна – закладають компетентності здобувача вищої освіти та сприяють їх реалізації.

Індивідуальна освітня траєкторія здобувачів вищої освіти формується за рахунок обов'язкових та вибіркових освітніх компонент ОПП/ОНП, при цьому враховуючи автономію кожного ЗВО, вибірковість може бути забезпечена різними методами, але кожен з цих методів базується на принципі вільного усвідомленого вибору спрямування компетентного фахівця.

Важливо врахувати, що формування переліку обов'язкових та вибіркових освітніх компонент має спиратися на затверджений стандарт вищої освіти відповідної спеціальності та формувати визначені ним компетентності, що є основою побудови відповідної логічно-структурної схеми навчання, яка забезпечує унікальність ОПП/ОНП. З одного боку, перелік компетентностей стандарту є уніфікованим для всіх ОПП/ОНП в розрізі однієї спеціальності, з іншого – саме за рахунок різного поєднання компетентностей, програмних результатів навчання та освітніх компонент надає можливість вибудувати основний фокус та особливість ОПП/ОНП.

Резюмуючи дані визначення, можемо зазначити, що основними впливами на формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача вищої освіти є заклад вищої освіти, сам здобувач, неформальна та інформальна освіта, як така, що надає можливість розширити свої знання, вміння та навички (рис.1.3).

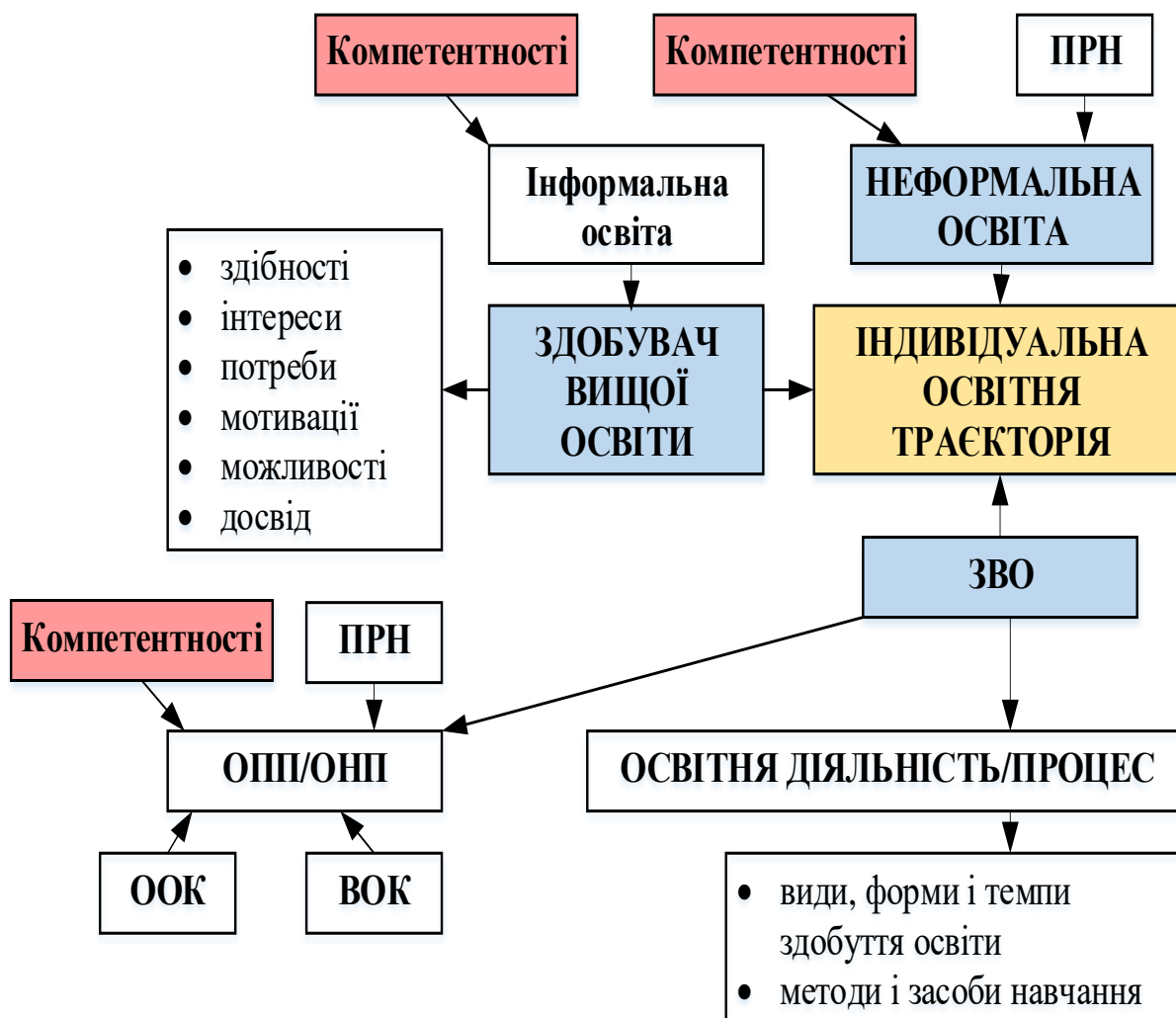


Рисунок 1.3. Модель формування індивідуальної траєкторії здобувача вищої освіти

Джерело: побудовано автором

Ключовою задачею будь-якої ОПП/ОНП є забезпечення формування відповідних до стандарту компетентностей здобувачів освіти для задоволення їх потреб як фахівців певної спеціальності та врахування програмних результатів навчання (ПРН).

Програмні результати навчання – це сукупність знань, умінь, навичок, інших компетентностей, які набула особа, навчаючись за певною освітньою програмою, які можна ідентифікувати, кількісно оцінити та

виміряти [15]. Відповідно до п.15 ч.1 ст.1 Закону України «Про освіту» «компетентність – динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність» [5]. Одночасно, згідно з методичними рекомендаціями щодо розроблення професійних стандартів компетентність – це доведена здатність застосовувати знання та вміння (пункт 3.1.6, ДСТУ ISO 9000:2007). У контексті розроблення професійних стандартів рекомендується застосовувати термін «компетентність» у такому визначенні: «здатність особи провадити діяльність за професією, яка є результатом поєднання знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей» [29]. Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 01 червня 2017 р. № 600 компетентність визначається як «здатність особи успішно соціалізуватися, навчатися, провадити професійну діяльність, яка виникає на основі динамічної комбінації знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей» [15].

Визначають такі види компетентностей: інтегральні, загальні та спеціальні (фахові, предметні) (рис.1.4).

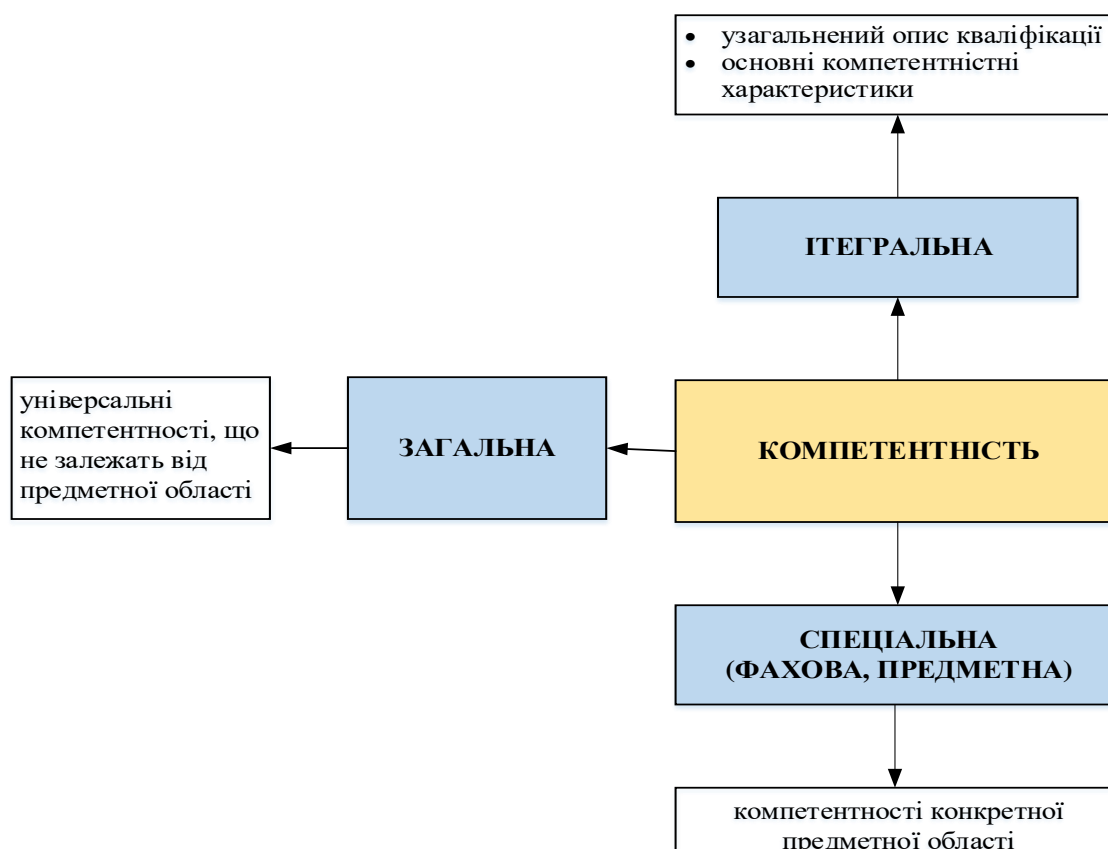


Рисунок 1.4. Види компетентностей

Джерело: адаптовано автором за [15]

Опишемо визначені на рис.1.4 види компетентностей відповідно до Методичних рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти:

– інтегральна компетентність – узагальнений опис кваліфікації, що виражає її основні компетентнісні характеристики щодо професійної діяльності та/або навчання;

– загальні компетентності – універсальні компетентності, що не залежать від предметної області, але важливі для успішної подальшої професійної та соціальної діяльності здобувача вищої освіти в різних галузях та для його особистісного розвитку;

– спеціальні (фахові, предметні) компетентності – компетентності, актуальні для конкретної предметної області, які є важливими для успішної професійної діяльності за певною спеціальністю на певному рівні Національної рамки кваліфікацій [15].

Американські дослідники Л. Спенсер і С. Спенсер у 1993 р. для пояснення сутності компетентностей використали модель «айсберг» (рис.1.5), лише 1/9 якої перебуває над водою [36].

Зазначимо, що найвищою сходинкою піраміди «айсберг» є «знання», що означають інформацію, отриману в певній сфері. На другій сходинці розміщуються «навички», які означають «робити щось добре», використовуючи певні знання. На третьому місці – «соціальні ролі», під якими розуміють відносини і цінності, що виявляються стосовно інших людей. Четверту сходинку посідає «власний образ», що вказує на особистісне розуміння ідентичності та цінностей. Далі йдуть «риса характеру», що пояснюють як і чому індивід ставиться до інших людей. Завершує модель шоста сходинка «мотиви», яка визначає, що рухає нами – потреби досягнення чогось, влада, вплив чи належність до чогось. Видимими в цій моделі її автори вважають знання і навички. Проте невидимі складники також мають певний вплив на компетентнісну модель індивіда загалом [36].



Рисунок 1.5. Модель компетентностей «айсберг»

Джерело: адаптовано автором на основі джерела [37]

Проаналізуємо наявні процеси формування компетентностей здобувачів вищої освіти.

Як визначили Мокін Б.І., Мізерний В.М. та Мензул О.М., формування компетентностей молодого фахівця відбувається в 4 стадії:

- 1) виникнення професійних намірів і вступ до закладу освіти;
- 2) репродуктивне засвоєння професійних знань, вмінь та навичок (теоретичний курс, практичний курс, рейтингова оцінка);
- 3) професійна адаптація (імітаційно-приспосувальна стадія професійного розвитку);
- 4) реалізація особистості в професійній діяльності (продуктивно-реалізаційна стадія професійного розвитку) [30].

Ковальчук В. та Оршанський Л. визначили такі етапи формування компетентності фахівців:

- 1) мотиваційний (професійна спрямованість і мотивація);
- 2) когнітивний (система знань про майбутню професійну діяльність та вміння їх застосовувати);
- 3) діяльнісний (система фахових умінь і навичок, формування яких забезпечується змістом, формами і методами виробничого навчання);
- 4) оцінно-контрольний (діагностика, аналіз, коригування навчальних досягнень здобувача освіти та рефлексія суб'єктів педагогічної взаємодії) [31].

На думку Ковтун О.В., в основу формування компетентності здобувачів освіти в освітньому просторі ЗВО покладено низку принципів, зокрема:

а) міждисциплінарної єдності і професійної підготовки (завдяки міждисциплінарній взаємодії досягається атмосфера співтворчості і співпраці між учасниками освітнього процесу, що створює умови для

мотивації, самостійної роботи, підтримання природного інтересу, особистого осмислення значущості формованих компетенцій);

б) єдності розвитку і саморозвитку майбутнього фахівця (умовою формування професійної компетентності студентів є організація процесу їхнього професійного розвитку на основі самодіяльності, самоорганізації, саморозвитку, формування в них нових освітніх потреб);

в) діагностичної основи формування професійної компетентності студентів (на всіх етапах освітнього процесу необхідно його аналізувати на основі зворотного зв'язку з учасниками) [32].

Засобами реалізації педагогічних умов формування дослідницької компетентності Вінник М. О., Осипова Н. В., Тарасіч Ю. Г. вважають такі:

– розробка інформаційно-дидактичного забезпечення до змісту професійної та практичної підготовки, що створить методичну й технологічну базу для навчання за кредитно-модульною системою;

– створення творчих груп;

– виконання індивідуальних науково-дослідних завдань;

– залучення студентів до участі в роботі проєктних семінарів, проведення презентацій;

– упровадження тренінгів (співпраця та взаємодія в малих групах);

– залучення студентів до участі в наукових конференціях та конкурсах наукових робіт і публікації результатів своїх досліджень;

– залучення студентів до участі в олімпіадах;

– виконання курсових і кваліфікаційних дипломних робіт [33].

Білаш В.М. визначив, що процес формування компетентностей здобувачів освіти вимагає таких підходів:

– особистісно-зорієнтованого, за якого в центр навчально-виховного процесу ставляться інтереси особистості. При цьому провідною ідеєю освіти постає усвідомлення невід'ємних прав людини, незалежно від її національної приналежності, а зміст її спрямовується на виховання

патріота своєї країни, громадянина світу, який прагне до вільного вибору власного шляху та способів реалізації, вибудовує свою діяльність на основі визнання абсолютної цінності прав людини. Особистісно-зорієнтований підхід передбачає врахування вікових особливостей студентів, розробку змісту кожного конкретного етапу навчання у взаємопов'язаному контексті всього змісту педагогічного процесу;

– діяльнісного, який визначає спрямованість змісту освіти на опанування студентами вмінь і навичок, що забезпечують успішність позитивної взаємодії з іншими людьми, і реалізується шляхом створення навчальних ситуацій, у яких практично апробовуються соціокультурні цінності. Завдяки цьому підходу глобальні проблеми викладаються через локальні на підставі позитивного досвіду участі студентів у окремих акціях, проєктах тощо;

– конкретно-історичного, що передбачає розгляд навчального змісту в цілому як історичної категорії, своєрідної моделі конкретних вимог, полікультурного суспільства до підготовки молоді до життя та діяльності в цьому суспільстві [34].

У США компетентнісну модель вважають основою визначення вимог до кваліфікації та знань, що характеризують успішну роботу. Центр «Компетентнісна модель», який фінансується Департаментом праці США, виходить з необхідності дотримуватися п'яти етапів формування компетентнісної моделі:

- перший – зібрати необхідну довідкову інформацію, що охоплює наявні ресурси, визначення змісту та основних рис галузевої моделі;
- другий – розробити проєкт стандарту компетентнісної моделі, визначивши її основні аспекти та пов'язати їх з конкретним змістом;
- третій – зібрати відгуки фахівців з цього питання, щоб визначити подальшу перспективу;
- четвертий – уточнити рамки компетентностей, додавши або вилучивши деякі з них;

- п'ятий – перевірити рамки компетентностей, що забезпечує прийняття цілісної моделі [36].

Базуючись на даних Центру «Компетентнісна модель» визначимо модель формування компетентностей (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 Модель формування компетентностей

Джерело: адаптовано автором на основі джерела [36]

Експерти також зазначають, що моделі компетенцій повинні перебувати в полі зору адміністрації і відповідати бізнес-стратегії та корпоративній культурі компанії. Вони мають ґрунтуватися на дослідженнях та бути прив'язаними до практики. Моделі компетенцій широко застосовуються в бізнесі для визначення та оцінки компетенцій в організаціях, що дозволяє встановлювати вимоги до кваліфікацій і знань на конкретних робочих місцях, а також допомагає у розробці бізнес-стратегії. Вони є ключовим компонентом у процесі підбору персоналу та найму і важливим елементом управління діяльністю відділів кадрів. У певних сферах, таких як продажі та управління, необхідні компетенції вважаються

добре вивченими, і досягнуто широкого консенсусу щодо конкретних навичок, умінь та поведінки, необхідних для досягнення успіху. Такі моделі можуть стати основою для узгодження компетенцій з організаційною стратегією та практикою [36].

На основі проведеного детального аналізу поняття «компетентність» в контексті створення професійних стандартів агрегуємо його визначення, як-то: компетентність – це динамічна суміш різноманітних компонентів, таких як знання, уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності та інші особисті якості. Компетентність визначається не лише у вимірах стандартів, але і через здатність застосовувати отримані знання та уміння в реальних ситуаціях.

В аналізі висвітлено, що компетентність є ключем для успішної соціалізації та ефективного здійснення професійної діяльності або навчання. Слід підкреслити, що визначення компетентності не обмежується тільки теоретичними рамками, а також враховує здатність особи застосовувати свої знання у конкретних практичних сценаріях.

Як висновок, відзначимо критичну роль розвитку компетентностей в освітньому та професійному середовищі для формування унікальних та мультидисциплінарних фахівців. Формування компетентностей здобувачів вищої освіти є складним та стратегічним процесом, що має системні етапи та вдосконалені підходи. Цей процес спрямований на розвиток здобувачів вищої освіти у різних аспектах їхньої освітньої траєкторії. Академічна спільнота зосереджена на створенні оптимального та ефективного середовища для розвитку здобувачів вищої освіти у межах їхньої освітньої траєкторії. Опишемо процес формування компетентностей в ОПП/ОНП (рис.1.7).

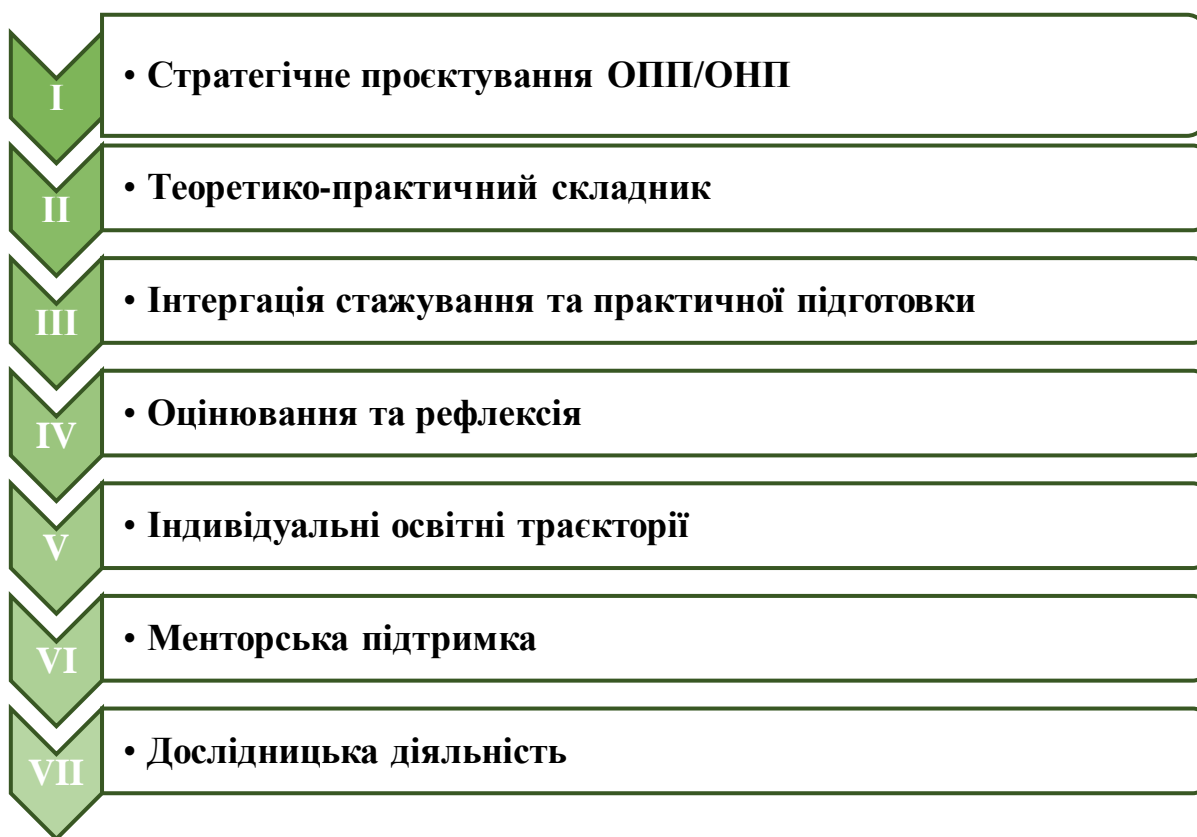


Рисунок 1.7. Процес формування компетентностей в ОПП/ОНП

Джерело: розроблено автором

Процес формування компетентностей в академічній освіті має такі складники:

1. *Стратегічне проєктування ОПП/ОНП* є нормативним базовим складником формування компетентностей. ЗВО визначають конкретні цілі та завдання, формують перелік обов'язкових та вибіркових освітніх компонент, поєднання яких забезпечує особливу відмінність ОПП/ОНП.

2. *Теоретико-практичне проєктування* – розробка та впровадження інноваційних методів в освітній процес. Використання сучасних навчальних стратегій, таких як проблемне навчання, вирішення реальних завдань та групові проєкти, що сприяє активній участі здобувачів вищої освіти у процесі становлення фахівця. Принципово важливим для цього етапу є створення якісного змісту навчання – відбір і структурування найбільш значущого інтегрованого мовного, культурознавчого, полікультурного, психолого-педагогічного навчального матеріалу, який

спрямований на формування особистості, розкриття її творчого потенціалу, формування її життєвої компетентності [34].

3. *Інтеграція стажування та практичної підготовки* для формування умінь та навичок майбутнього фахівця. Забезпечення можливостей для отримання практичного досвіду та стажування відповідно до своєї спеціальності дає змогу «відчути» майбутні професійні обов'язки.

4. *Систематичне оцінювання та рефлексія* надають можливість відображення, з одного боку, досягнень здобувачів освіти у розвитку конкретних компетентностей, а з іншого боку – система рефлексії від здобувачів освіти та випускників забезпечують взаємний прогрес у процесі формування професіоналів своєї справи.

5. *Індивідуальні освітні траєкторії* створюють умови для здобувачів освіти вибирати курси, спеціалізації та програми для розвитку конкретних компетентностей залежно від їхніх індивідуальних інтересів і професійних планів. Важливим аспектом створення індивідуальної освітньої траєкторії передбачає включення елементів неформальної та інформальної освіти для здобуття додаткових компетентностей.

6. *Менторська підтримка* у вигляді залучення стейкхолдерів до формування ОПП/ОНП та навчального процесу як такого надає здобувачам можливість отримувати підтримку у пошуках практичних рішень, кар'єрного та особистісного розвитку.

7. *Стимулювання здобувачів до участі в проведенні досліджень* сприяє розвитку критичного мислення та аналітичних навичок.

Усі ці складники комплексно сприяють створенню сприятливої навчальної атмосфери та формуванню компетентностей здобувачів вищої освіти.

1.3. Технології формування компетентностей здобувачів освіти

Технології формування компетентностей у сучасній освітній парадигмі визначаються як системні підходи, спрямовані на досягнення чітко визначених освітніх цілей через розвиток конкретних компетентностей у здобувачів вищої освіти. Під час опису технологій формування компетентностей важливо зазначити, що ці технології становлять ключовий елемент, який визначає процесуальний бік підготовки здобувачів освіти. Технології охоплюють комплексний підхід до визначення цілей, змісту, форм, методів та засобів, що сприяють ефективному формуванню компетентностей. Кожна технологія є системою, спрямованою на досягнення конкретних освітніх цілей та розвиток необхідних навичок у здобувачів освіти [39]. Основою будь-якої технології формування компетентностей є чітко визначена мета, засоби та методи, правила їх використання й очікувані результати.

Органічно вбудовуючи технології у освітній процес, викладачі та ЗВО мають можливість створювати оптимальні умови для розвитку компетентностей, враховуючи сучасні вимоги ринку праці та інноваційні підходи до навчання. Розкриття суті технологій формування компетентностей надає фундаментальний інструмент для подальшого розгортання їх впливу на освітній процес та особистісний розвиток здобувачів освіти.

У педагогіці науковцями описана велика кількість типів технологій формування компетентностей здобувачів освіти, але всі вони є вузькоспрямованими на специфічну компетентність відповідної спеціальності, ми пропонуємо визначити узагальнені типи технологій формування компетентностей здобувачів освіти (рис.1.8).



Рисунок 1.8. Узагальнена класифікація типів технологій формування компетентностей здобувачів освіти

Джерело: розроблено автором

Опишемо типи технологій формування компетентностей здобувачів освіти:

– інноваційні – передові методи та підходи, спрямовані на впровадження новаторських засобів та методів у навчальний процес для стимулювання розвитку компетентностей. Інноваційні технології ґрунтуються на використанні сучасних засобів зв'язку, інтерактивних платформ та методів дистанційного навчання;

– мотиваційні – спрямовані на створення стимулів для активного навчання та розвитку компетентностей шляхом використання

мотиваційних методів, грифікації та інших прийомів, що підвищують інтерес та ентузіазм здобувачів освіти;

– імітаційні (симуляційні) – технології, що використовують симуляції або імітації реальних сценаріїв і ситуацій для тренування, розвитку практичних навичок та компетентностей у контрольованому середовищі;

– метод проєктів – підходи, які базуються на реалізації проєктів чи завдань, що сприяють розвитку конкретних компетентностей через практичний досвід та самостійну роботу;

– технології реалізації моделей – підходи, які використовують конкретні моделі та теоретичні рамки для організації та розвитку компетентностей здобувачів вищої освіти;

– портфоліо – метод, під час якого студенти систематично збирають та представляють свої досягнення, проєкти та роботи, що дозволяє відстежувати та оцінювати розвиток їхніх компетентностей;

– інтерактивні – базуються на використанні інтерактивних методів навчання, що ґрунтуються на взаємодії, обміні думками та практичних вправах;

– кейс-технології – методи, за яких студентам надаються реальні сценарії чи кейси для аналізу та розв'язання, що сприяють розвитку аналітичних навичок та навичок прийняття рішень;

– інтегральні – підходи, що поєднують різноманітні аспекти навчання для комплексного розвитку компетентностей;

– інформаційні – використання сучасних інформаційних засобів та технологій для покращення доступу до інформації, самостійного навчання та розвитку компетентностей та ін.

Охарактеризуємо зазначені технології формування компетентностей здобувачів освіти (рис.1.9).

| | |
|---|--|
| ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ | <ul style="list-style-type: none"> • Використання сучасних засобів зв'язку та інформаційних технологій. • Застосування інтерактивних платформ та віртуальних середовищ. • Впровадження методів дистанційного навчання та онлайн-ресурсів. |
| МОТИВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ | <ul style="list-style-type: none"> • Грифікація навчального процесу. • Використання систем нагород та визнання досягнень. • Розробка мотиваційних завдань та викликів. |
| ІМІТАЦІЙНІ (СИМУЛЯЦІЙНІ) ТЕХНОЛОГІЇ | <ul style="list-style-type: none"> • Розробка віртуальних сценаріїв та симуляцій. • Використання симуляційних програм та ігор. • Проведення практичних занять в контрольованому середовищі. |
| ТЕХНОЛОГІЯ "МЕТОД ПРОЄКТІВ" | <ul style="list-style-type: none"> • Створення проектних завдань та завдань реального життя. • Робота у групах для реалізації конкретних проєктів. • Презентація результатів та взаємна оцінка. |
| ТЕХНОЛОГІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛЕЙ | <ul style="list-style-type: none"> • Використання теоретичних моделей та концепцій. • Адаптація моделей для розробки курсів та програм. • Оцінка та аналіз ефективності моделей. |
| ТЕХНОЛОГІЯ "ПОРТФОЛІО" | <ul style="list-style-type: none"> • Систематичний збір та документування досягнень студентів. • Використання різноманітних матеріалів: робіт, проєктів, відгуків тощо. • Регулярне оновлення та аналіз портфоліо. |
| ІНТЕРАКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ | <ul style="list-style-type: none"> • Використання відкритих дискусій та обговорень. • Проведення віртуальних та інтерактивних лекцій. • Розвиток співпраці та комунікації між студентами. |
| КЕЙС- ТЕХНОЛОГІЇ | <ul style="list-style-type: none"> • Визначення реальних сценаріїв та викликів для аналізу. • Групова робота над вирішенням кейсів. • Представлення та обговорення висновків. |
| ІНТЕГРАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ | <ul style="list-style-type: none"> • Об'єднання різноманітних методів та підходів. • Використання комплексного підходу до розвитку компетентностей. • Інтеграція змісту різних дисциплін для цілісного розуміння. |
| ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ | <ul style="list-style-type: none"> • Використання сучасних інформаційних ресурсів та баз даних. • Застосування електронних підручників та навчальних програм. • Розвиток навичок критичної оцінки та обробки інформації. |

Рисунок 1.9. Складові технологій формування компетентностей здобувачів освіти

Джерело: розроблено автором

Проаналізувавши наявні на теренах освітнього простору технології формування компетентностей здобувачів освіти ми прийшли до висновку, про те що всі вони спираються лише на педагогічну складову.

З метою систематизації компетентностей та спрощення їх використання під час створення та вдосконалення ОПП/ОНП, а також для уніфікації розуміння компетентностей стейкхолдерами та ЗВО, ми пропонуємо оптимізувати процес формування компетентностей здобувачів шляхом створення інформаційної технології для цього.

Тісно пов'язані з технологіями формування компетентностей здобувачів вищої освіти діяльності інформаційні технології (ІТ). Навряд сьогодні можна зустріти здобувача, що не користується телефоном, ноутбуком або іншими технічними засобами для навчання. Але варто відзначити, що в освітньому просторі специфіка застосування ІТ-технологій зводиться лише до використання саме в процесі навчання (тобто теоретико-практичний складник (рис.1.7)) або розрізнено на різних етапах. Вони не інтегровані в єдину систему, яка б охоплювала всі етапи процесу формування компетентностей у рамках ОПП/ОНП одночасно та взаємопов'язано.

Поєднання всіх етапів процесу визначення і формування компетентностей в ОПП/ОНП в єдину систему у вигляді інформаційної технології формування компетентностей здобувачів вищої освіти дозволить вирішити проблему нестачі кваліфікованих фахівців та компенсувати дефіцит знань, необхідних для подальшого професійного розвитку.

Проведемо аналіз поняття «інформаційна технологія», «інформаційна технологія формування компетентностей» та «інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти». Розглянемо поняття «інформаційної технології» в широкому її значенні.

Відповідно до ДСТУ 5034:2008 «Науково-інформаційна діяльність. Терміни та визначення понять» інформаційні технології – це сукупність методів, процесів і програмно-технічних засобів, об'єднаних у технологічний процес, що забезпечує виконання технологічних операцій над інформацією [40].

Американський інститут стандартів та технології наводить багато визначень поняття «інформаційні технології», зокрема, в стандарті NIST SP 800-16 «інформаційні технології» визначено як обчислювальні та/або комунікаційні апаратні та/або програмні компоненти та відповідні ресурси, які можуть збирати, зберігати, обробляти, підтримувати, обмінюватися, передавати або розпоряджатися даними. ІТ-компоненти охоплюють комп'ютери та пов'язані з ними периферійні пристрої, комп'ютерні операційні системи, службове/допоміжне програмне забезпечення, апаратне та програмне забезпечення зв'язку [41].

В стандарті NISTIR 8074 визначення поняття «інформаційні технології» подано як набір прикладних умінь, які мають справу з даними та інформацією. Прикладами є збір, представлення, обробка, безпека, передача, обмін, презентація, управління, організація, зберігання та пошук даних та інформації [42].

Компанія Cisco зазначаю, що інформаційні технології часто асоціюються з комп'ютерними системами, обладнанням, програмним забезпеченням і мережами, пов'язаними з обробкою та розповсюдженням даних. Сюди входить мережеве обладнання, таке як сервери та маршрутизатори, а також програми, які дозволяють спілкуватися через різноманітні мережі та інтернет загалом [44].

У наукових джерелах існує декілька підходів до визначення поняття інформаційних технологій.

Так, О. Денісова визначає інформаційну технологію як комплекс методів і процедур, за допомогою яких реалізуються функції збирання, передачі, оброблення, зберігання та доведення до користувача інформації в

організаційно-управлінських системах з використанням обраного комплексу технічних засобів [43].

Інформаційні технології, на думку О. Буйницької, – це сукупність методів, засобів і прийомів, що використовуються для забезпечення ефективної діяльності людей в різноманітних виробничих і невиробничих сферах [43].

Артур Вікторія стверджує, що інформаційними технологіями можуть бути будь-які пристрої, які мають здатність обробляти дані та/або інформацію як системно, так і епізодично, незалежно від того, чи застосовуються вони до продукту, чи використовуються в процесі виробництва [45].

Інформаційні технології – це сукупність програмно-технічних засобів обчислювальної техніки (ЗОТ), прийомів, способів та методів їх застосування, призначених для збирання, зберігання, обробки, передачі та використання інформації у конкретних предметних галузях [46].

За баченням М. Скопеня, інформаційні технології (ІТ) – це сукупність прийомів, методів та засобів послідовного якісного перетворення інформації на таких етапах інформаційних процесів, як збирання, передавання, зберігання, обробка, накопичення. ІТ – це алгоритм перетворення інформації з використанням відповідних методів і засобів. [47].

Усі наведені визначення ІТ акцентують на їх ролі в обробці, передачі та управлінні інформацією, але підходи до трактування цього поняття варіюються залежно від контексту. Згідно з ДСТУ, ІТ охоплюють методи, процеси та технічні засоби, що реалізують операції з інформацією. Американські стандарти (NIST) додають аспект апаратного та програмного забезпечення, наголошуючи на ролі комунікаційних технологій. Стандарти Cisco і NISTIR підкреслюють важливість мережевих систем та безпеки даних. Окремі дослідники, такі як О. Денісова та О. Буйницька, акцентують на організаційних системах і ролі ІТ в різних сферах

діяльності. Інші автори, як Артур Вікторія та М. Скопень, розглядають ІТ як інструмент для перетворення інформації.

Сучасні інформаційні технології дають змогу проводити інтелектуальний аналіз і глибоку обробку даних для виявлення ключових напрямів у прийнятті рішень. Це особливо важливо для вирішення завдань в умовах обмеженої або надлишкової кількості інформації, стислих часових рамок чи неможливості зібрати повний обсяг необхідних даних. Завдяки різноманітним сферам застосування інформаційних технологій їх функціональні можливості, ступінь автоматизації та інші параметри можна класифікувати за різними категоріями

Інформаційні технології можна класифікувати за різними типами залежно від їхніх функціональних характеристик і застосування. Нижче наведемо узагальнені типи інформаційних технологій (рис. 1.10):



Рисунок 1.10. Узагальнені типи інформаційних технологій

Джерело: розроблено

Це лише кілька загальних типів інформаційних технологій, і кожен з них має свої специфічні підтипи та застосування в різних галузях.

Продовжимо дослідження в розрізі понять «інформаційна технологія формування компетентностей» та «інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти».

Оскільки в науковій та нормативно-правовій літературі не було знайдено дефініцій понять «інформаційна технологія формування компетентностей» та «інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти», тому постає необхідність виведення авторського бачення «інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти» в рамках пропонованого дисертаційного дослідження через поєднання визначення «інформаційна технологія» та факторів, що впливають на формування компетентностей здобувачів освіти.

Отже, на основі попередньо проведених досліджень процесу формування компетентностей та дефініцій понять «інформаційна технологія» сформуємо авторське бачення поняття «інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти», враховуючи виведені нами фактори впливу на формування компетентностей здобувачів освіти: держави, закладів вищої освіти та ринку праці.

Інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти – це програмна компонента та відповідні ресурси, сукупність методів, засобів і прийомів, що використовуються для забезпечення ефективної реалізації процесу формування компетентного фахівця у відповідних галузях під час взаємодії закладів вищої освіти (ЗВО), ринку праці та держави.

Інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти закладів вищої освіти являє собою складну систему, яка охоплює програми та відповідні ресурси, а також різноманітні методи, прийоми та інструменти. Ці засоби використовуються з метою ефективної організації процесу формування компетентних фахівців у конкретних галузях знань. Важливо враховувати, що ця технологія співпрацює з державними

органами, ринком праці та вищими навчальними закладами для досягнення мети – формування кваліфікованих спеціалістів (рис. 1.11).

У попередніх підрозділах цього дисертаційного дослідження було зазначено, що основним документом, який відображає відповідність компетентностей освітнім компонентам, є ОПП/ОНП. Особливу увагу було звернено на те, що кожна ОПП/ОНП повинна бути унікальною, що постає значним викликом перед її розробниками. Тому перед нами окреслюється завдання створення такої інформаційної технології для формування компетентностей здобувачів освіти, яка відповідала б вимогам унікальності ОПП/ОНП та водночас задовольняла б вимоги держави, ринку праці й здобувачів освіти як кінцевих споживачів.

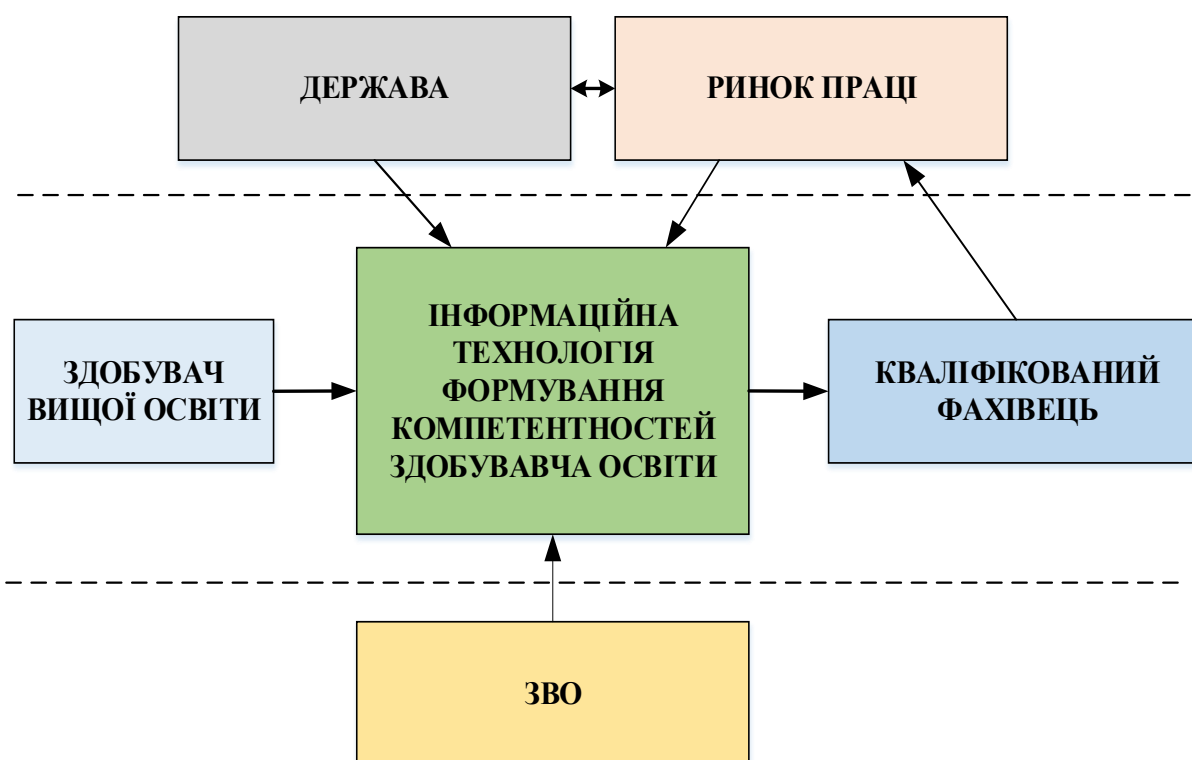


Рисунок 1.11. Модель впливу факторів на формування компетентностей здобувачів освіти

Джерело: розроблено автором

Опишемо модель впливу факторів на формування компетентностей здобувачів освіти. Ця модель складається з трьох концептуальних частин: суб'єкт споживання, об'єкт, суб'єкт регулювання. Модель впливу факторів

на формування компетентностей здобувачів освіти можна описати як систему взаємодії між трьома концептуальними блоками, що відображає комплексний підхід до освітнього процесу.

- Суб'єкт споживання. В основі моделі лежить ЗВО, який є основним користувачем інформаційної технології. ЗВО використовує інформаційні технології для оптимізації процесу створення унікальної ОПП/ОНП, забезпечуючи її відповідними освітніми компонентами для формування компетентного фахівця, а також для доступу до актуальних знань і підтримки неперервної освіти. Головною метою ЗВО є формування в здобувачів необхідних компетентностей, які дозволять їм бути конкурентоспроможними на ринку праці.
- Об'єкт – здобувач вищої освіти/кваліфікований фахівець, який є центральним елементом процесу навчання, де його особистісний і професійний розвиток стає результатом взаємодії ЗВО із іншими компонентами технології. У процесі освіти здобувач формує та розвиває свої компетентності, які є ключовими для його кваліфікації як фахівця. Варто відзначити, що ефективне використання майбутньої інформаційної технології дозволить здобувачу освіти сформувати власну індивідуальну траєкторію навчання.
- Суб'єкт регулювання – держава та ринок праці. Держава та ринок праці виконують роль суб'єктів регулювання в моделі. Вони формують стандарти вищої освіти в яких закладені компетентності, необхідні на ринку праці, і таким чином впливають на формування ОПП/ОНП в ЗВО. Держава регулює освітній процес через політику і законодавство, гарантуючи якість освіти та відповідність освітніх стандартів. Ринок праці надає зворотний зв'язок щодо ефективності і релевантності компетентностей, що формуються у здобувачів освіти.

Взаємодія цих трьох елементів сприяє створенню гнучкої та адаптивної інформаційної технології формування компетентностей

здобувачів освіти, яка здатна задовольняти потреби індивідуального розвитку здобувачів та вимоги ринку праці.

Основна ідея інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти полягає в тому, що на початковому етапі об'єктом є здобувач освіти, який набуває знань завдяки цій технології, і в результаті стає кваліфікованим фахівцем. Опишемо сутність інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти.

Головним користувачем інформаційної технології формування компетентностей є ЗВО. Особливу увагу варто звернути на гарантів та групу забезпечення ОПП/ОНП, які відіграють ключову роль у формуванні компетентностей здобувача освіти, що дозволяє йому після навчання стати кваліфікованим фахівцем. Використання нейромережових алгоритмів у межах цієї технології надає гарантам освітніх програм унікальну можливість акумулювати всю необхідну інформацію в одному місці, що дозволить оптимізувати робочий час і створити максимально індивідуалізовану ОПП/ОНП. Це сприятиме ефективному формуванню компетентностей у здобувачів освіти. Крім того, важливою перевагою цієї технології є можливість прогнозування попиту і пропозиції професій з урахуванням зовнішніх впливів на ринок праці. Це дасть гарантам ОПП/ОНП змогу краще розуміти напрями для вдосконалення програм, щоб випускники ставали затребуваними фахівцями на ринку праці.

Держава та ринок праці в процесі побудови ОПП/ОНП виступають суб'єктами контролю, оскільки вони впливають на попит і пропозицію на ринку праці, а також забезпечують нормативно-правове регулювання. Однак ми плануємо передбачити можливість їхнього додаткового впливу та використання шляхом внесення додаткових функцій для вдосконалення технології. Це, наприклад, прогнозування даних, пошук відповідних фахівців і створення умов для взаємодії фахівців з потенційними роботодавцями.

Отже, інформаційна технологія є інтегрованою системою, в якій заклади вищої освіти виступають основними користувачами, покликаними оптимізувати навчальні процеси та формувати необхідні компетентності у здобувачів освіти. Застосування нейромережевих алгоритмів у цій технології сприятиме акумуляції знань і створенню унікальних ОПП/ОНП, що враховують актуальні потреби ринку праці. Здобувачі освіти, постаючи центральними учасниками процесу, отримують можливість формувати індивідуальні навчальні траєкторії, що підвищує їхню адаптивність і конкурентоспроможність. Держава та ринок праці виконують роль регуляторів, надаючи зворотний зв'язок і встановлюючи стандарти для освітніх програм. Таким чином, ця інформаційна технологія розглядає освітній процес як динамічний, який вимагає постійного оновлення та вдосконалення, щоб відповідати вимогам сучасного ринку праці та індивідуальним потребам здобувачів освіти. Синергія між здобувачами, ЗВО, державою та ринком праці є ключовим елементом для створення ефективної та гнучкої системи освіти.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У першому розділі розглянуто впровадження ІКТ у систему освіти України, їх роль у розвитку освітнього процесу, а також взаємодію між державою, ринком праці та освітніми закладами для підготовки висококваліфікованих фахівців. Був проведений аналіз теоретичних і методологічних аспектів формування компетентностей здобувачів вищої освіти. У роботі було розглянуто основні компоненти системи вищої освіти, які включають в себе інституційні та нормативні аспекти, що визначають взаємодію між освітніми установами, державою та ринком праці.

Однією з головних функцій держави є регулювання освіти через законодавчі акти, як-от закони «Про освіту» та «Про вищу освіту». Важливу роль відіграють професійні стандарти, що формують компетенції для успішної діяльності у різних галузях. Вони стають базою для розробки освітніх програм і навчально-методичних матеріалів, завдяки яким студенти отримують необхідні знання.

Інформатизація суспільства та розвиток SMART-технологій є ще одним ключовим аспектом освітнього процесу. Ці технології сприяють модернізації освітнього середовища, полегшують використання сучасних інформаційних систем, підвищують ефективність навчання та стимулюють розвиток інноваційних навичок у студентів. Інноваційні технології сприяють більш ефективному формуванню критичного мислення та соціальної відповідальності.

Ключовою ідеєю є важливість гармонізації професійних та освітніх стандартів. Стратегія розвитку освіти в Україні передбачає збільшення технічної грамотності студентів та створення умов для тісної співпраці між наукою, бізнесом і державою. Це, в свою чергу, забезпечує здатність країни відповідати на глобалізаційні та технологічні зміни.

Серед основних аспектів, які було проаналізовано, варто відзначити компетентнісну модель у вищій освіті, що охоплює як обов'язкові, так і вибіркові компетенції. Це дозволяє студентам отримувати не лише стандартизовані знання, а й розвивати навички, що відповідають конкретним професійним середовищам. В Україні діють формальна, неформальна та інформальна освіта, що дозволяє розвивати як загальні, так і фахові компетенції.

Індивідуальна освітня траєкторія – це ще один важливий елемент сучасної освіти, що дає можливість студентам самостійно обирати елементи навчальних програм та формувати свої компетенції на основі особистих потреб і професійних цілей. Такий підхід дозволяє інтегрувати неформальну та інформальну освіту в навчальний процес, розширюючи можливості студентів.

Компетентності формуються на різних рівнях: інтегральні (загальні характеристики професійної діяльності), загальні (базова підготовка) та спеціальні (фахова підготовка). Мультидисциплінарний підхід сприяє формуванню фахівців із широким спектром знань, що стає можливим завдяки поєднанню традиційних та інноваційних освітніх підходів.

Важливу роль у процесі формування компетентностей відіграють викладачі та стейкхолдери, які забезпечують науково-методичний супровід, створюють умови для індивідуальних траєкторій навчання, а також сприяють практичному навчанню студентів. Крім того, наукові семінари, конференції та тренінги допомагають студентам набувати необхідних навичок та знань.

Одним із ключових елементів сучасної освіти є використання нейромережевих алгоритмів, які дозволяють автоматизувати процес створення освітніх програм, що відповідають потребам ринку праці та державним стандартам. Це дозволяє не лише прогнозувати попит на професії, але й швидко коригувати навчальні плани.

Держава та ринок праці виступають як регулятори у процесі формування компетентностей, встановлюючи стандарти, на основі яких вибудовуються освітні програми. Взаємодія між ними та освітніми закладами створює ефективну систему контролю і адаптації освітніх процесів до сучасних викликів.

Незважаючи на значні досягнення у впровадженні ІКТ в освітній процес, існує необхідність у подальшому вдосконаленні цих технологій. Це охоплює розвиток автоматизованих систем оцінювання компетенцій, інтеграцію штучного інтелекту у навчальні процеси та прогнозування потреб ринку праці.

Основні результати розділу висвітлені у науково-дослідних роботах:

«Проектування інформаційних технологій освітнього середовища» (номер державної реєстрації №0121U100278);

«Моделювання інформаційно-аналітичної системи контролю якості процесу виробництва продукції» (номер державної реєстрації № 0121109155).

Основні результати розділу опубліковані в наукових працях автора:

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації: [4], [5], [7]

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації: [10], [13]

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації: [14]

Список використаних джерел до Розділу 1

1. Ковалюк, Т. В. (2017). Узгодження вимог професійних та освітніх ІТ-стандартів до компетентностей випускників ІТ-спеціальностей ВНЗ. *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Серія: Інформаційні системи та мережі*, (872), 229-240. <https://ena.lpnu.ua/items/1bc89e29-5c0c-4c5e-b559-039149d2147d/full>
2. Гуревич, Р. С., Кадемія, М. Ю., Козяр, М. М. (2012). Інформаційно-комунікаційні технології в професійній освіті майбутніх фахівців (Гуревич Р. С., ред). Львів : Вид-во «СПОЛОМ».
3. *Про впровадження пілотного проекту «Learnin – SMART навчання»* (Наказ Міністерства освіти і науки України, 12 грудня). №812. (2012). Офіційний портал Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0812736-12#Text>
4. *Закон України «Про освіту»*. Офіційний портал Верховної Ради України. № 2145-VIII. (2017). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
5. *Закон України «Про вищу освіту»*. Офіційний портал Верховної Ради України. № 1556-VII. (2014). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>
6. *Закон України «Про повну загальну середню освіту»*. Офіційний портал Верховної Ради України. № 463-IX. (2020). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>
7. *Закон України «Про Національну програму інформатизації»*. Офіційний портал Верховної Ради України. № 2807-IX. (2023). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-20#Text>
8. *Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки* (Розпорядження Кабінету Міністрів України). Офіційний портал Верховної Ради України. № 286. (2022). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text>

9. Закон України «Про фахову передвищу освіту». Офіційний портал Верховної Ради України. № 2745-VIII. (2019).
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19#Text>
10. Закон України «Про професійну (професійно-технічну) освіту». Офіційний портал Верховної Ради України. № 103/98-ВР. (1998).
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/103/98-%D0%B2%D1%80#Text>
11. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність». Офіційний портал Верховної Ради України. № 848-VIII. (2016).
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text>
12. Про затвердження Національної рамки кваліфікацій (Постанова Кабінету Міністрів України). Офіційний портал Верховної Ради України. № 1341. (2011). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF#Text>
13. Про затвердження Порядку реалізації права на академічну мобільність (Постанова Кабінету Міністрів України). Офіційний портал Верховної Ради України. № 579. (2015).
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/579-2015-%D0%BF#Text>
14. Про унесення змін до Методичних рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти (Наказ Міністерства освіти і науки України, 01 червня). № 600. (2017). (у редакції наказу Міністерства освіти і науки України від 30.04.2020 р. № 584).
15. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG) (2015).
https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2019/07/Final-Standards-and-Guidelines-UA201511_press_20151106.pdf
16. Відомості про професійні стандарти. (2023). Офіційний портал Міністерства економіки України. <http://surl.li/mvchli>
17. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації (Розпорядження Кабінету

- Міністрів України). Офіційний портал Верховної Ради України. № 167-р. (2021). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-p#Text>
18. Семеніхіна, О. В. (2015). Нові парадигми у сфері освіти в умовах переходу до SMART-суспільства. *Вісник Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка*, (5), 34-44. <https://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN23/13sovpds.pdf>
19. Томчук, М. А., Попова, І. В., Ніколайчук, М. Д. (2019). Перспективи та проблеми розвитку SMART-технологій в Україні. *Якість і безпека. Сучасні реалії : матеріали III науково-практичної конференції*. Вінниця, 14-15 березня, 51-52. <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/32972>
20. Якубов С., Якінін Я. (2011). Технології SMART та навчальні матеріали. *HiTech у школі*, (3-4), 8–11.
21. Kim, K. (2008). Ubiquitous Learning Supporting System for Future Classroom in Korea. *Proc. Soc. for Information Technology and Teacher Education Int'l Conf.*, K. McFerrin et al., eds. 08, Mar., 2648–2657.
22. Освіта.уа. (2021) *Перелік освітніх програм (5-9 класи)*. <https://osvita.ua/school/program/84973/>
23. Міністерство освіти і науки України. Офіційний сайт. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-osvitni-programi>
24. Захаров, Р. (2023). Система формування компетентностей здобувачів освіти з урахуванням вимог стейкхолдерів. *Управління розвитком складних систем*, (53), 71–79. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.53.71-79>
25. Краснощок, І. П. (2018). Індивідуальна освітня траєкторія студента: теоретичні аспекти організації. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр., А.В. Сущенко (голов. ред.)*. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 60(1), 101-107.

26. Шаров, С., Шарова, Т. (2017). Формування індивідуальної освітньої траєкторії студента засобами інформаційної системи. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету*, 2(19), 149-154.
27. Барна, М. Ю., Медвідь, Л. Г. (2019). Формування індивідуальної освітньої траєкторії студентів в умовах модернізації вищої освіти. *Інноваційна педагогіка*, 19(3), 178-184. <https://doi.org/10.32843/2663-6085-2019-19-3-37>
28. Національне агентство кваліфікацій (2023). *Методичні рекомендації щодо розроблення професійних стандартів*. <https://nqa.gov.ua/uploads/multiple-input/63d3be768f7b1.pdf>
29. Мокін, Б. І., Мізерний, В. М., Мензул, О. М. (2011). Формування професійної компетентності студентів в умовах професійно-практичної підготовки. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, (5), 199-203. <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/6381/1550.pdf>
30. Ковальчук, В., Оршанський, Л. (2016). Професійна підготовка на засадах компетентнісного підходу. *Молодь і ринок*, (11-12), 6-10.
31. Ковтун, О. В. (2019). Technology of forming students' foreign-language professional competence in the educational space of higher education institution. *Scientific Bulletin of South Ukrainian National Pedagogical University Named After K. D. Ushynsky*, 3(128), 117-125. <https://doi.org/10.24195/2617-6688-2019-3-17>
32. Вінник, М. О., Осипова, Н. В., Тарасіч, Ю. Г., Савенко, А. П. (2014). Формування дослідницьких компетентностей студентів спеціальності «Програмна інженерія» на прикладі викладання курсу «Групова динаміка та комунікації». *Наукові праці. Серія: Педагогіка*, 233(245), 95-101.
33. Білаш, В. М. (2018). Формування життєвих компетентностей особистості у процесі підготовки молодших спеціалістів. *Матеріали*

- Міжвузівської науково-практичної конференції «Впровадження компетентнісного підходу у процесі підготовки майбутніх фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «молодший спеціаліст»*: зб. наук. пр., С.І. Михайлов (ред.), 11-14.
34. Хоружий, Г. (2018). Компетентнісні моделі у вищій освіті та бізнесі: зарубіжний досвід. *Вісник КНТЕУ*, (1), 131-147.
35. Management Study Guide (n.d.). Competency Ice-Berg Model – Meaning and its Components.
<http://www.managementstudyguide.com/competency-iceberg-model.htm>.
36. Себало, Л. І. (2017). *Підготовка майбутнього вчителя початкових класів до самоосвітньої діяльності* [дис. канд. пед. наук: 13.00.04, Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова].
https://npu.edu.ua/images/file/vidil_aspirant/dicer/D_26.053.01/Sebalo_L.pdf.
37. Держспоживстандарт України (2009). *Науково-інформаційна діяльність. Терміни та визначення понять (ДСТУ 5034:2008)*.
http://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTU2/dstu_5034-2008.pdf
38. National Institute of Standards and Technology (Apr. 1998). *Information Technology Security Training Requirements: a Role- and Performance-Based Model*. Special Publication 800-16, 200 pages CODEN: NSPUE2.
<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-16.pdf>
39. Hogan, M., Newton, E. (ed.). (2015). *Supplemental Information for the Interagency Report on Strategic U.S. Government Engagement in International Standardization to Achieve U.S. Objectives for Cybersecurity*. Prepared by the International Cybersecurity Standardization Working Group of the National Security Council's Cyber Interagency Policy Committee. 8074(2), Report on Strategic U.S. Government Engagement in International Standardization to Achieve U.S. Objectives for Cybersecurity. National Institute of Standards and

Technology.

<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2015/NIST.IR.8074v2.pdf>

40. Український проєкт бізнес-розвитку плодоовочівництва (UHBDP). (2017). <https://platforma-msb.org/ukrayinskyj-proekt-biznes-rozvytku-plodoovochivnytstva/>
41. Cisco. (n.d.) *What Is IT (Information Technology)?* <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/it-information-technology-explained.html>
42. Victoria, Artur. (2020). Information Technology. Preprint. 10.13140/RG.2.2.15684.78728.
43. Риндюк, Д. В., Пешко, В. А. (2022). Інформаційні технології конспект лекцій. Навч. посіб. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Електронне видання. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48471/1/Informatsiini_tekhnolohii_lektsii
44. Скопень, М. М. (2005). Комп'ютерні інформаційні технології в туризмі. К. : Кондор.
45. *Про внесення змін до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти* (Постанова Кабінету Міністрів України) № 1392. (2022). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2022-%D0%BF#Text>

РОЗДІЛ 2

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Для обчислювального ядра інформаційної системи (ІС), яка, зокрема, призначена для підтримки ухвалення рішень у процесі формування компетентностей здобувача вищої освіти, можна використовувати різні математичні методи та моделі. Як було показано в [1-3], можна використовувати такі методи:

методи машинного навчання (ММН), разом зі штучними нейронними мережами (ШНМ). В ІС ШНМ можуть використовуватися для аналізу великих обсягів даних про абітурієнтів, навчальні програми, ринок праці та інші чинники, що впливають на якість підготовки фахівців. ММН можуть допомогти виявити приховані закономірності та передбачити результати навчання і майбутню успішність здобувачів вищої освіти. Наприклад, у [4] описано приклад використання алгоритмів класифікації для визначення відповідних навчальних програм для конкретних абітурієнтів, виходячи з одного з пріоритетів сучасної концепції вищої освіти – необхідності формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача вищої освіти;

методи математичного моделювання можуть бути використані для опису взаємодії різних чинників, таких як ринок праці та потреби студентів. Наприклад, у [5] розглядається модель, що враховує поточні вимоги ринку праці та передбачає, які компетентності будуть найбільш цінними в майбутньому. Такі моделі можуть допомогти гаранту ОПП/ОНП сформувавши актуальний варіант освітньої програми, з елементами унікальності та урахуванням специфіки конкретного університету;

оптимізаційні методи використовуються для визначення оптимального набору навчальних дисциплін і курсів, необхідних для

формування певних компетентностей за фахом, з урахуванням трендів розвитку як країни загалом, так і окремого регіону (наприклад, м. Києва чи Київської області). У роботі [6] розглянуто варіанти використання методу лінійного програмування для оптимізації розкладу занять і розподілу навчальних навантажень з урахуванням обмежень і цілей освітньої програми.

Формування компетентностей ШНМ є ефективним елементом у системі підтримки прийняття рішень (СППР) для формування компетентностей здобувача вищої освіти. Наприклад, ШНМ може допомогти гаранту ОПП(ОНП) визначити найбільш ефективні навчальні модулі та практичні заняття для формування необхідних компетентностей. Крім того, ШНМ може допомогти в персоналізації освітнього процесу, враховуючи індивідуальні потреби та здібності кожного абітурієнта, що забезпечить об'єктивне формування індивідуальної освітньої траєкторії.

Відповідно слід зупинитися на розробці ШНМ як складової ІТ підтримки ухвалення рішень у процесі формування компетентностей здобувача вищої освіти. Розглянемо можливості використання ІТ для адаптації навчальних матеріалів університету (на прикладі спеціальності 121 – «Інженерія програмного забезпечення») до індивідуальних потреб студентів за допомогою самоорганізованих нейронних мереж і карт Кохонена.

2.1 Архітектура нейронної мережі для підтримки прийняття рішень у процесі формування компетентностей здобувача вищої освіти

Задля врахування комплексу внутрішніх змінних, значення яких оцінюються в момент часу t , у моделі ШНМ слід використовувати архітектуру, що дає змогу обробляти послідовності даних і враховувати контекст підготовки фахівців в університеті. Однією з таких архітектур є рекурентна нейронна мережа (RNN) [7].

RNN мають пам'ять і зберігають інформацію про попередні стани, що дозволяє враховувати послідовність вхідних даних. У нашому випадку, для ШНМ, де значення змінних оцінюються в момент часу t , RNN доречно використовувати для опрацювання та аналізу цих змінних на кожному часовому кроці підготовки здобувача вищої освіти, наприклад, за семестрами або за модулями освітньої компоненти (ОК).

Архітектура RNN складається з повторюваного блоку, який приймає на вхід поточні значення змінних та інформацію про попередній стан мережі. Таким чином, на кожному часовому кроці RNN обробляє нову порцію даних і оновлює свій внутрішній стан. Це забезпечує врахування динамічних змін внутрішніх змінних із часом.

Крім того, для більш точного моделювання складних взаємозв'язків і передбачення результатів навчання здобувачів вищої освіти можна використовувати більш складні архітектури, як-от: довга короткострокова пам'ять (LSTM) або згорткові нейронні мережі (CNN) у поєднанні з RNN.

Для обґрунтування вибору конкретної архітектури проведемо детальніший аналіз завдання і доступних даних. Реалізація такого аналізу вимагає вивчення обсягу та характеру даних, оцінювання важливості та взаємозв'язку кожної змінної, що відіграє роль у підтримці ухвалення рішень під час формування компетентностей здобувача вищої освіти. Ґрунтуючись на цих чинниках, необхідно обрати та налаштувати відповідну модель ШНМ для розв'язання задачі формування

компетентностей здобувача вищої освіти, з огляду на комплекс внутрішніх змінних, які розглядаються нижче.

Зазвичай для гаранта ОПП/ОНП в університеті відкритими є такі вихідні дані (змінні):

- контингент здобувачів освіти за спеціальністю;
- комплекс наявних робочих навчальних програм (силабусів);
- попит на освітні послуги за фахом, у тому числі в регіоні;
- державне замовлення на підготовку фахівців за спеціальністю;
- фактичний обсяг прийому на спеціальність за роками;
- фактичний обсяг випуску за спеціальністю за роками;
- бюджетні кошти на підготовку фахівців за спеціальністю;
- коефіцієнт якості ресурсної бази університету (фінансування матеріально-технічної бази та дані про контингент науково-педагогічних працівників);
- коефіцієнт якості підготовки фахівців, що визначається як оцінка затребуваності фахівця на ринку.

Для розв'язання задачі відповідно до обраних змінних видається доцільним використання архітектури ШНМ із кількома шарами, а також комбінації різних типів шарів. Така архітектура містить:

вихідний шар, коли кожна змінна представлена у вигляді нейрона цього шару. Це дасть змогу ШНМ отримувати інформацію про різні аспекти, що впливають на формування компетентностей здобувачів вищої освіти;

приховані шари, які створюють умови для вивчення складних взаємозв'язків між різними змінними. Зокрема, використання різних функцій активації ReLU (Rectified Linear Unit) для додавання нелінійності і поліпшення здатності мережі до апроксимації складних функцій;

вихідний шар, містить нейрони, які охоплюють різні аспекти, наприклад, оптимальні освітні шляхи для абітурієнтів з метою формування індивідуальної освітньої траєкторії або актуальні варіанти освітніх

програм, у яких ураховується можливість спеціалізації здобувачів вищої освіти на старших курсах ОПП.

Використання декількох вихідних нейронів створює умови для ШНМ одночасно прогнозувати різні аспекти компетентностей здобувачів вищої освіти. Багатошарова архітектура сприятиме більш ефективному опрацюванню складних взаємозв'язків між вхідними змінними та передбачати результати на основі цієї інформації. У такому разі ШНМ буде здатна адаптуватися до складних патернів даних на основі використання нелінійних функцій активації в прихованих шарах.

Для розв'язання задачі підтримки прийняття рішень у процесі формування компетентностей здобувача вищої освіти, особливо під час роботи з нечіткою інформацією, доречно використовувати нечіткі нейронні мережі (ННМ). Вони мають здатність обробляти невизначеність і нечіткість у даних, що є важливим під час аналізу вхідних змінних. Для нашого завдання вибір ННМ був зумовлений такими чинниками:

- невизначеність даних, що полягає у використанні змінних на зразок «коефіцієнт якості підготовки фахівців», які можуть бути схильні до невизначеності та нечіткості. Нечітка логіка дає змогу гнучкіше керувати цією невизначеністю в даних;

- лінгвістичні змінні, тобто нечіткі терміни, такі як: «високий попит», «низька якість підготовки», «висока якість підготовки» тощо. Нечіткі нейронні мережі можуть легко обробляти такі терміни, що робить їх привабливішими, порівняно з LSTM, CNN або RNN;

- множинні виходи, які надають можливість прогнозування декількох аспектів компетентностей здобувачів вищої освіти, ніж, наприклад, рекурентна нейронна мережа;

- інтерпретованість, що є важливою умовою для прийняття рішень в освітній галузі, оскільки допомагає менеджменту ЗВО і гаранту ОПП/ОНП зрозуміти, які чинники роблять внесок у кінцеві рішення;

- експертні знання під час добору чинників (вхідних змінних), які найчастіше виражені в нечітких термінах, більш ефективно інтегруються з допомогою нечітких нейронних мереж.

Для вирішення завдання, пов'язаного з аналізом рішень у процесі формування компетентностей здобувача вищої освіти, розроблено ННМ.

Архітектура ННМ зображена на рис. 2.1. Вона складається з трьох шарів нейронів.

Шар 1. Виходи нейронів цього шару визначають ступінь приналежності вхідних змінних x_1, x_2, \dots, x_7 у відповідні множини з трапецеїдальною функцією приналежності.

Шар 2. Виходами нейронів є ступені істинності для кожного з правил формалізованого опису моделі. Усі нейрони шару реалізують операцію "АБО".

Шар 3. Нейрони цього шару є звичайними нейронами, які виконують зважене додавання.

Вектор вхідних даних X містить 7 елементів. Тобто, ННМ має 7 вхідів (були відібрані експертним шляхом):

x_1 – контингент здобувачів освіти за спеціальністю;

x_2 – попит на освітні послуги за фахом, у тому числі в регіоні;

x_3 – фактичний обсяг випуску за спеціальністю за роками;

x_4 – бюджетні кошти на підготовку фахівців за спеціальністю;

x_5 – показник (коефіцієнт) якості ресурсної бази університету (фінансування матеріально-технічної бази та дані про контингент науково-педагогічних працівників);

x_6 – коефіцієнт якості підготовки фахівців, який визначається як оцінка затребуваності фахівця на ринку;

x_7 – державне замовлення на підготовку фахівців за спеціальністю.

Експерти (гаранти ОПП, декани факультетів, зав. кафедр та ін.) обґрунтували вибір такими аргументами:

Контингент здобувачів освіти за спеціальністю (x_1) - це кількість студентів/здобувачів освіти, які навчаються за цією спеціальністю в університеті (у нашому випадку 121 – «Інженерія програмного забезпечення»). Ця змінна впливає на конкуренцію, якість освіти та можливості для індивідуалізації навчання. Що більший контингент, то більший попит на спеціальність, але тим складніше забезпечити високий рівень освіти і задовольнити потреби кожного здобувача освіти.

Попит на освітні послуги за спеціальністю, у тому числі в регіоні (x_2) - це ступінь затребуваності спеціальності на ринку праці та в суспільстві. Ця змінна впливає на мотивацію, перспективи та задоволеність здобувачів освіти. Що вищий попит, то більше шансів знайти роботу за фахом, але тим вищі вимоги до якості підготовки та конкуренції з іншими випускниками.

Фактичний обсяг випуску за спеціальністю за роками (x_3) - це кількість студентів, які успішно закінчили навчання за даною спеціальністю в університеті за певний період часу. Ця змінна впливає на репутацію, ресурси та розвиток спеціальності. Що більший обсяг випуску, то більше доказів успішності спеціальності, але тим більшим є навантаження на університет і тим швидше змінюються тренди та технології в галузі спеціальності.

Бюджетні кошти на підготовку фахівців за спеціальністю (x_4) - це кількість коштів, які виділяються університету або спеціальності для забезпечення якісної освіти студентів. Ця змінна впливає на матеріально-технічну базу, науково-педагогічний склад та інноваційність освітнього процесу. Що більший бюджет, то більше можливостей для оновлення обладнання, залучення кваліфікованих викладачів та впровадження нових методів і форм навчання.

Показник (коефіцієнт) якості ресурсної бази університету (фінансування матеріально-технічної бази та дані про контингент науково-педагогічних працівників) (x_5) - це інтегральний показник, який

характеризує стан і рівень ресурсів, що доступні університету або спеціальності для навчання здобувачів освіти. Ця змінна впливає на ефективність, сучасність і безпеку освітнього процесу. Що вищий показник, то краще обладнані і забезпечені навчальні аудиторії, лабораторії та бібліотеки, то більший і якісніший науково-педагогічний персонал, то легше адаптуватися до змін у галузі спеціальності.

Коефіцієнт якості підготовки фахівців, який визначається як оцінка затребуваності фахівця на ринку праці (x_6) - це показник, який характеризує ступінь відповідності знань, умінь і навичок здобувачів освіти вимогам роботодавців і суспільства. Ця змінна впливає на конкурентоспроможність, самореалізацію та задоволеність здобувачів освіти. Що вищий коефіцієнт, то більше шансів влаштуватися на роботу за фахом, то більша довіра та повага до фахівців, то більше можливостей для професійного зростання та розвитку.

Державне замовлення на підготовку фахівців за спеціальністю (x_7) - це кількість місць, які фінансуються з державного бюджету для навчання здобувачів освіти за даною спеціальністю в університеті. Ця змінна впливає на доступність, соціальну відповідальність і стратегічну значущість спеціальності. Що більше державне замовлення, то більше можливостей для здобуття безоплатної або пільгової освіти, то більше уваги приділяють якості та результатам навчання, то більший інтерес і підтримка з боку держави та суспільства.

Для завдання щодо формування компетентностей здобувача вищої освіти з вхідним вектором, що охоплює 7 елементів, варіанти вектора вихідних сигналів містять прогнозування різних аспектів компетентностей.

До вихідних сигналів віднесемо:

-прогнозування успішності здобувача вищої освіти. Такий вихідний вектор містить інформацію про передбачувану успішність здобувача освіти за ОПШ. Наприклад, виходи можуть передбачати оцінки з певних

ОК або успіх в освоєнні ключових компетенцій, передбачених стандартом спеціальності;

-визначення спеціальностей. Кожен із виходів відповідає одній із можливих спеціальностей або галузей компетентності. Таким чином, ННМ передбачає, яка ОПП(ОНП) найкраще підходить для даного здобувача вищої освіти. Наприклад, для ОПП – 121 – «Інженерія програмного забезпечення», такий напрям може бути пов'язаний з конкретними компетентностями у Frontend та/або Backend розробці.

-прогнозування привабливості випускника ОПП на ринку праці (міжнародному, державному або регіональному). Вихідні сигнали передбачають, наскільки успішно здобувач зможе адаптуватися і досягти успіху в реальному робочому середовищі після завершення навчання на конкретній ОПП;

-визначення індивідуальної освітньої траєкторії. Виходи вказують на найкращі персоналізовані освітні траєкторії здобувача вищої освіти з огляду на специфіку студента та вимоги ринку праці (регіонального, державного, міжнародного);

-прогнозування рівня задоволеності ОПП. ННМ визначає, наскільки здобувач вищої освіти буде задоволений освітнім процесом, що також є важливим аспектом для будь-якого ЗВО. Також зауважимо, що цей критерій оцінюється експертами Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО) під час акредитаційних експертиз, після цього –Галузевою експертною радою (ГЕР) НАЗЯВО;

-визначення потреби в додатковій підтримці. Вихідні сигнали визначають, чи потребує студент додаткової підтримки або коригувань у програмі навчання за конкретною спеціальністю (як у нашому випадку для ОПП – 121 «Інженерія програмного забезпечення»).

Серед перелічених вихідних сигналів експертним шляхом було відібрано три. В оціночній експертизі брали участь гаранти 25 ОПП у ДТЕУ, а також 12 експертів НАЗЯВО. Тобто вектор вихідних сигналів Y

складається з кількості елементів, які відповідають кількості можливих варіантів рішень для даного завдання:

$$\begin{aligned} Y &= [y_1 \dots y_z], \\ z &= h * (3 * g + 3) + 2, \end{aligned} \quad (2.1)$$

де z – кількість можливих рішень щодо формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача вищої освіти з метою максимізації рівня його професійних компетенцій відповідно до стандарту спеціальності (визначення індивідуальної освітньої траєкторії);

h – визначення спеціалізації, тобто визначення максимальної кількості та переліку освітніх компонент (навчальних дисциплін як обов'язкових, так і вибіркових), що задіяні в освітньому процесі за ОПП, які формують фаховість та зрештою індивідуальну освітню траєкторію;

q – прогнозування рівня задоволеності здобувачів вищої освіти ОПП.

Нечітка модель підсистеми прийняття початкових рішень для підтримки прийняття рішень у процесі формування компетентностей здобувача вищої освіти була побудована за допомогою алгоритмічної мови Python.

Для алгоритмічної мови Python існує кілька інтерпретаторів. Для нашого завдання було обрано дистрибутив Anaconda, що можна аргументувати наступними чинниками:

-простота встановлення та керування пакетами в Anaconda. Дистрибутив Anaconda постачається з інструментом керування пакетами conda, який забезпечує просте встановлення та оновлення необхідних бібліотек для нашого завдання. Це спрощує процес налаштування оточення для роботи з ННМ;

-багатий набір бібліотек, зокрема сторонніх. Дистрибутив Anaconda містить безліч бібліотек для наукових обчислень, МО та обробки даних, таких як NumPy, SciPy, scikit-learn та інші. Ці бібліотеки є корисними під

час реалізації та навчання нечітких нейронних мереж, що розглядаються в рамках поточного параграфа дисертації;

-кросплатформеність. Дистрибутив Anaconda доступний для різних операційних систем (Windows, macOS, Linux), що забезпечує кросплатформну сумісність і зручність роботи на різних платформах для користувачів у різних університетах;

-керування версіями пакетів. Conda також дає змогу керувати версіями пакетів, що корисно для забезпечення сумісності з конкретними версіями бібліотек у нашому проєкті;

-середовище віртуалізації. Дистрибутив Anaconda дає змогу створювати віртуальні середовища, що корисно для ізоляції проєктів і запобігання конфліктам залежностей між різними проєктами;

-підтримка віртуалізації. Дистрибутив Anaconda містить бібліотеки для віртуалізації. Наприклад, такі бібліотеки як Matplotlib і Seaborn полегшують візуалізацію результатів нашої роботи.

Обравши середовище реалізації ННМ, перейдемо до етапу вибору вхідних сигналів. На входи ШНМ подаються такі дані:

x_1 - контингент студентів за спеціальністю, $x_1 = [x_{1,1}, \dots, x_{1,h}]$;

x_2 - попит на освітні послуги за фахом у тому числі в регіоні, $x_2 = [x_{2,1}, \dots, x_{2,g}]$;

x_3 - фактичний обсяг випуску за спеціальністю за роками, $x_3 = [x_{3,1}, \dots, x_{3,8}]$;

x_4 - бюджетні кошти на підготовку фахівців за спеціальністю;

x_5 - показник (коефіцієнт) якості ресурсної бази університету (фінансування матеріально-технічної бази та дані про контингент науково-педагогічних працівників);

x_6 - коефіцієнт якості підготовки фахівців, який визначається як оцінка затребуваності фахівця на ринку праці;

x_7 - державне замовлення на підготовку фахівців за спеціальністю;

А також: x_8

$$x_8 = [x_{8,1}, \dots, x_{8,z}] ,$$

Прийнято, що $z = h * (3 * g + 3) + 2$.

На виходах нейромережі зчитують два вектори:

- перший вектор отримують із нейронів другого шару;
- другий вектор - із нейронів третього шару.

Розмірність першого вектора становитиме $h + g + 8$ елементів.

Розмірність другого вектора становитиме 9 елементів. Це відповідає кількості наслідків для кожного рішення. Для вибору алгоритму навчання ННМ було навчено за допомогою різних класичних алгоритмів, опис яких міститься в [7].

На рис. 2.1 показано архітектуру нейромережі для розв'язання задачі формування компетентностей здобувача вищої освіти.

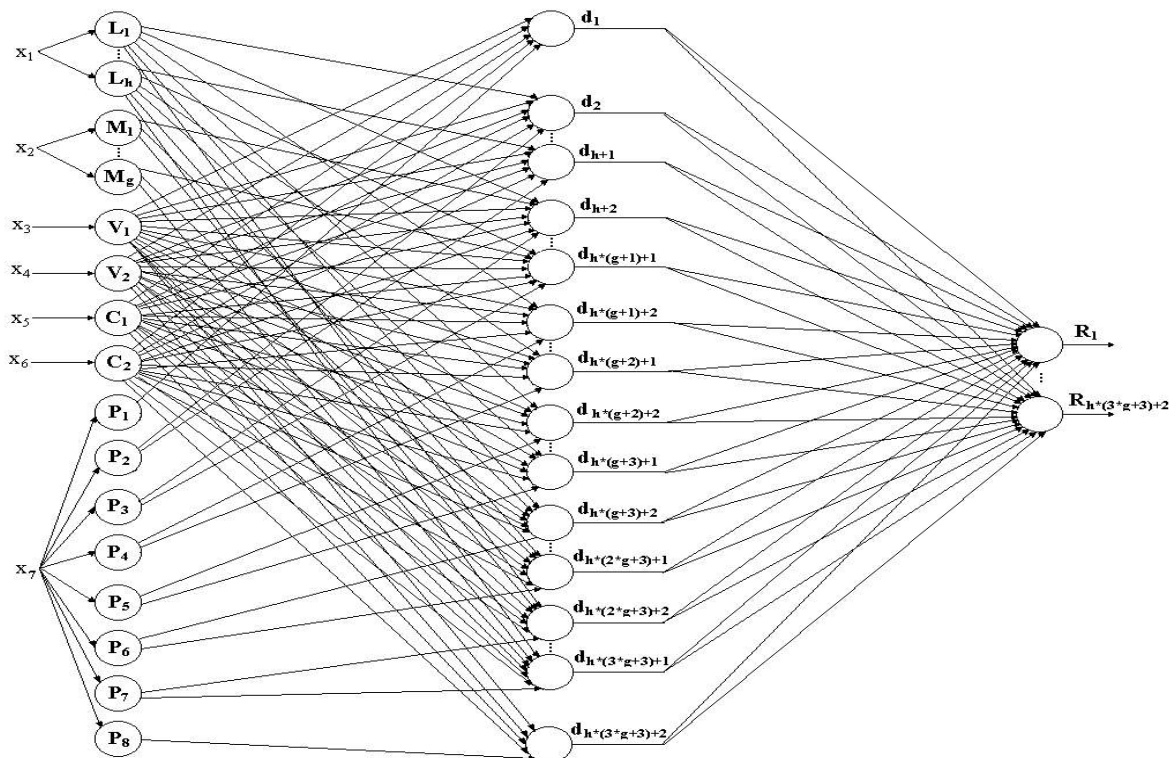


Рис. 2.1. Архітектура ННМ для розв'язання задачі формування компетентностей здобувача вищої освіти та прийняття початкових рішень

Джерело: розроблено автором

На рис. 2.2. показано архітектуру ННМ для розв'язання завдань, пов'язаних з аналізом рівня компетентностей випускників ОПП та їхньої відповідності стандарту спеціальності, а також визначенням наслідків початкових рішень

Як навчальну, використовували вибірку розмірністю 2500 елементів.

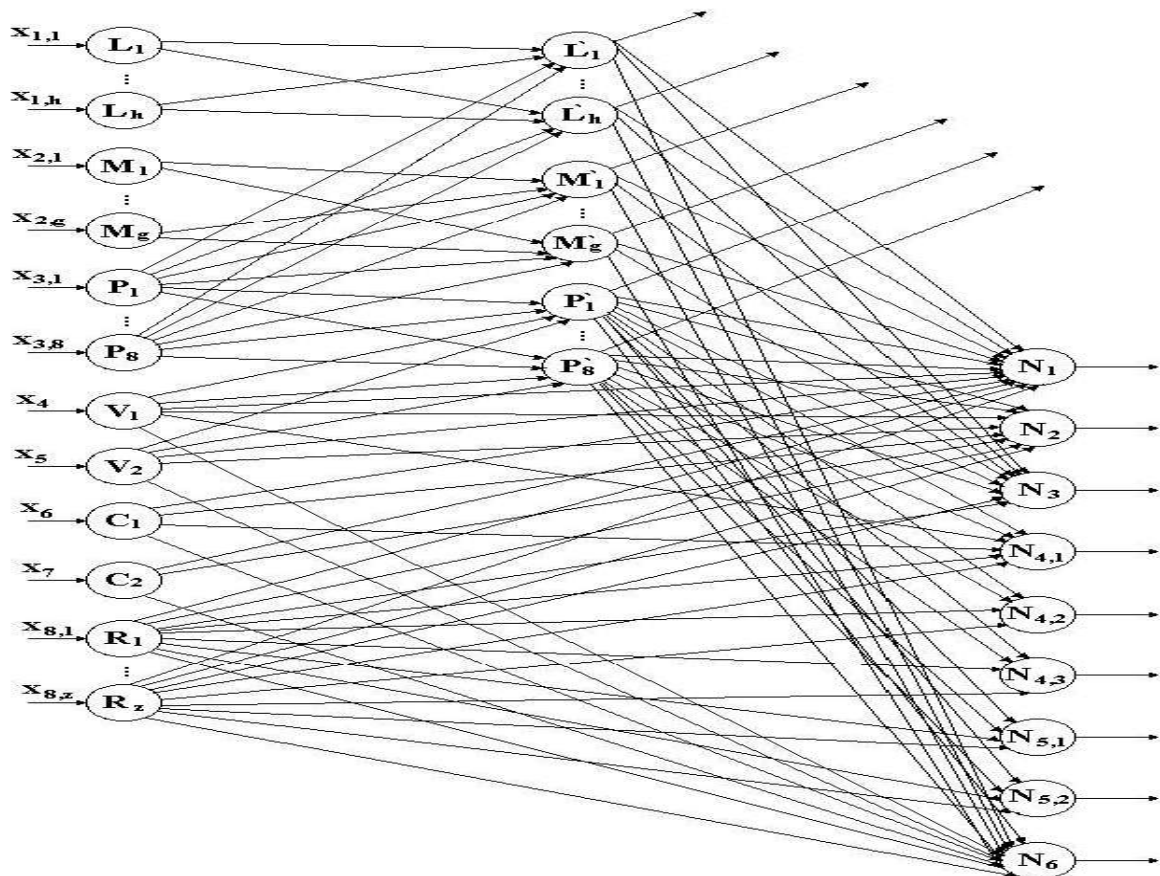


Рис. 2.2. Архітектура ННМ для розв'язання завдань, пов'язаних з аналізом рівня компетентностей випускників ОПП та їхньої відповідності стандарту спеціальності, а також визначенням наслідків початкових рішень

Джерело: розроблено автором

Як відомо, ННМ – це різновид ШНМ, що використовує нечітку логіку для опрацювання невизначених або неточних вхідних даних. Для створення ННМ на Python, було реалізовано таку послідовність кроків:

Крок 1. Визначаємо нечіткі змінні та правила для вхідних і вихідних даних. Наприклад, попит на освітні послуги за спеціальністю може бути нечіткою змінною, яка має три категорії:

- низький;
- середній;
- високий.

Кожна категорія має свою функцію належності, яка визначає, наскільки вхідне значення відповідає цій категорії. Одне з нечітких правил може бути таким:

«якщо попит на освітні послуги за спеціальністю високий і бюджетні кошти на підготовку фахівців за спеціальністю низькі, то кількість можливих рішень про формування індивідуальної освітньої траєкторії низька».

Крок 2. Реалізуємо нечіткий інтерфейс для перетворення вхідних даних у нечіткі значення та застосування нечітких правил. Для реалізації нечіткого інтерфейсу було виконано такі підкроки:

2.1. Прийнято функцію належності для кожної категорії кожної нечіткої змінної. Було використано бібліотеку `scikit-fuzzy` (Дистрибутив Anaconda), яка надає готові функції належності.

2.2. Обчислюємо ступінь належності кожного вхідного значення до кожної категорії кожної нечіткої змінної за допомогою функцій належності. Це дасть нам нечіткі вхідні значення, які являють собою набори пар (категорія, ступінь належності).

2.3. Застосовуємо нечіткі правила до нечітких вхідних значень, використовуючи логічні оператори – «І», «АБО», «НІ».

2.4. Реалізуємо нечіткий інтерфейс для перетворення нечітких вихідних значень у чіткі вихідні дані. Для реалізації нечіткого інтерфейсу необхідно виконати такі підкроки:

2.4.1 Вибираємо метод нечіткої дефазифікації, який підходить для нашої. Було використано бібліотеку `scikit-fuzzy`, яка надає готові методи дефазифікації.

2.4.2 Застосовуємо метод нечіткої дефазифікації до нечітких вихідних значень, щоб отримати чіткі вихідні дані. Чіткі вихідні дані - це числа, які являють собою остаточний результат роботи нашої нечіткої нейронної мережі.

Структура коду для ННМ із використанням бібліотеки `scikit-fuzzy` для розв'язання розглянутого вище завдання:

```

import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl

# Визначення нечітких змінних входу
contingent = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'contingent')
demand = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'demand')
graduates_volume = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'graduates_volume')
budget_funds = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'budget_funds')
quality_coefficient = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'quality_coefficient')
training_quality = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'training_quality')
state_order = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'state_order')
initial_decision = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'initial_decision')

# Визначення нечітких змінних виходу
individual_trajectory = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'individual_trajectory')
specialization = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'specialization')
satisfaction_level = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'satisfaction_level')

# Визначення функцій належності для кожної змінної
# ...
# Визначення нечітких правил
# ...
# Створення нечіткої моделі
# ...
# Підготовка даних для вхідного вектора
input_data = {
    "умовний": 50,
    'demand': 30,
    'graduates_volume': 70,
    'budget_funds': 40,
    'quality_coefficient': 60,
    'training_quality': 80,
    'state_order': 25,
    'initial_decision': 90
}
# Застосування вхідних даних до нечіткої моделі
# ...
# Отримання вихідних результатів
# ...

# Виведення результатів
# ...

```

Загальний вигляд розробленої та реалізованої в Anaconda показано на рисунку 2.3.

```

1 #Імпортуємо необхідні бібліотеки
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 #Визначаємо параметри мережі
6 n_inputs = 4 # Кількість вхідних векторів
7 n_neurons = 100 # Кількість нейронів у мережі
8 n_iterations = 1000 # Кількість ітерацій навчання
9 alpha0 = 0.1 # Початкова швидкість навчання
10 alpha_decay = 0.5 # Параметр затухання швидкості навчання
11 sigma0 = 10 # Початковий радіус сусідства
12 sigma_decay = 0.5 # Параметр затухання радіуса сусідства
13
14 #Генеруємо випадкові вхідні дані
15 У цьому прикладі ми використовуємо кольори у форматі RGB
16 n_samples = 1000 # Кількість випадкових векторів
17 data = np.random.randint(0, 256, size=(n_samples, n_inputs)) # Випадкові цілі числа від 0 до 255
18
19 Ініціалізуємо ваги нейронів випадковими значеннями
20 weights = np.random.randint(0, 256, size=(n_neurons, n_inputs))
21
22 #Визначимо функцію евклідової відстані між двома векторами
23 def euclidean_distance(x, y):
24     return np.sqrt(np.sum((x - y) ** 2))
25
26 #Визначимо функцію пошуку найближчого нейрона (BMU) до даного вхідного вектора
27 def find_bmu(x, weights):
28     min_dist = np.inf # Ініціалізуємо мінімальну відстань нескінченністю
29     bmu = -1 # Ініціалізуємо індекс найближчого нейрона -1
30     for i in range(n_neurons): # Перебираємо всі нейрони
31         dist = euclidean_distance(x, weights[i]) # Обчислимо відстань від вхідного вектора до вагового вектора нейрона
32         if dist < min_dist: # Якщо відстань менше мінімальної
33             min_dist = dist # Оновлюємо мінімальну відстань
34             bmu = i # Занемигуємо індекс найближчого нейрона
35     return bmu # Повертаємо індекс найближчого нейрона
36
37 #Визначимо функцію оновлення ваг нейронів з урахуванням сусідства
38 def update_weights(x, weights, bmu, iteration):
39     alpha = alpha0 * np.exp(-iteration / alpha_decay) # Обчислимо швидкість навчання на даній ітерації
40     sigma = sigma0 * np.exp(-iteration / sigma_decay) # Обчислимо радіус сусідства на даній ітерації
41     for i in range(n_neurons): # Перебираємо всі нейрони
42         dist = euclidean_distance(weights[bmu], weights[i]) # Обчислимо відстань від вагового вектора найближчого нейрона до вагового вектора поточного нейрона
43         if dist <= sigma: # Якщо відстань менше або дорівнює радіусу сусідства
44             theta = np.exp(-dist ** 2 / (2 * sigma ** 2)) # Обчислимо коефіцієнт впливу сусідства
45             weights[i] = weights[i] + alpha * theta * (x - weights[i]) # Оновлюємо ваговий вектор поточного нейрона
46
47 #Визначимо функцію навчання мережі Кохонена
48 def train(data, weights, n_iterations):
49     for iteration in range(n_iterations): # Перебираємо всі ітерації
50         print(f"Iteration: {iteration + 1} / {n_iterations}") # Виводимо номер ітерації
51         np.random.shuffle(data) # Перемішуємо вхідні дані
52         for x in data: # Перебираємо всі вхідні вектори
53             bmu = find_bmu(x, weights) # Знаходимо найближчий нейрон до даного вхідного вектора
54             update_weights(x, weights, bmu, iteration) # Оновлюємо ваги нейронів з урахуванням сусідства
55     return weights # Повертаємо навчені ваги нейронів
56
57 #Визначимо інтервал кодування на вхідних даних
58 weights = train(data, weights, n_iterations)
59
60 Візуалізуємо результати навчання
61 plt.figure(figsize=(10, 10)) # Створюємо фігуру розміром 10 на 10 дюймів
62 plt.imshow(weights.reshape((10, 10, 3))) # Відображаємо ваги нейронів у вигляді зображення 10 на 10 пікселів з трьома каналами кольору
63 plt.title("Self-organizing map of Kohonen") # Додаємо заголовок
64 plt.axis('off') # Приховуємо всі координати
65 plt.show() # Показуємо зображення
66

```

Рисунок 2.3. Загальний вигляд розробленої та реалізованої в Anaconda

Джерело: розроблено автором

Для експериментальної перевірки ННМ була реалізована така послідовність.

Крок 1. Зібрано або згенеровано дані, що відображають реальну ситуацію в освітній сфері за спеціальністю «Інженерія програмного забезпечення», для кількох університетів. Дані містять вхідні та вихідні змінні, які ми раніше визначили для ННМ. Здебільшого використані дані ДТЕУ за кілька років функціонування ОПП «Інженерія програмного забезпечення»

Крок 2. Виконано поділ даних на навчальну і тестову вибірки. У навчальній вибірці використовувалися дані для налаштування параметрів ННМ. А тестова вибірка була використана для оцінювання її якості та

ефективності розв'язання розглянутого завдання. Розподіл даних зроблено методом випадкового розбиття.

Крок 3. ННМ навчено з використанням алгоритму основі даних навчальної вибірки. Зауважимо, що можна контролювати процес навчання, використовуючи різні критерії зупинки. У нашому завданні таким критерієм став параметр – обмеження кількості ітерацій.

Крок 4. ННМ протестовано на тестовій вибірці. За результатами двох вибірок виконано порівняння результатів вихідних даних з реальними даними, отриманими під час зрізів знань (компетенцій здобувачів вищої освіти). Для цього використано метрику якості, яка представлена як середня квадратична помилка.

Крок 5. Отримані результати проаналізовані за участю гаранта ОПП і деканів. Під час такої оцінки аналізували ступінь відповідності написаної ННМ завданню.

З результатів навчання та тестування, показаних на рис. 2.4, випливає, що навчання ННМ за алгоритмом зворотного розповсюдження помилки 'trainrp' [7] дає змогу досягти точності за найменший час. Тому для розв'язання задачі, пов'язаної з рівнем і відповідністю компетентностей випускників ОПП 121 – «Інженерія програмного навчання» стандарту спеціальності, а також визначенням наслідків початкових рішень, було використано неповно зв'язану прямоспрямовану нейронну мережу.

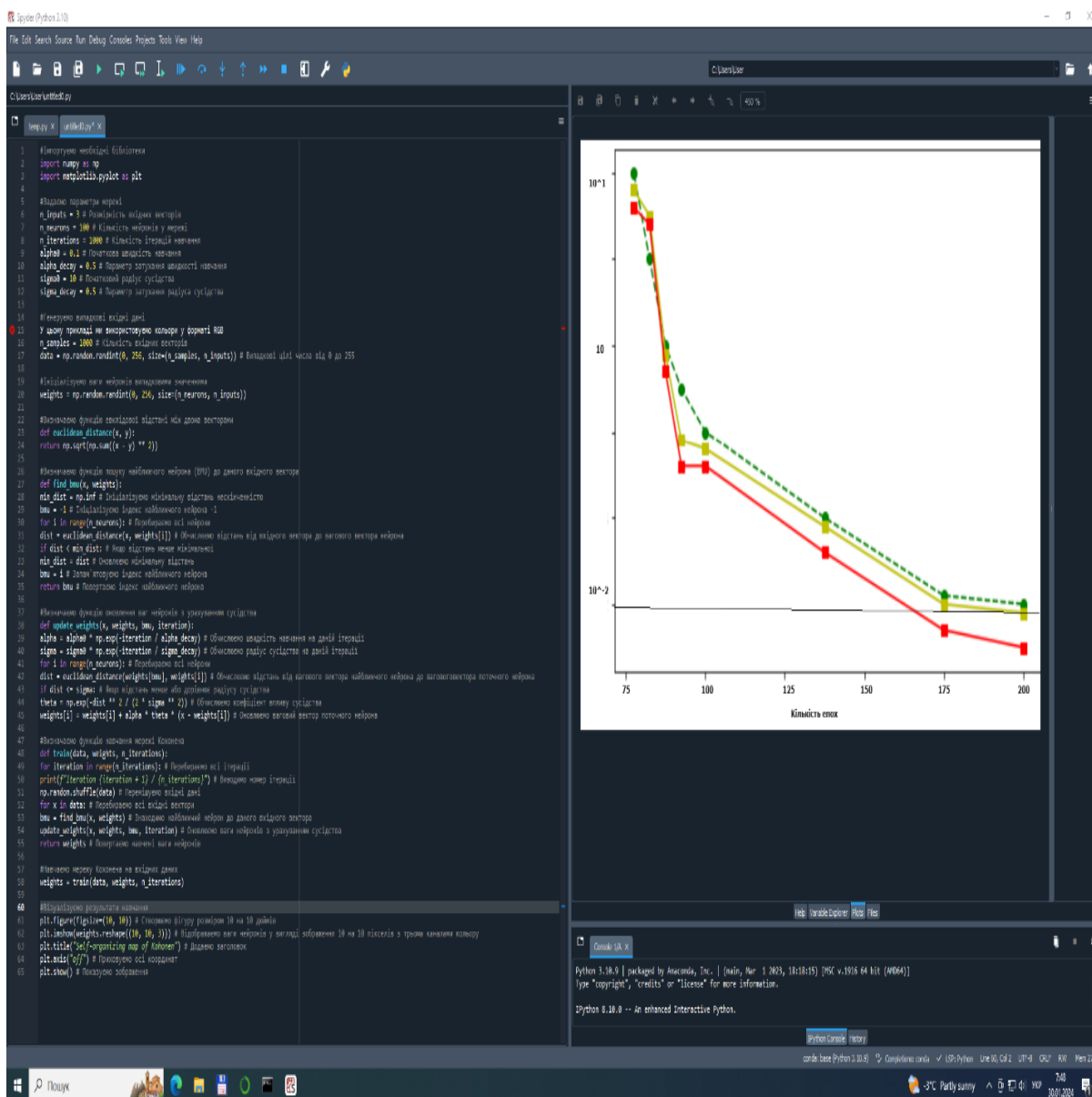


Рисунок 2.4. Результати навчання ШНМ і виявлення помилок у роботі

Джерело: розроблено автором

На рисунку 2.4 кольоровими лініями показано: червона лінія – результат тестування ШНМ; жовта лінія – валідація ШНМ; зелена лінія – тренінг ШНМ. Видно, що наприкінці навчання НМ кількість помилок значно зменшується. Це підтверджує адекватність запропонованої моделі ШНМ, а також можливість прийняття розробленої концептуальної моделі для подальшої програмної реалізації як окремого модуля для інформаційно-освітнього середовища університету.

Ефективність імплементації рішень, прийнятих за допомогою СППР, пов'язано з рівнем і відповідністю компетентностей випускників ОПП стандарту спеціальності, а визначення наслідків початкових рішень ґрунтується на організації пошуку рішення за обраними критеріями.

Усі дані розподілено за трьома матрицями. До першої матриці (A) заносяться дані відношень критеріїв, які утворені на основі парних порівнянь. У другу матрицю (B) і третю матрицю (C) заносять значення наслідків можливих рішень за кожним з обраних критеріїв.

Далі виконується нормування матриць. Нормування реалізують таким чином, щоб сума значень у кожному стовпчику дорівнювала одиниці, а дані матриці C діляться на нормувальний дільник, який утворено максимальним/мінімальним значенням у відповідному стовпчику.

Після формування всіх матриць для кожного рішення розраховується ефективність прийняття рішення за такою залежністю:

$$r_j = \sum_{i=1}^N k_i * n_{ji} * n_{ji}^o \quad (2.2)$$

де k_i - ваговий коефіцієнт критерію, (A);

n_{ji} - нормоване значення наслідків для кожного рішення r_j за кожним із критеріїв, $k_i(B)$;

n_{ji}^o -відношення значення наслідків ухваленого рішення за кожним із критеріїв до нормувального дільника,(C);

j - кількість рішень, для яких проводиться оцінювання
 $j=1, h * (3 * g+3) + 2$.

Найбільш ефективним вважаємо рішення, для якого параметр r_j буде максимальним.

Запропонована ШНМ є розвитком базисних структур ШНМ і забезпечує розв'язання прикладної задачі, пов'язаної з аналізом рівня і відповідності компетентностей випускників ОПП стандарту спеціальності,

а також визначенням наслідків початкових рішень. Модель відрізняється від відомих тим, що в ній ураховуються інформаційні залежності параметрів ситуації, які доступні гаранту ОПП під час прийняття рішення, що дозволяє формалізувати процес ухвалення рішень.

2.2 Адаптація навчальних матеріалів до індивідуальних потреб здобувачів освіти за допомогою самоорганізованих нейронних мереж

Формування індивідуальної траєкторії навчання є важливим завданням освітнього процесу. Для цього необхідно сформувати динамічну класифікацію здобувачів освіти, яка дозволить ефективно визначати індивідуальні потреби та рівень знань кожного здобувача освіти. Відповідно, є потреба використання ШНМ для динамічної класифікації здобувачів освіти. Це автоматизує процес формування індивідуальної траєкторії навчання, зробить його більш аргументованим і скоротить час, що витрачається на цей процес.

Типовим інструментом сучасних електронних навчальних систем, що використовуються як дистанційно, так і на додаток до традиційних форм занять в університетах, є засоби побудови індивідуальних траєкторій здобувачів освіти (студентів (h)) з урахуванням набуття ними необхідних компетенцій за спеціальностями. Як правило, такий засіб враховує проміжні результати навчання і формує рекомендації для налаштування контенту системи, наприклад, для визначення рівня складності контрольних завдань, що пропонуються здобувачам освіти. Реалізовані цими засобами методи й алгоритми становлять значну частину теорії тестування (Item Response Theory). Найчастіше для опису результативності процесу навчання використовують імовірнісні моделі, які дають змогу адаптувати процес тестування під рівень знань користувачів [8-9]. Результатом адаптації є індивідуальна траєкторія навчання (або тестування), яка є прив'язаною до часу послідовністю розв'язання задачі

класифікації здобувачів освіти, – розподілення їх до різних категорій успішності навчання і, відповідно, з урахуванням рівня набутих компетенцій. За результатами проведеної класифікації різним категоріям користувачів пропонуються різні траєкторії подальшого тестування або навчання.

Завдання класифікації здобувачів вищої освіти, що стоїть перед інформаційною системою, є досить поширеним. Для його розв'язання використовують стандартні математичні методи та інформаційні технології. Наприклад, класичний байєсівський класифікатор успішно застосовується в системі дистанційного навчання, яка використовує рейтинг користувача. Рейтинг розраховується в процесі навчання як сума проміжних результатів. Однак у цього варіанта категоризації студентів (h) та інших засобів формування індивідуальної траєкторії, заснованих на статистиці, є недолік. Для реалізації відповідних алгоритмів потрібне знання деяких імовірнісних характеристик. Зокрема, у [8] використовуються умовні ймовірності збереження/зміни рейтингу після виконання чергового контрольного заходу. Ці характеристики неможливо точно знати, тому їх замінюють статистичними оцінками, розрахованими за наявними даними.

Під час використання байєсівського класифікатора для категоризації здобувачів освіти можуть виникнути перешкоди, які призведуть до зниження точності класифікації.

Перша з них полягає у потребі великого обсягу достовірної статистики. Якщо даних недостатньо, то статистичні оцінки ймовірностей будуть ненадійними.

По-друге, це чутливість до змін параметрів. Зміни кількості, порядку, характеру контрольних заходів призведуть до спотворення накопиченої статистики, що унеможливить використання статистичних оцінок імовірностей.

По-третє, байєсівський класифікатор припускає, що ймовірнісні характеристики різних груп здобувачів освіти збігаються, що не завжди відповідає дійсності.

Іншими словами, байєсівський класифікатор є ефективним методом класифікації, але його застосування вимагає дотримання певних умов. Якщо цих умов не дотримуються, то точність класифікації може знизитися.

Мета дослідження, проведеного в рамках цього розділу дисертації, полягає в тому, щоб запропонувати спосіб класифікації здобувачів освіти, що буде позбавлений недоліків класичного байєсівського класифікатора. Для цього пропонується замінити байєсівський класифікатор не менш ефективним методом – штучною нейронною мережею (ШНМ), що самонавчається.

Як самонавчальну мережу пропонується використовувати самоорганізовану карту Кохонена, яка є найпоширенішою та найефективнішою мережею для класифікації. Карти Кохонена широко використовуються в різних галузях, включно з фінансами, освітою та інженерією. Розглянемо можливості застосування карт Кохонена для класифікації здобувачів вищої освіти в інформаційно-освітній системі університету (ІОСУ).

В умовах широкомасштабної війни росії проти України, коли очне навчання ускладнене, пропонується модель навчання з використанням онлайн-технологій. У рамках цієї моделі навчання розділене на кілька частин, кожна з яких завершується контрольними заходами (T). Упродовж навчання здобувачі освіти виконують поточні контрольні контрольні заходи, які дають змогу відстежувати їхній прогрес.

Після кожного контрольного заходу для кожного здобувача освіти визначається категорія, відповідно до його набутих компетенцій. Ці категорії можуть бути такими $k \in K = (1,2,3,4)$:

Категорія 1 – «неуспішний»;

Категорія 2 – «низький рівень»;

Категорія 3 – «середній рівень»;

Категорія 4 – «високий рівень».

Використовуємо саме ці чотири категорії.

Це припущення не є обмеженням узагальнення, оскільки число категорій можна змінити залежно від конкретних потреб конкретного ЗВО, а також адаптуючи загальну методику до конкретної спеціальності з переліком характерних для неї компетенцій. Однак для наведених нижче ілюстративних розрахунків необхідно зафіксувати число категорій і наділити їх зрозумілим змістом.

Відповідно до пропонованого підходу на кожному кроці навчання в процесі формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача вищої освіти та формування переліку необхідних компетенцій має розв'язуватися завдання класифікації. У процесі такої класифікації кожного зі здобувачів освіти буде віднесено до однієї з вищевказаних категорій. Критерієм для класифікації виступають продемонстровані здобувачем освіти результати, тобто класифікацію виконано залежно від рівня набутих компетенцій у процесі проведення відповідних контрольних заходів.

Відповідні моменти часу позначаються $t = 1, \dots, T$. Типове використання зазначених вище категорій в ІОСУ полягає в тому, щоб визначити рівень складності наступного кроку (або етапу) процесу навчання. Те саме можна сказати про проведення наступного контрольного заходу. У такий спосіб забезпечується відповідність контрольного контенту рівню підготовки здобувача освіти та формування індивідуальної траєкторії навчання для набуття всіх необхідних компетентностей, передбачених стандартом спеціальності.

Вважаємо, що для кожного $t = 1, \dots, T$ задається значення $x_t \in \{\text{test}, \text{credit}, \text{exam}\}$, які відповідають типам контрольних заходів, відповідно:

test – тест за підсумками модуля або теми;

credit – залік за підсумками ОК;

exam – контрольна (наприклад, модульна) робота.

Рівень компетенцій кожного з H здобувачів вищої освіти у відповідний момент часу $t = 1, \dots, T$ в ІОСУ характеризується черговою оцінкою - $e_t^h, h = 1, \dots, H$. Тоді справедливо, що ця оцінка характеризуватиметься власною областю значень.

Відповідно до пропонованого підходу, на кожному кроці навчання необхідно визначити категорію кожного здобувача освіти на підставі його результатів. Ці категорії можуть бути такими: «неуспішний», «низький рівень», «середній рівень» або «високий рівень».

Категорія здобувача освіти визначає рівень складності наступного етапу навчання та/або контрольного заходу. Це дає змогу забезпечити відповідність контрольного контенту рівню підготовки студента та сформуванню індивідуальну траєкторію навчання.

Для кожного кроку навчання задається тип контрольного заходу:

Для визначеності вважатимемо, що тестування оцінюють за 100-бальною шкалою, залік оцінюють як «залік» або «незалік», а контрольну роботу оцінюють відмітками «незадовільно», «задовільно», «добре» або «відмінно». Така градація оцінок є універсальною. Таким чином, завдання класифікації здобувачів освіти в момент $t = 1, \dots, T$, полягає у визначенні категорії для кожного студента. Формалізувати завдання класифікації здобувачів вищої освіти в ІОСУ за рівнем компетенцій можна так:

$$\{\{e_t^h\}_{t=1}^t\}_{h=1}^H \rightarrow \{k_t^h\}_{h=1}^H, k_t^h \in K, t = 1, \dots, T. \quad (2.3)$$

Розглянемо методику побудови одновимірної самоорганізованої карти Кохонена (ОСКК) [10-16], яку можна у вигляді програмного модуля, наприклад, на алгоритмічній мові Python, використати в умовній інформаційній системі «Фаховість» для класифікації здобувачів освіти за рівнем освіти або компетентностями. Якщо розглядати побудову ОСКК, то такий вибір продиктований такими аргументами.

1. Як правило, у гаранта ОПП(ОНП) є дані тільки в рамках конкретної спеціальності. Відповідно, маючи лише дані про відносно невелику групу студентів, використовувати складніші та потужніші моделі для класифікації, наприклад, такі як нейронні мережі з великою кількістю шарів і нейронів, потребуватиме перенавчання такої ШНМ або продемонструє недостатню узагальнювальну здатність моделі. Використання більш простої моделі, як-от ОСКК, виявиться кращим варіантом, оскільки допоможе уникнути зайвої складності та перенавчання.

2. ОСКК виявляється корисною для порівняння результатів навчання між різними групами здобувачів вищої освіти за окремими академічними групами та/або роками набору здобувачів. Тобто ОСКК дасть змогу візуалізувати та порівнювати відмінності в компетентностях або рівні освіти між групами студентів, представляючи їх на одновимірній карті. Це допоможе, наприклад, гаранту ОПП(ОНП), завідувачу кафедри, деканату тощо виявити з використанням відповідної інформаційної технології загальні закономірності або відмінності в навчанні між академічними групами.

3. Удосконалення моделі навчання на основі ОСКК дозволить врахувати порядок і типи контрольних заходів у межах окремих років, спеціальностей, ОПП/ОНП, відповідно до поставленого завдання. Тобто ОСКК можна налаштувати таким чином, щоб врахувати результати контрольних заходів в рамках освітнього процесу та їхній вплив на класифікацію здобувачів освіти за рівнем набутих компетенцій для подальшого внесення коректив в організацію освітнього процесу та формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача вищої освіти. Це може бути особливо корисно, якщо різні заходи мають різну важливість або вагу в процесі оцінювання здобувачів освіти.

4. Ще одним аргументом є можливість за допомогою ОСКК враховувати динамічний характер моделі навчання. Це означає, що модель

може адаптуватися до змін у даних або навчальній вибірці, даючи їй змогу бути гнучкішою і здатною опрацьовувати зміни в компетентностях або рівні освіти здобувачів.

Таким чином, наведені аргументи на користь використання ОСКК для класифікації здобувачів освіти свідчать про можливість реалізації різних алгоритмів, що враховують обмежений обсяг даних, порядок, типи контрольних заходів, а також динамічний характер моделі навчання.

Варіант 1.

У різних університетах у навчальних планах передбачено різну кількість кредитів для вивчення ОК. Але частина ОК пов'язані логічною послідовністю між собою. Наприклад, у межах спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» є три взаємопов'язані освітні компоненти (або три окремі дисципліни) – це ОК: «Основи програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування» та «Архітектура і проектування програмного забезпечення».

Зауважимо, що подальший розгляд трьох зазначених вище дисциплін як одного зведеного великого блоку під час оцінювання компетентностей за допомогою побудови одновимірної самоорганізованої карти Кохонена є доцільним з таких причин:

- згадані дисципліни в ОПП «Інженерія програмного забезпечення» мають логічну послідовність, де кожна наступна дисципліна будується на основі попередньої. Наприклад, під час вивчення ОК «Основи програмування» здобувачі освіти ознайомлюються з основними концепціями та мовами програмування, потім ОК «Об'єктно-орієнтоване програмування» розкриває об'єктно-орієнтований підхід, а ОК «Архітектура та проектування програмного забезпечення» створює умови для застосування цих знань з метою розробки складних програмних систем. Розгляд цих дисциплін як однієї зведеної ОК дозволяє врахувати логічну послідовність навчання та зв'язок між ними;

- ОК відповідно до ОПП формують одну – дві або більше компетентностей, що обґрунтує їх об'єднання.

- у навчальних планах різних університетів передбачено різну кількість кредитів для вивчення навчальних дисциплін. Проте важливим постає не вивчення конкретних дисциплін, а ті компетентності, що формуються майбутнього фахівця. Розгляд цих трьох дисциплін як однієї зведеної ОК дає змогу врахувати цю структуру та забезпечити більш узгоджене представлення даних на ОСКХ;

- об'єднання цих трьох дисциплін у зведену ОК на ОСКХ допоможе візуалізувати й аналізувати ступінь засвоєння матеріалу та переходу від однієї дисципліни до іншої.

Перший варіант алгоритму самонавчання відрізняється від класичного [14-16] тільки тим, що для визначення відстані між вхідними векторами та нейронами карти використовується функція нормування для симетричної невід'ємно визначеної матриці замість евклідової норми. Ця функція відповідає одиничній матриці, яка має евклідову норму. Матриця M буде використана з різними цілями. У першому варіанті її завдання – масштабувати позначки. У всіх варіантах ця матриця буде діагональною, а в першому варіанті на діагоналі (diag) будуть 100^{-2} , якщо відповідна величина $x_t = \text{test}$; 1, якщо $x_t = \text{credit}$; 5^{-2} , $x_t = \text{exam}$. Приклад такого розподілу контрольних заходів $x_t \in \{\text{test}, \text{credit}, \text{exam}\}$ буде наведено нижче в таблиці 2.1.

Приклад розглянуто для спеціальності 121 – «Інженерія програмного забезпечення». Аналогічні структури контрольних заходів можуть бути запропоновані також для інших спеціальностей.

На підставі даних таблиці 2.1 отримаємо таку матрицю (M) нормування:

$$M^{1/2} = \text{diag}\{A, A, A, A, B, C, A, A, A, B, C, A, A, B, C, A, A\},$$

$$\text{де } A = (1100);$$

$$B = 1;$$

$$C = 15.$$

Обираємо конкретний момент часу $t = 1, \dots, T$ і пов'язану з ним матрицю нормування $-M_t = \text{diag}\{M_{1,1}, \dots, M_{t,t}\}$. Надалі дотримуємося звичайного алгоритму. Позначимо через W матрицю ваги карти Кохонена розміром $4 \times t$, W_k – рядок цієї матриці. Причому кожен рядок цієї матриці W являє собою вектор ваги для k – го нейрона, тобто $k = 1, 2, 3, 4$.

Таблиця 2.1

**Розподіл контрольних заходів для ОК «Основи програмування»,
«Об'єктно-орієнтоване програмування», «Архітектура та
проєктування програмного забезпечення»**

| Навчальна освітня компонента | Формальне представлення | Примітки | Шкала оцінювання |
|--|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| «Основи програмування» | $x_1 = \text{test}$ $x_2 = \text{test}$ $x_3 = \text{test}$ $x_4 = \text{test}$ $x_5 = \text{credit}$ $x_6 = \text{exam}$ | чотири тести, залік, контрольна (іспит) | Для $x = \text{test}$ $e_t^h \in \{0, 1, \dots, 100\}$ Для $x = \text{credit}$ $e_t^h \in \{0, 1\}$ Для $x = \text{exam}$ $e_t^h \in \{2, 3, 4, 5\}$ |
| «Об'єктно-орієнтоване програмування» | $x_7 = \text{test}$ $x_8 = \text{test}$ $x_9 = \text{test}$ $x_{10} = \text{credit}$ $x_{11} = \text{exam}$ | три тести, залік, контрольна (іспит) | Оцінки в тестуванні виставляють за 100-бальною шкалою, залік оцінюють як "залік" або "незалік", а контрольну роботу (іспит та/або к.р.) - незадовільно, задовільно, добре або відмінно. |
| «Архітектура та проєктування програмного забезпечення» | $x_{12} = \text{test}$ $x_{13} = \text{test}$ $x_{14} = \text{credit}$ $x_{15} = \text{exam}$ $x_{16} = \text{test}$ $x_{17} = \text{test}$ | два тести, залік, контрольна (курсова робота), два тести | "залік" або "незалік", а контрольну роботу (іспит та/або к.р.) - незадовільно, задовільно, добре або відмінно. |
| Примітка: Для ОК «Архітектура та проєктування програмного забезпечення» додаткове тестування ($x_{16} = \text{test}$, $x_{17} = \text{test}$) після захисту курсової роботи (к.р.) $x_{15} = \text{exam}$ сприяє перевірці якості курсової роботи. Якщо здобувачі освіти не можуть відповісти на запитання, пов'язані з їхньою курсовою роботою, це може вказувати на те, що робота була написана недостатньо якісно. | | | |

Джерело: побудовано автором

Далі виконуємо послідовність ітерацій, які ми пронумерували від 1 до I , тобто $i = 1, \dots, I$. На i -й ітерації для кожного студента (h) послідовно знаходимо найближчий нейрон, скориставшись таким виразом:

$$k_{\min}^i(s) = \arg \min_{k=1,2,3,4} \|V_t^h - W_k(i)\|_{M_t}^2,$$

де $V_t^h = (v_1^h, \dots, v_t^h)$ – вектор, який було складено на основі оцінок студента (здобувача вищої освіти (h)) у момент часу $t = 1, \dots, T$;

$W_k(i)$ – k -ий рядок, який ми беремо з матриці W для i -й ітерації процесу.

Потім для k -го нейрона обчислимо значення функції сусідства і коригуючи значення вектора ваг за допомогою системи виразів:

$$\begin{cases} z(k, k_{\min}^i(h)) = \exp\left\{-\left(\frac{|k - k_{\min}^i(h)|^2}{2 \cdot \sigma_i^2}\right)\right\}, \\ W_k(i) = W_k(i) + \eta_i \cdot z(k, k_{\min}^i(h)) \cdot (V_t^h - W_k(i)), \\ h = h + 1, \text{ if } h < H \\ \text{then } (h = H) i = i + 1, h = 1. \end{cases} \quad (2.4)$$

У наведеній системі рівнянь, на відміну від звичайного алгоритму, викладеного в [14], усі вхідні впливи (оцінки всіх студентів, у нашому випадку спеціальності 121 – «Інженерія програмного забезпечення») опрацьовують одночасно з тими самими параметрами навчання $-\sigma_i \wedge \eta_i$. Це означає, що всі оцінки враховуються з однаковою вагою і внесок кожного студента (h) у класифікацію є рівним. Перехід до наступної ітерації виконується, коли матриця ваги скоригувалася на основі всіх наявних оцінок студентів. Вибір параметрів навчання може бути виконано відповідно до загальноприйнятих рекомендацій, викладених у [16], тобто:

$$\sigma_i = \sigma_0 \exp(-i\delta), \delta = 1000 \ln \sigma_0, \eta_i = \eta_0 \exp(-i\Delta).$$

У реальній системі можна замінити ці вирази значеннями $\sigma_i = \text{const} = 1$ і $\eta_0 = 0,1, \Delta = 1000$ для тисячі ітерацій, тобто $I = 1000$.

У цьому варіанті алгоритму самонавчання можна враховувати, що різні типи контрольних заходів зі спеціальності, у нашому випадку зі 121-«Інженерія програмного забезпечення», мають різну значущість. Наприклад, оцінка здобувача освіти за підсумковий результат за ОК може мати більшу вагу, ніж оцінка за контрольну роботу.

Тоді матриця (M) нормування матиме такий вигляд:

$$M^{1/2} = \text{diag}\{A, A, A, A, B, C, A, A, A, B, C, A, A, B, C, A, A\},$$

де $A = (1100)$;

$$B = 2;$$

$$C = 35.$$

Розглянемо приклад, який ілюструє цей підхід.

У цьому прикладі було використано функцію `train_kohonen_map`, яка необхідна, щоб навчити карту Кохонена на наборі даних `data`. Ми вибираємо випадковий зразок із даних на кожній ітерації та оновлюємо вагу нейрона, який розташований найближче до зразка. Цей процес повторюється `num_iterations` разів.

У прикладі використовувався набір даних, який складався з п'яти студентів та їхніх результатів контрольних заходів. Нескладно помітити, що цей набір даних можна зробити на основі реальних оцінок, взятих, наприклад, із системи «МІА» (або подібної), щоб класифікувати здобувачів освіти на основі їхніх результатів контрольних заходів.

Приклад:

```

import numpy as np
# Визначення функції для навчання карти Кохонена
def train_kohonen_map(data, map_size, num_iterations):
    # Ініціалізація карти Кохонена
    kohonen_map = np.random.rand(map_size, len(data[0]))
    # Цикл навчання карти Кохонена
    for i in range(num_iterations):
        # Вибір випадкового зразка з даних
        sample = data[np.random.randint(len(data))]
        # Вибір найближчого нейрона на карті Кохонена
        winner = np.argmax(np.linalg.norm(kohonen_map - sample, axis=1))
        # Оновлення ваг нейрона та його сусідів
        for j in range(map_size):
            відстань = np.abs(j - переможець)
            if distance <= 1:
                kohonen_map[j] += 0,1 * (sample - kohonen_map[j])
        return kohonen_map
# Приклад використання функції
data = np.array([[80, 90, 70], [60, 70, 80], [90, 80, 70], [70, 60, 80], [80, 70, 60, 80], [80, 70, 60]]
map_size = 3
num_iterations = 1000
kohonen_map = train_kohonen_map(data, map_size, num_iterations)
# Виведення карти Кохонена
print(kohonen_map)

```

Код випробувано в середовищі replit, див. рис. 2.5.

З реалізацією першого варіанта можливі проблеми. Одна з них полягає в тому, що перший алгоритм може некоректно категоризувати здобувачів освіти, якщо в групі немає чітко представлених усіх чотирьох категорій (категорія 1 – «неуспішний»; категорія 2 – «низький рівень»; категорія 3 – «середній рівень»; категорія 4 – «високий рівень»).

Наприклад, група без категорії 1 «неуспішний» має залишитися порожньою, якщо немає таких здобувачів, але алгоритм першого варіанта може розподілити здобувачів освіти за всіма чотирма категоріями, незважаючи на оцінний контекст, вкладений у категорії.

```

1 import numpy as np
2
3 # Визначення функції навчання карти Кохонена
4 def kohonen_learning(input_data, output_data, weights, learning_rate):
5     def train_kohonen_map(data, map_size, num_iterations):
6         # Ініціалізація карти Кохонена
7         kohonen_map = np.random.rand(map_size, len(data[0]))
8
9         # Цикл навчання карти Кохонена
10        for i in range(num_iterations):
11            # Вибір випадкового зразка з даних
12            sample = data[np.random.randint(len(data))]
13
14            # Вибір найближчого нейрона на карті Кохонена
15            winner = np.argmax(np.linalg.norm(kohonen_map - sample, axis=1))
16
17            # Оновлення вагів нейрона та його сусідів
18            for j in range(map_size):
19                distance = np.abs(j - winner)
20                if distance <= 1:
21                    kohonen_map[j] += 0.1 * (sample - kohonen_map[j])
22
23        return kohonen_map
24
25 # Приклад використання функції
26 data = np.array([[80, 90, 70], [60, 70, 80], [90, 80, 70], [70, 60, 80], [80, 70, 60]])
27 map_size = 3
28 num_iterations = 1000
29 kohonen_map = train_kohonen_map(data, map_size, num_iterations)
30
31 # Виведення карти Кохонена
32 print(kohonen_map)

```

а) Приклад коду в середовищі replit:

```

Run
[[82.24880253 80.35605201 66.30242727]
 [75.19993563 75.44607383 71.15989834]
 [64.59714083 66.87800474 78.52485444]]

```

б) Результат роботи програми

Рисунок 2.5. Приклад реалізації коду, що описує завдання класифікації категорій здобувачів освіти за результатами чергового контрольного заходу

Джерело: розроблено автором

Друга проблема полягає в тому, що перший варіант (алгоритм) не враховує експертного уявлення про зміст понять «неуспішний», «низький рівень», «середній рівень» і «високий рівень». У результаті розподіл здобувачів освіти може не відповідати очікуванням гаранта ОПП(ОНП), завідувача кафедри або деканату (експерти).

Варіант 2.

Для усунення недоліків, які зумовлені застосуванням першого алгоритму, його можна модифікувати, додавши до нього «експертні» траєкторії -(ЕТ). Експертні траєкторії (ЕТ) являють собою «ідеальні» приклади студентів кожної категорії. Використовуючи ці траєкторії, модифікований алгоритм зможе більш точно категоризувати студентів, враховуючи оцінний контекст та експертне уявлення про зміст категорій (k), і тим самим сприяти формуванню ідеальної освітньої траєкторії здобувача вищої освіти. Тоді відповідно до наших міркувань для прикладу, що був розглянутий вище, перепишемо «експертні» траєкторії -(ЕТ) для категорій $k \in K = (1,2,3,4)$:

- експертна траєкторія - (ЕТ) для категорії 1 – «неуспішний»:

$$(ET)^1 = (25,25,25,25, 0,2,25,25,25, 0,2,25,25, 0,2,25,25),$$

- експертна траєкторія -(ЕТ) для категорії 2 – «низький рівень»:

$$(ET)^2 = (50,50,50,50, 0,3,50,50,50, 0,3,50,50, 0,3,50,50),$$

- експертна траєкторія -(ЕТ) для категорії 3 – «середній рівень»:

$$(ET)^3 = (70,70,70,70, 1,4,70,70,70, 1,4,70,70, 1,4,70,70),$$

- експертна траєкторія -(ЕТ) для категорії 4 – «високий рівень»:

$$(ET)^4 = (90,90,90,90, 1,5,90,90,90, 1,5,90,90, 1,5,90,90).$$

Експертні траєкторії (ЕТ) дають змогу розв'язати проблему з початковими умовами. Вони можуть використовуватися в першому варіанті алгоритму для ініціалізації процесу ітерацій, тобто для визначення початкових значень векторів $W_k(0)$. У другому варіанті алгоритму ЕТ використовуються як вхідні вектори. Тоді справедлива така система рівнянь:

$$\begin{cases} W_k(i) = W_k(i) + \eta_i \cdot z(k, k_{\min}^i(h)) \cdot (V_t^h - W_k(i)), h = 1, \dots, H; \\ W_k(i) = W_k(i) + \eta_i \cdot z(k, k_{\min}^i(h)) \cdot \left((ET_t^h)^k - W_k(i) \right), k = 1, \dots, K, h = 1, \dots, \left(\frac{H}{k} \right); \\ W_k(i+1) = W_k(i), \text{ if } h = H, k = K. \end{cases} \quad (2.5)$$

У разі, коли число категорій дорівнює чотирьом $k \in K = (1,2,3,4)$, кожна з чотирьох експертних траєкторій $(ET_t^h)^k$ бере участь у i – й ітерації алгоритму. При цьому кожна траєкторія повторюється 4 рази, що справедливо для всіх студентів на аналізованому ОК.

Варіант 3.

Третій варіант моделі класифікації здобувачів вищої освіти враховує фактор застарівання оцінок, отриманих студентом. Зауважимо, що фактор застарівання оцінок важливо врахувати з низки причин.

1. Прогрес і еволюція галузі знань у сфері інженерії програмного забезпечення. Галузь програмування і розроблення ПЗ постійно розвивається і змінюється. Технології, мови програмування, практики та принципи можуть радикально старіти, наприклад, як для алгоритмічних мов типу Кобол, Алгол, Фортран тощо, або застарівати з часом, наприклад, Python 2 - Python 3. Вивчення основних принципів програмування в ОК «Основи програмування» може бути недостатнім для повноцінного розуміння та застосування сучасних методик та інструментів у розробці ПЗ. Врахування фактора застарівання допоможе оновити зміст ОК і забезпечити актуальність знань студентів у міру просування індивідуальною освітньою траєкторією та набуття нових компетенцій.

2. Узгодженість і послідовність навчання в ЗВО в межах однієї ОПП. Як згадувалося раніше, ОК «Основи програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування» та «Архітектура і проектування програмного забезпечення» мають логічну послідовність, де кожна наступна дисципліна будується на основі попередньої. Якщо оцінки та компетенції, отримані в попередніх курсах, є застарілими, це може мати негативний вплив на подальше навчання та застосування знань. Врахування фактора застарілості дасть змогу оновлювати зміст ОК і забезпечувати узгодженість та послідовність навчання, що має відслідковуватися як гарантом ОПП, так і завідувачем випускової кафедри.

3. Реалізація актуальних практик і вимог галузі. Програмування і розробка ПЗ є практичними дисциплінами, і здобувачі освіти навчаються розв'язувати реальні проблеми в індустрії ІТ. Галузь постійно змінюється, і роботодавці очікують, що випускники володітимуть актуальними навичками, знаннями та компетенціями. Якщо оцінки та компетенції, отримані в ОК, є застарілими, здобувачі освіти можуть зіткнутися з проблемами під час пошуку роботи та застосування своїх знань на практиці. Врахування фактора застарівання дає змогу оновлювати навчальні програми (силабуси), щоб відповідати сучасним вимогам галузі.

4. Мотивація та інтерес здобувачів освіти до процесу навчання. Якщо здобувачі вищої освіти бачать, що їхні компетенції є застарілими та не відповідають сучасним вимогам, насамперед стейкхолдерів, це може негативно вплинути на їхню мотивацію та інтерес до навчання. Оновлення змісту ОК в ОПІ і врахування фактора застарівання допоможе підтримувати інтерес здобувачів освіти, демонструючи їм актуальність і застосовність одержуваних знань.

Розглянутий фактор можна врахувати двома способами.

Перший спосіб полягає в обмеженні числа оцінок, що враховуються. У цьому випадку матриця $M^{1/2}$ встановлюється рівною діагональній матриці, у якій на головній діагоналі знаходяться значення від 1 до $(ET_t^s)^{last}$. Це означає, що враховуються тільки останні $(ET_t^s)^{last}$ оцінки, отримані здобувачем освіти.

Другий спосіб полягає у використанні параметра старіння $\mu, 0 < \mu \leq 1$, і матриці нормування. У цьому разі матрицю $M^{1/2}$ необхідно розраховувати за такою залежністю:

$$M^{1/2} = \text{diag}\{\mu^{t-1} \cdot M_{1,1}^{1/2}, \dots, \mu^2 \cdot M_{t-2,t-2}^{1/2}, \mu \cdot M_{t-1,t-1}^{1/2}, M_{t,t}^{1/2}\}.$$

Параметр $\mu, 0 < \mu \leq 1$ визначає ступінь урахування застарівання оцінок. Що менше значення $\mu, 0 < \mu \leq 1$, то більше враховуються останні оцінки, отримані студентом. Таке нормування означає, що під час

розрахунку матриці (M) оцінки поточного контрольного заходу множать на величину μ . Це призводить до того, що оцінки, отримані в більш ранньому періоді, наприклад, під час вивчення ОК «Основи програмування», стають менш значущими, ніж оцінки, отримані в більш пізній період, наприклад, під час вивчення ОК «Об'єктно-орієнтоване програмування».

Для демонстрації результатів роботи запропонованих класифікаторів було використано адаптовану модель навчання, що містить варіант 2 і варіант 3, описані вище, реалізовану в системі дистанційного навчання кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки ДТЕУ, розгорнутій на платформі MS Teams. Нижче наведено фрагменти таблиць, див. таблиці 2.2-2.4, з результатами класифікації студентів спеціальності 121 – «Інженерія програмного забезпечення».

Для таблиці 2.2 було обрано траєкторії, які суб'єктивно оцінювалися як типові для чотирьох категорій успішності 450 здобувачів освіти спеціальності «Інженерія програмного забезпечення». У таблицях 2.2 – 2.4 наведено результати для п'яти студентів: «неуспішний» ($h = 2$), «низький рівень» ($h = 7$), «середній рівень» ($h = 15$) і «високий рівень» ($h = 20$, $h = 21$). Траєкторії, $h = 20$, $h = 21$ ілюструють переходи між категоріями класами $k = 3$ та $k = 4$. Вони мають допомогти продемонструвати різницю між запропонованими класифікаторами.

В електронному поданні (у програмній реалізації, код якої наведено в додатку В) дані (рядки таблиць 2.2 – 2.4) додатково виокремлюються кольором, що також використовується на рисунках, 2.5 і 2.6 для візуалізації індивідуальних траєкторій здобувачів вищої освіти в міру набуття ними відповідних компетентностей.

Фрагмент підсумкових оцінок здобувачів освіти

| Студент (h) | Поточний вектор оцінок із предметів | | | |
|-----------------|-------------------------------------|---------|-----|------------|
| | e_1^h | e_2^h | ... | e_{17}^h |
| $h = 2$ | 25 | 19 | ... | 14 |
| $h = 7$ | 59 | 72 | ... | 72 |
| $h = 15$ | 55 | 55 | ... | 60 |
| $h = 20$ | 68 | 75 | ... | 88 |
| $h = 21$ | 88 | 92 | ... | 70 |

Джерело: побудовано автором

Таблиця 2.3

Фрагмент першої матриці, отриманої в результаті реалізації першого варіанта алгоритму нормування для матриці (M)

| Студент (h) | Поточні оцінки для контрольних заходів | | | |
|-----------------|--|---------|-----|------------|
| | k_1^h | k_2^h | ... | k_{17}^h |
| $h = 2$ | 1 | 1 | ... | 1 |
| $h = 7$ | 2 | 3 | ... | 2 |
| $h = 15$ | 2 | 2 | ... | 3 |
| $h = 20$ | 3 | 3 | ... | 4 |
| $h = 21$ | 4 | 4 | ... | 4 |

Джерело: побудовано автором

Таблиця 2.4

Фрагмент першої матриці, отриманої в результаті реалізації першого, другого і третього алгоритмів нормування для матриці (M)

| Студент (h) | Поточні оцінки для контрольних заходів | | | |
|-----------------|--|---------|-----|------------|
| | k_1^h | k_2^h | ... | k_{17}^h |
| $h = 2$ | 1 | 1 | ... | 1 |
| $h = 7$ | 2 | 3 | ... | 3 |
| $h = 15$ | 2 | 2 | ... | 4 |
| $h = 20$ | 3 | 3 | ... | 4 |
| $h = 21$ | 4 | 4 | ... | 3 |

Джерело: побудовано автором

Приклад реалізації коду наведено нижче

```

# Імпортуємо необхідні бібліотеки
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Задаємо параметри мережі
n_inputs = 9 # Розмірність вхідних векторів
n_neurons = 100 # Кількість нейронів у мережі
n_iterations = 1000 # Кількість ітерацій навчання
alpha0 = 0.1 # Початкова швидкість навчання
alpha_decay = 0.5 # Параметр загасання швидкості навчання
sigma0 = 10 # Початковий радіус сусідства
sigma_decay = 0.5 # Параметр загасання радіуса сусідства

# Завантажуємо вхідні дані з файлу
# Файл має містити 9 стовпців: частота відвідування дисциплін 1, 2, 3; частота виконання за-
# вдань з дисциплін 1, 2, 3; оцінки за тест, залік і контрольну роботу
# Кожен рядок відповідає одному студенту
data = pd.read_csv("students.csv").values # Перетворюємо дані в масив numpy
# Нормалізуємо вхідні дані в діапазоні [0, 1]
data = (data - data.min(axis=0)) / (data.max(axis=0) - data.min(axis=0))
# Ініціалізуємо ваги нейронів випадковими значеннями
weights = np.random.rand(n_neurons, n_inputs)
# Визначаємо функцію евклідової відстані між двома векторами
def euclidean_distance(x, y):
    return np.sqrt(np.sum((x - y) ** 2))

# Визначаємо функцію пошуку найближчого нейрона (ВМУ) до даного вхідного вектора
def find_bmu(x, weights):
    min_dist = np.inf # Ініціалізуємо мінімальну відстань нескінченністю
    bmu = -1 # Ініціалізуємо індекс найближчого нейрона -1
    for i in range(n_neurons): # Перебираємо всі нейрони
        dist = euclidean_distance(x, weights[i]) # Обчислюємо відстань від вхідного вектора до вагово-
        го вектора нейрона
        if dist < min_dist: # Якщо відстань менша за мінімальну
            min_dist = dist # Оновлюємо мінімальну відстань
            bmu = i # Запам'ятовуємо індекс найближчого нейрона
    return bmu # Повертаємо індекс найближчого нейрона

# Визначаємо функцію оновлення ваг нейронів з урахуванням сусідства
def update_weights(x, weights, bmu, iteration):
    alpha = alpha0 * np.exp(-iteration / alpha_decay) # Обчислюємо швидкість навчання на даній іте-
    рації
    sigma = sigma0 * np.exp(-iteration / sigma_decay) # Обчислюємо радіус сусідства на даній ітера-
    ції
    for i in range(n_neurons): # Перебираємо всі нейрони
        dist = euclidean_distance(weights[bmu], weights[i]) # Обчислюємо відстань від вагового векто-
        ра найближчого нейрона до вагового вектора поточного нейрона

```

```

if dist <= sigma: # Якщо відстань менша або дорівнює радіусу сусідства
    theta = np.exp(-dist ** 2 / (2 * sigma ** 2)) # Обчислюємо коефіцієнт впливу сусідства
    weights[i] = weights[i] + alpha * theta * (x - weights[i]) # Оновлюємо ваговий вектор поточного нейрона
# Визначаємо функцію навчання мережі Кохонена
def train(data, weights, n_iterations):
    for iteration in range(n_iterations): # Перебираємо всі ітерації
        print(f "Iteration {iteration + 1} / {n_iterations}") # Виводимо номер ітерації
        np.random.shuffle(data) # Перемішуємо вхідні дані
        for x in data: # Перебираємо всі вхідні вектори
            bmu = find_bmu(x, weights) # Знаходимо найближчий нейрон до даного вхідного вектора
            update_weights(x, weights, bmu, iteration) # Оновлюємо ваги нейронів з урахуванням сусідства
    return weights # Повертаємо навчені ваги нейронів
# Навчаємо мережу Кохонена на вхідних даних
weights = train(data, weights, n_iterations)
# Визначаємо функцію присвоєння категорій студентам на основі найближчого нейрона
def assign_categories(data, weights):
    categories = [] # Список для зберігання категорій
    for x in data: # Перебираємо всі вхідні вектори
        bmu = find_bmu(x, weights) # Знаходимо найближчий нейрон до даного вхідного вектора
        # Визначаємо категорію на основі індексу найближчого нейрона
        # Можна використовувати інші правила, наприклад, на основі вагового вектора або відстані до нейрона
        if bmu < 25: # Якщо індекс менше 25
            category = "неуспішний" # Категорія - неуспішний
        elif bmu < 50: # Якщо індекс менше 50
            category = "низький рівень" # Категорія - низький рівень
        elif bmu < 75: # Якщо індекс менший за 75
            category = "середній рівень" # Категорія - середній рівень
        else: # Інакше
            category = "високий рівень" # Категорія - високий рівень
        categories.append(category) # Додаємо категорію до списку
    return categories # Повертаємо список категорій
# Присвоюємо категорії студентам на основі найближчого нейрона
categories = assign_categories(data, weights)
# Виводимо результати класифікації
print("Категорії студентів:")
for i, category in enumerate(categories): # Перебираємо всі категорії
    print(f "Студент {i + 1}: {category}") # Виводимо номер і категорію студента

```

Загалом результати класифікації, отримані за допомогою запропонованих алгоритмів (варіанти 2 і 3), відповідають очікуваним. Лояльнішими виявилися результати, отримані з матрицею нормування, в якій враховано вагу контрольних заходів. Це пов'язано з тим, що в цьому випадку збільшується вага заліку. Також слід зазначити, що траєкторія здобувача вищої освіти з номером $h = 20$ правильно ілюструє перехід з

категорії $k = 3$ у категорію $k = 4$. Індивідуальна освітня траєкторія здобувача освіти з номером $h = 21$ також правильно ілюструє перехід, але у зворотному напрямку. У цьому разі класифікатор не відреагував на погіршення результатів, що пов'язано з ефектом «попередніх досягнень». Адже на практиці у викладачів часто виникає стереотипне сприйняття успішності студента, що полягає у перенесенні успіху попередніх років на поточний, при тому що студент не демонструє таких результатів.

Для зручної візуалізації результатів класифікації пропонується використовувати такі дві схеми (див. рисунки 2.5 і 2.6), згенеровані під час виконання комбінованого алгоритму на підставі варіантів 2 і 3.

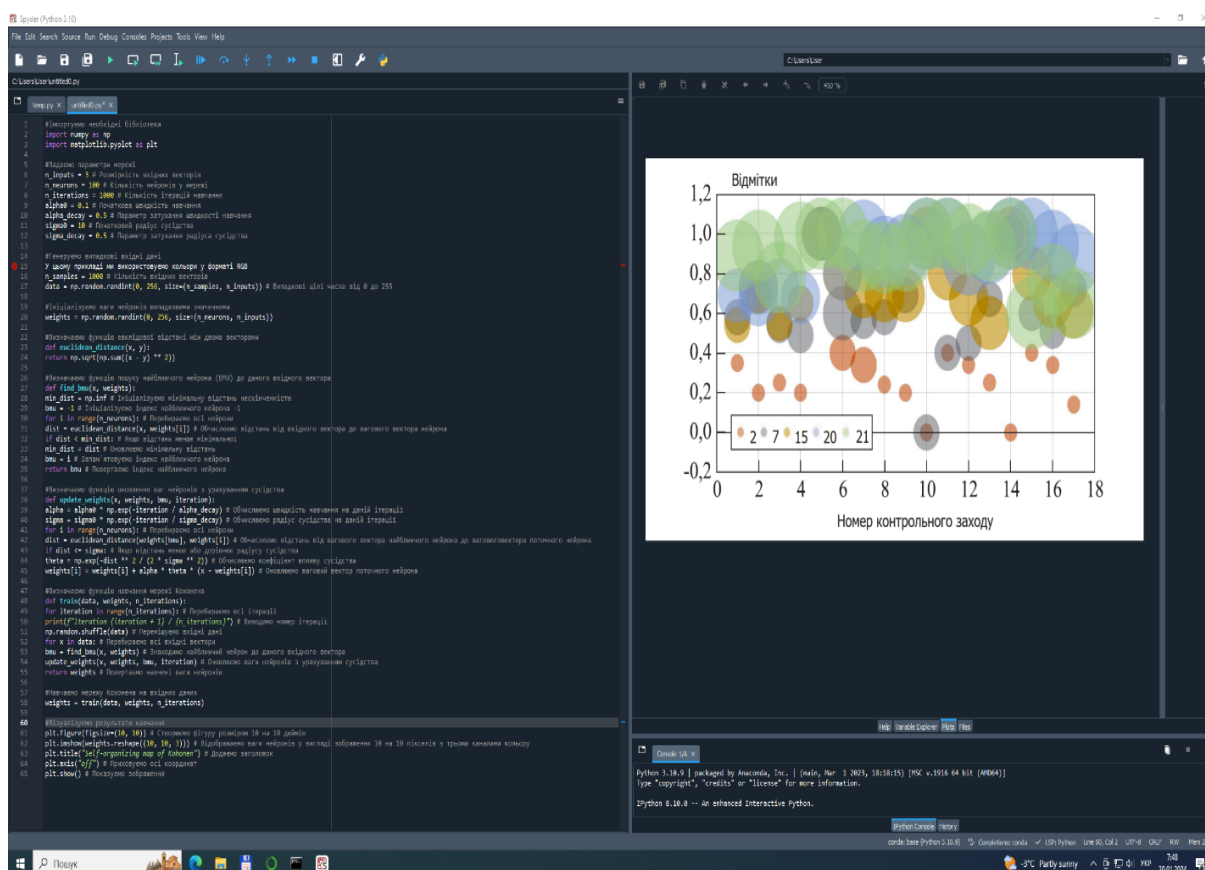


Рисунок 2.6. Залежність часу контрольного заходу в рамках проаналізованих ОК результатів навчання та класифікації здобувачів вищої освіти

Джерело: розроблено автором

На рисунку 2.6 ілюструється залежність від часу (номера контрольного заходу) результатів навчання та класифікації. Для кожного студента траєкторія оформлена серією кіл. Центр кожного кола розташований на висоті, що відповідає отриманій позначці, а розмір кола відповідає категорії успішності. Коло найменшого діаметра відповідає категорії 1, найбільшого – категорії 4. В електронному поданні коло додатково забарвлюється кольором, що відповідає категорії успішності. Така форма візуалізації добре характеризує ситуацію в цілому. Вона дає змогу швидко отримати уявлення про динаміку успішності кожного студента і про відмінності між студентами різних категорій з урахуванням рівня набутих ними компетенцій у рамках ОК, які ми розглядаємо як приклад.

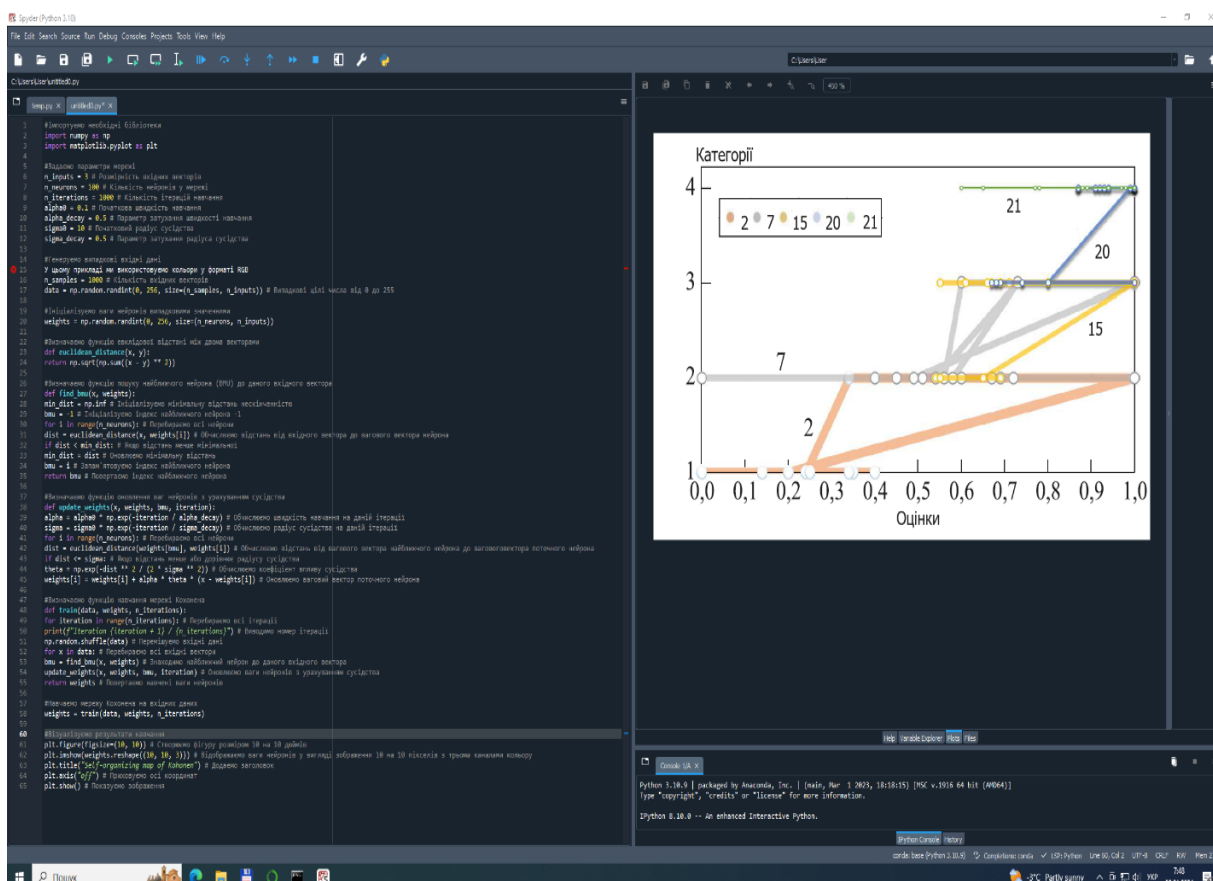


Рисунок 2.7. Фазовий портрет під час класифікації здобувачів вищої освіти

Джерело: розроблено автором

У другому варіанті, див. рисунок 2.6, використовується подання типу фазового портрета. Для цього траєкторію кожного студента представлено лінією, що з'єднує сусідні за часом позначки. Категорії успішності відображаються шкалою зліва. Такий варіант візуалізації дає змогу точніше продемонструвати сукупність відміток і категорій кожного студента. Він може бути корисним для аналізу причин змін успішності або для порівняння успішності студентів різних категорій, що може бути використано гарантом ОПП і ОНП для внесення коректив, наприклад, у силабуси поточних і наступних ОК.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.

У результаті досліджень, виконаних у рамках другого розділу дисертаційної роботи, було отримано такі результати.

Запропоновано ШНМ, що забезпечує розв'язання прикладної задачі, пов'язаної з аналізом рівня компетентностей випускників та їхньої відповідності стандарту спеціальності, а також визначенням наслідків початкових рішень.

Розроблено нове формалізоване представлення моделі ННМ для запропонованої задачі. Модель відрізняється від відомих тим, що в ній ураховуються інформаційні залежності параметрів ситуації, що є доступними для гаранта ОПП під час ухвалення рішення. Це дає змогу формалізувати процес ухвалення рішень щодо розпізнавання та прогнозування ситуації, пов'язаної з аналізом рівня компетентностей випускників ОПП та їхньої відповідності стандарту спеціальності, а також визначенням наслідків початкових рішень.

Розв'язано задачу динамічної класифікації здобувачів вищої освіти у рамках підтримки процесу формування індивідуальної траєкторії користувача та максимізації його компетенцій. Запропоновано розвиток моделі кібернетичної класифікації, в якій реалізовано різні алгоритми визначення категорії здобувача освіти за результатами чергового контрольного заходу.

Встановлено, що подальшим напрямом удосконалення наявних методик класифікації стане відмова від накопичення та використання статистики попередніх (інших) груп здобувачів освіти. Показано, що відсутність зразків правильної класифікації є обґрунтуванням для застосування самоорганізованих нейронних мереж. У роботі було використано карти Кохонена, стандартний варіант яких адаптовано до наявної моделі навчання та до задачі врахування суб'єктивної оцінної політики викладача конкретного ОК, а також гаранта освітньої програми,

що відповідає за якість навчання та формування актуальних компетентностей, що є затребуваними стейкхолдерами.

Описано три варіанти алгоритму самонавчання, які було реалізовано з використанням відповідних інформаційних технологій на алгоритмічній мові Python. У рамках цього розділу роботи також було виконано експериментальні дослідження, їхні результати проілюстровано в табличній і графічній формах.

Основні результати розділу висвітлені в науково-дослідних роботах:

- «Проектування інформаційних технологій освітнього середовища» (номер державної реєстрації №0121U100278);
- «Моделювання інформаційно-аналітичної системи контролю якості процесу виробництва продукції» (номер державної реєстрації № 0121109155).

Основні результати розділу опубліковані в наукових працях автора:

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

[1], [2], [3], [6], [7]

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

[9], [11], [13]

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

[15]

Список використаних джерел до Розділу 2

1. Ярмоленко, Т. А. (2023, June). Роль штучного інтелекту у формуванні цифрової грамотності здобувачів освіти. In *The 10th International scientific and practical conference «Progressive research in the modern world»*, BoScience Publisher, Boston, USA, 160.
2. Ковалюк, Т. В. (2017). Узгодження вимог професійних та освітніх ІТ-стандартів до компетентностей випускників ІТ-спеціальностей ВНЗ. *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Серія: Інформаційні системи та мережі*, 872, 229-240.
3. Алексєєва, Г. М., & Панченко, О. П. (2020, 4-5 червня). Формування м'яких навичок (soft skills) як складової технологічної компетентності майбутніх інженерів-педагогів засобами інтернет-технологій. *Молодь у світі сучасних технологій за тематикою: Використання інформаційних та комунікаційних технологій в сучасному цифровому суспільстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф, м. Херсон*, Видавництво: ФОП Вишемирський В. С., 155-158.
4. Зуб, Х. В. (2021). Оцінювання шансів вступу абітурієнтом ЗВО на основі моделі стекінгового об'єднання машини опорних векторів. *Наукові записки / Scientific papers*, 2 (63). 168-175.
5. Крашеніннік, І. (2021). Модель формування фахових компетентностей майбутніх інженерів-програмістів в умовах скороченого циклу професійної підготовки в університетах. *Науковий журнал Хортицької національної академії*, 5, 25-34.
6. Онпченко, П. М., Павленко, М. А., Тимочко, О. І., & Бердник, П. Г. (2015). Аналіз методів складання розкладу занять для вдосконалення процесу підготовки льотного складу авіації Повітряних Сил Збройних Сил України. *Системи обробки інформації*, 12, 199-201.

7. Субботін, С. О. (2020). *Нейронні мережі: теорія та практика: навч. посіб. Житомир, Національний університет «Запорізька політехніка».*
8. Rasch, G. (1980). *Probabilistic model for some intelligence and achievement tests. Chicago, IL, USA: The University of Chicago Press.*
9. Van der Linden, W. J., Scrams, D. J., & Schnipke, D. L. (1998). *Using response-time Constraints in item selection to control for differential speededness in computerized adaptive testing. (OMD Research Report; No. 98-06). University of Twente.*
10. Kohonen, T. (2001). *Self-Organizing Maps (3rd Ed.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 501.*
11. Deboeck, G., Kohonen, T. (1998). *Visual explorations in finance. London: Springer-Verlag, 258.*
12. Тинченко В. С., Тинченко В. В., Бухтояров В. В., Кукарцев В. В., Кукарцев В. А., Єремєєв Д. В. Застосування самоорганізаційних карт Кохонена до аналізу результатів атестації працівників підприємств // IOP Conf. Ser.-Mat. Sci., 2019. Vol. 537. Вип. 4. Ст. 4042010. 5 р.
13. Kohonen, T. (1982). Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biol.Cybern.*, 43, 59-69.
14. Ritter H., Martinetz T., Schulten K. (1992). Introduction. In *Neural Computation and Self-Organizing Maps*. Reading, MA, USA: Addison-Willey, 306.
15. Kohonen, T. (1997). Exploration of very large databases by self-organizing maps. *Proceedings of International Conference on Neural Networks (ICNN'97), 1, PL1-PL6 vol.1.*

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

У розділі 1 цього дослідження розглянуто інформаційну технологію формування компетентностей здобувачів освіти як комплекс програмних компонентів та відповідних ресурсів, сукупності методів, засобів і прийомів, що використовуються для забезпечення ефективної реалізації процесу формування компетентного фахівця у відповідних галузях під час взаємодії закладів вищої освіти (ЗВО), ринку праці та держави.

Оскільки основним документом, який відображає взаємозв'язок компетентностей та освітніх компонент є ОПП/ОНП, тому перед нами постає завдання створення такої інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти, яка задовольнить не лише вимогу формування якісної ОПП/ОНП, а й її унікальність. Ключовим аспектом формування кваліфікованого спеціаліста є повне завершення здобувачем вищої освіти якісної ОПП/ОНП, що відповідатиме майбутньому ринку праці. В основі розроблення ОПП/ОНП лежить компетентністний підхід з прогнозованими потребами ринку праці, що надасть можливість здобувачу вищої освіти стати кваліфікованим фахівцем.

Розглянемо модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти, враховуючи вищенаведені результати досліджень. Інформаційна технологія складається з двох структур, які можуть існувати незалежно одна від одної:

1. Формування компетентностей здобувачів освіти з урахуванням когнітивних процесів для розроблення ОПП/ОНП як основної складової формування компетентностей здобувачів освіти.
2. Практичний аналіз якості підготовлених за ОПП/ОНП кваліфікованих спеціалістів.

3.1 Інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти з урахуванням когнітивних процесів для розробки ОПП/ОНП

На першому етапі, який визначено як Крок 1, досліджено інформаційну технологію формування компетентностей здобувачів освіти з урахуванням когнітивних процесів, на прикладі формування освітньо-професійних (освітньо-наукових) програм, які забезпечують освітній процес вищої освіти.

Для проєктування контекстної моделі інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1) використовується CASE-технологія ERwin. Ця модель відображає вплив стрілок входу, виходу, керування, механізму та стрілок взаємодії системи з зовнішнім світом, а також назви та властивості цих компонентів.

Контекстна модель дозволяє візуалізувати структуру технології формування компетентностей здобувачів освіти та зрозуміти взаємозв'язки між її частинами. Декомпозиція цієї технології на рівні вхідних та вихідних даних, керування, механізму та взаємодії з зовнішнім світом допомагає з'ясувати процеси, що відбуваються всередині системи та її взаємодію з навколишнім середовищем.

Таблиця 3.1

Характеристики стрілок до контекстної діаграми моделі

| Назва | Характеристика | Тип |
|---------------------------------------|---|---------|
| 1 | 2 | 3 |
| Навчальні програми освітніх компонент | Перелік навчальних дисциплін (освітніх компонент) закладу вищої освіти | Input |
| Нормативно-правова база | 1. Закон України «Про освіту» [1] 2. Закон України «Про вищу освіту» [2] 3. Закон України «Про фахову передвищу освіту» [3] 4. Закон України «Про повну загальну | Control |

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| | <p>5. Середню освіту» [5] 6. Закон України «Про освіту» [1] 7. Закон України «Про вищу освіту» [2] 8. Закон України «Про фахову передвищу освіту» [3] 9. Закон України «Про повну загальну середню освіту» [4] 10. Закон України «Про професійну (професійно-технічну) освіту» [5] 11. Закон України «Про Національну програму інформатизації» [6] 12. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» [7] 13. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки [8] 14. Постанова КМУ «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» [9] 15. Постанова КМУ «Про затвердження Порядку реалізації права на академічну мобільність» [10] 16. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації: Розпорядж. КМУ від 03.03.2021 р. № 167-р. [11] 17. Стандарти вищої освіти МОН 18. Професійні стандарти</p> | Control |
| Прогностичні дані | Визначення майбутніх тенденцій на ринку праці, аналіз історичних даних | Control |
| Ресурси | <p>1. Матеріальні 2. Трудові 3. Фінансові</p> | Mechanism |
| Рекомендації щодо створення ОПП/ОНП | Обґрунтовані, персоналізовані рекомендації, що відображають найкращі практики та враховують специфіку освітніх потреб та основних потреб ринку праці у відповідній галузі для створення ОПП/ОНП | Output |

Джерело: побудовано автором на основі [1-11]

Модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок1) зображена на рис.3.1.

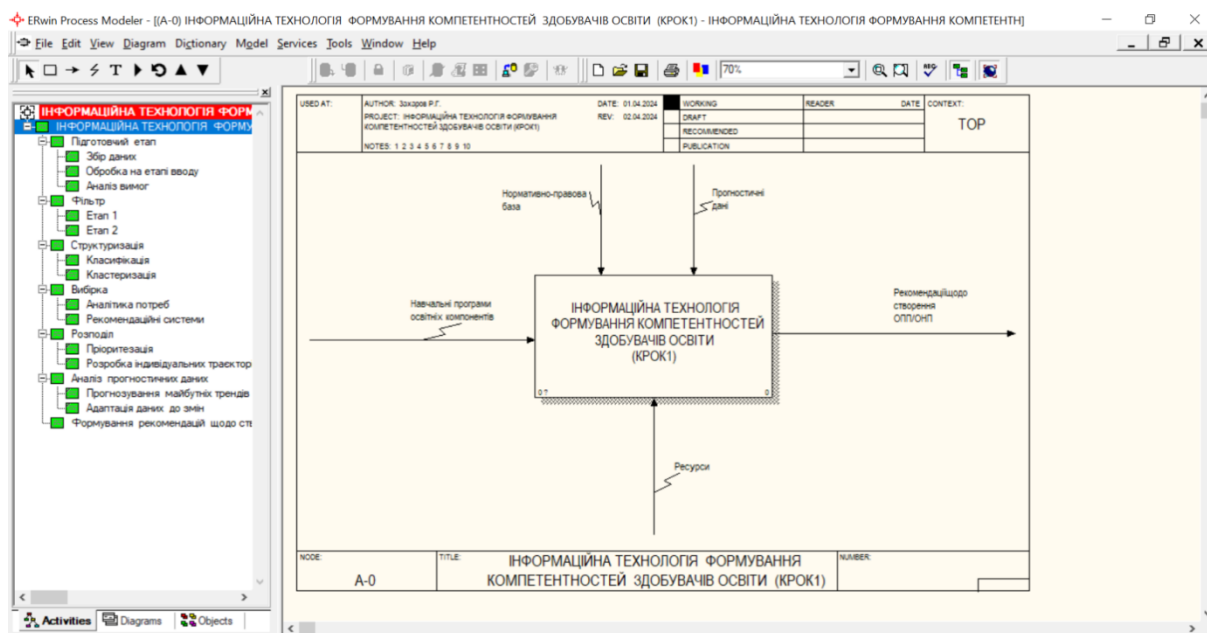


Рисунок 3.1 Контекстна модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1)

Джерело: побудовано автором в системі ERwin (знімок з екрану)

У результаті моделювання інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти з використанням засобів CASE технології ERwin контекстна діаграма декомпозується та утворює *нижній рівень*. Діаграма, яку ми отримуємо на цьому рівні, показує всі роботи та процеси зазначеної технології, а також алгоритм її роботи, який розглянемо нижче.

1. Підготовчий етап

Підготовка вхідних даних, що повинні охоплювати (але не обмежуватися лише ними) навчальні програми освітніх компонент. Додатковими даними можуть бути: інформація про курси, описи та приклади лекцій, семінарів, практичних занять, лабораторних робіт.

2. Фільтр

Процедура передбачає дві стадії фільтрації даних, де на першій відбувається груба фільтрація, що полягає у вилученні нерелевантної, застарілої або повторюваної інформації, а на другій – уточнення результатів розподілу на основі даних з етапу «Аналіз прогностичних даних».

3. Структуризація

Розподіл навчальних програм за галузями знань, визначення важливості дисциплін та їх відповідності спеціалізаціям. Додаткова оптимізація групування дисциплін за суміжними характеристиками, шляхом виявлення прихованих зв'язків.

4. Вибірка

Аналіз даних про запити ринку, вимоги роботодавців, актуальні тренди з метою визначення дисциплін, що необхідні для внесення в ОПП/ОНП.

5. Розподіл

Встановлення вагових коефіцієнтів дисциплін, з метою визначення пріоритетності та впорядкованості їх місця в структурно-логічній схемі ОПП/ОНП.

6. Аналіз прогностичних даних

Ідентифікація майбутніх тенденцій в освіті та на ринку праці в контексті даних про вагові коефіцієнти дисциплін та їх пріоритетності в освітньому процесі.

7. Формування рекомендацій щодо створення ОПП/ОНП

Формування обґрунтованих, персоналізованих рекомендацій, що відображають найкращі практики та враховують специфіку освітніх потреб та основних потреб ринку праці у відповідній галузі.

Контекстна діаграма, створена після першої декомпозиції, наведена на рис. 3.2.

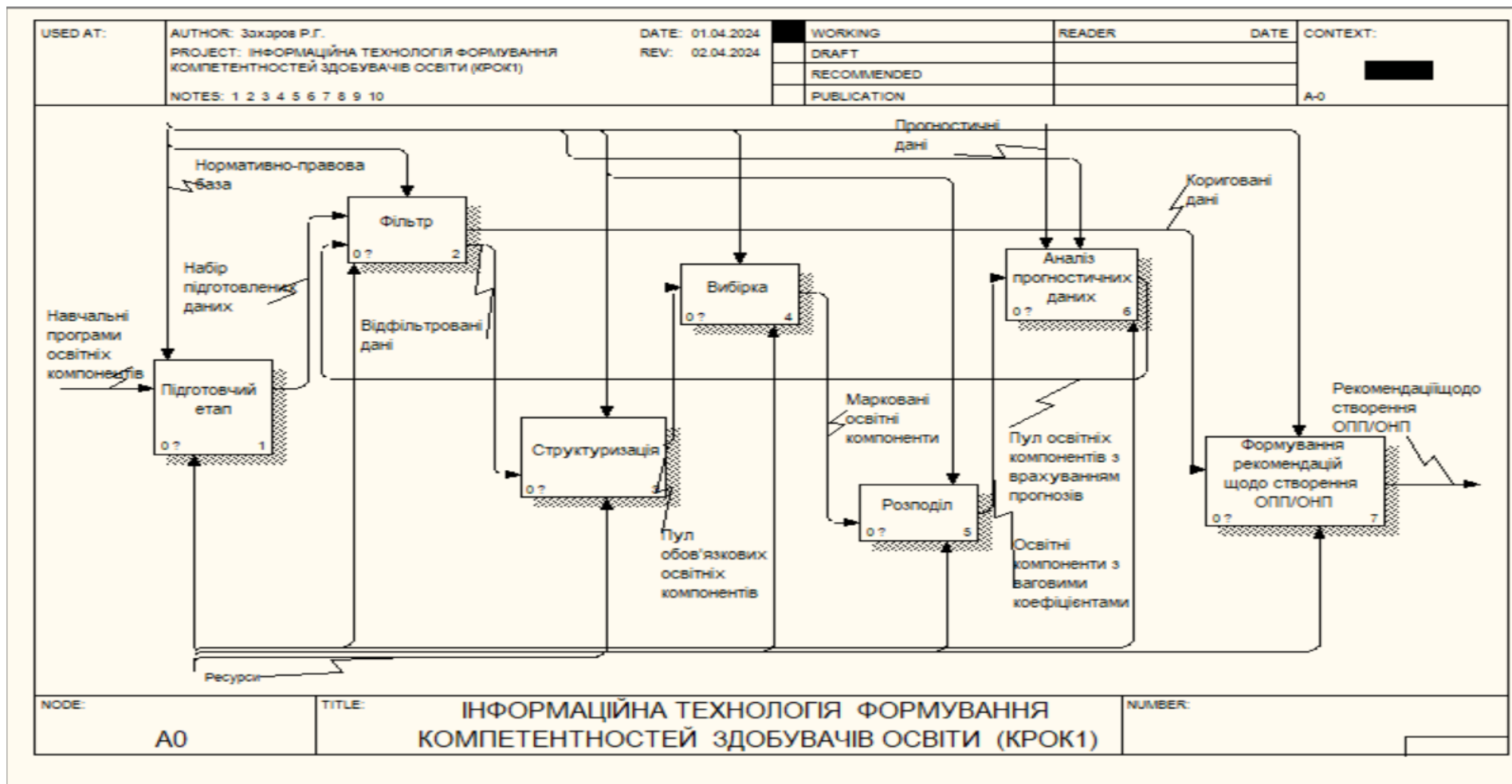


Рисунок 3.2 Діаграма першої декомпозиції інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1)

Джерело: побудовано автором в системі ERwin (знімок з екрану)

Охарактеризуємо вхідну стрілку «Навчальні програми освітніх компонент» декомпозиції інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1). Зазначена стрілка є Input для процесу «Підготовчий етап», у рамках якого передбачено вхідну інформацію щодо програм дисциплін із деталізованим їх описом за темами, годинами та кредитами.

Охарактеризуємо стрілки типу Mechanism до діаграми першої декомпозиції інформаційної технології формування компетентностей здобувачів вищої освіти (Крок 1), зазначивши їх властивості та сутність (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Характеристики стрілок Mechanism до діаграми першої декомпозиції

| Назва | | Характеристика | Тип | Складові |
|---------|-------------|---|-----------|---|
| 1 | | 2 | 3 | 4 |
| Ресурси | Матеріальні | Програмно-апаратний комплекс | Mechanism | <ul style="list-style-type: none"> • Підготовчий етап • Фільтр • Структуризація • Вибірка • Розподіл • Аналіз прогностичних даних • Формування рекомендацій щодо створення ОПП/ОНП |
| | Фінансові | Кошти, що виділяються на фінансування освітнього процесу | Mechanism | |
| | Трудові | Людські ресурси, зокрема, ті, що здійснюють освітню та наукову діяльність | Mechanism | |

Джерело: побудовано автором

Охарактеризуємо стрілки типу Control до діаграми першої декомпозиції, зазначивши їх властивості та сутність (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Характеристики стрілок Control до діаграми першої декомпозиції

| Назва | Характеристика | Тип | Складові |
|-------------------------|--|---------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Нормативно-правова база | 1. Закон України «Про освіту» [1] 2. Закон України «Про вищу освіту» [2] 3. Закон України «Про фахову передвищу освіту» [3] 4. Закон України «Про повну загальну середню освіту» [4] 5. Закон України «Про професійну (професійно-технічну) освіту» [5] 6. Закон України «Про Національну програму інформатизації» [6] 7. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» [7] 8. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки [8] 9. Постанова КМУ «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» [9] 10. Постанова КМУ «Про затвердження Порядку реалізації права на академічну мобільність» [10] 11. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації: Розпорядження КМУ від 03.03.2021 р. № 167-р. [11] 12. Стандарти вищої освіти МОН Професійні стандарти | Control | <ul style="list-style-type: none"> • Підготовчий етап • Фільтр • Структуризація • Вибірка • Розподіл • Аналіз прогностичних даних • Формування рекомендацій щодо створення ОПП/ОНП |

Покажемо взаємозв'язок визначених компонентів діаграми першої декомпозиції в розрізі Input – Output (табл. 3.4)

Таблиця 3.4

Взаємозв'язок компонентів першої декомпозиції в розрізі Input – Output

| Input | Компонента | Output |
|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Навчальні програми освітніх компонент | Підготовчий етап | Набір підготовлених даних |
| Набір підготовлених даних | Фільтр | Відфільтровані дані |
| Перелік освітніх компонент з урахуванням прогнозів | | Кориговані дані |
| Відфільтровані дані | Структуризація | Перелік обов'язкових освітніх компонент |
| Перелік обов'язкових освітніх компонент | Вибірка | Марковані освітні компоненти |
| Марковані освітні компоненти | Розподіл | Освітні компоненти з ваговими коефіцієнтами |
| Освітні компоненти з ваговими коефіцієнтами | Аналіз прогностичних даних | Перелік освітніх компонент з урахуванням прогнозів |
| Кориговані дані | Формування рекомендацій щодо створення ОПП/ОНП | Рекомендації щодо створення ОПП/ОНП |

Охарактеризуємо потоки даних, що зазначені в табл. 3.4

1. «Навчальні програми освітніх компонент»: програми дисциплін із деталізованим описом за темами, годинами та кредитами.
2. «Набір підготовлених даних»: набір очищених від помилок та дублікатів даних.
3. «Відфільтровані дані»: дані з видаленою нерелевантною, застарілою або повторюваною інформацією.

4. «Перелік обов'язкових освітніх компонент»: розподілені дані за галузями знань, спеціальностями та згруповані за схожими характеристиками.

5. «Марковані освітні компоненти»: вибрані найважливіші дисципліни, що найкраще підходять до відповідної ОПП/ОНП.

6. «Освітні компоненти з ваговими коефіцієнтами»: освітні компоненти з визначеними ваговими коефіцієнтами та ранжовані за пріоритетністю.

7. «Перелік освітніх компонент з урахуванням прогнозів»: адаптований та оновлений перелік обов'язкових компонент відповідно до прогнозів ринку праці.

8. «Кориговані дані»: коригована вибірка програм на основі отриманих прогнозів та нової інформації, що забезпечують актуальність та відповідність сучасним вимогам.

9. «Рекомендації щодо створення ОПП/ОНП»: готові первинні варіанти ОПП/ОНП із запропонованими рекомендаціями для створення ОПП/ОНП.

Для більш детального опису всіх складових пропонованої інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1) побудуємо декомпозиції другого рівня кожної складової та охарактеризуємо їх.

Декомпозиції *другого рівня* інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1).

1. Підготовчий етап

Підготовчий етап складається з трьох послідовних процесів: збір даних; обробка на етапі вводу; аналіз вимог (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Компоненти діаграми другої декомпозиції «Підготовчий етап»

| Назва | Характеристика |
|--------------|-----------------------|
| 1 | 2 |

| 1 | 2 |
|------------------------|---|
| Збір даних | Автоматизований збір даних з університетських каталогів, баз даних, освітніх порталів вебджерел |
| Обробка на етапі вводу | Первинна очистка даних від помилок, видалення дублікатів, нормалізація тексту |
| Аналіз вимог | Аналіз нормативних документів та стандартів освіти з метою визначення ключових вимог до ОПП/ОНП |

Джерело: побудовано автором

Для збору даних з вебджерел, університетських каталогів або через API доцільно використовувати мову програмування Python. Обробку на етапі вводу можна здійснювати з використанням бібліотеки Pandas для очищення даних від помилок, видалення дублікатів, нормалізації тексту. На етапі аналізу вимог необхідно використовувати нормативно-правові документи та стандарти вищої освіти.

Вхідними даними на підготовчому етапі є детальні навчальні програми дисциплін, які є основою для формування ОПП/ОНП і які можуть бути представлені у вигляді текстової інформації про освітні компоненти, курси, лекції, семінари, практичні заняття, лабораторні роботи тощо. На етапі вводу і первинної обробки інформації застосовуються моделі нейролінгвістичного програмування (НЛП) – трансформери, що здатні аналізувати зміст та контекст, виявляти ключові слова, тези, теми і встановлювати взаємозв'язки між ними, а відповідно – і між дисциплінами. Нейролінгвістичне програмування дозволяє автоматизувати процес класифікації та первинного аналізу програм, що надані як вхідні дані.

На цьому етапі логічно використовувати мову програмування Python для написання скриптів автоматизованого збору даних, їх попереднього очищення та обробки, а бібліотеки Pandas – для роботи з даними у табличному форматі, що, у свою чергу, значно спрощує їх аналіз та обробку.

На рис. 3.3 показана друга декомпозиція елемента «Підготовчий етап» інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1).

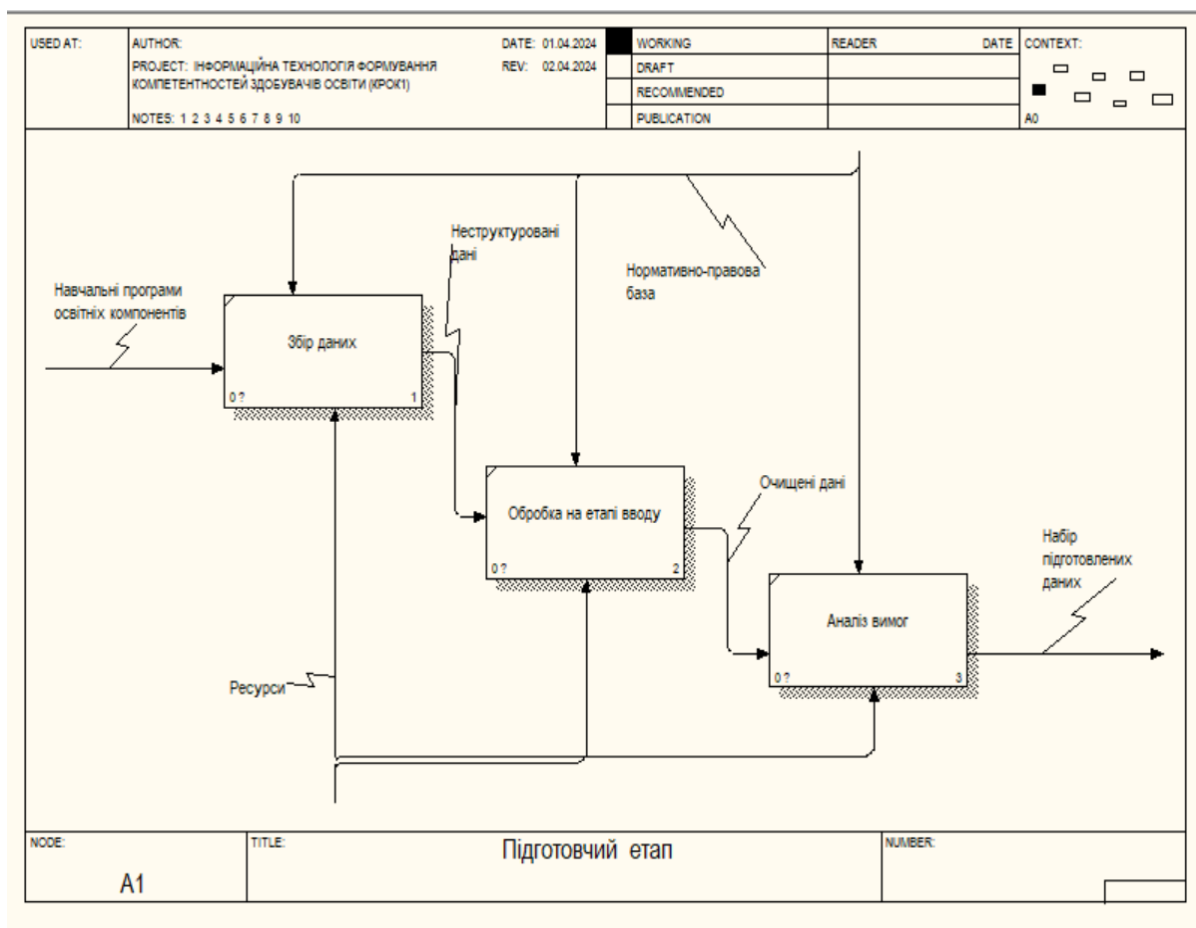


Рисунок 3.3 Діаграма другої декомпозиції інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1). Підготовчий етап

Джерело: побудовано автором в системі ERwin (знімок з екрану)

Покажемо взаємозв'язок визначених у табл. 3.5 компонентів діаграми другої декомпозиції «Підготовчий етап» у розрізі Input – Output (табл. 3.6)

Таблиця 3.6

Взаємозв'язок компонентів другої декомпозиції в розрізі Input – Output. Підготовчий етап

| Input | Компонента | Output |
|-------|------------|--------|
|-------|------------|--------|

| 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Навчальні програми освітніх компонент | Збір даних | Неструктуровані дані |
| Неструктуровані дані | Обробка на етапі вводу | Очищені дані |
| Очищені дані | Аналіз вимог | Набір підготовлених даних |

Джерело: побудовано автором

2. Фільтр

Компонента «Фільтр» складається з двох процесів, які активуються в різні моменти часу роботи інформаційної технології формування компетентностей здобувачів вищої освіти (Крок 1):

Етап 1, що передбачає первинну фільтрацію даних. Цей етап представлений «грубою» фільтрацією, тобто видаляє нерелевантну, застарілу або повторювану інформацію. Робочим ядром компоненти на цьому етапі є експертна система, що має попередньо визначені правила та логіку для ідентифікації та вилучення неактуальної інформації. Наприклад, правила для ідентифікації застарілих курсів на основі дат, версій програм або інших дифінитивних особливостей, що залежать від галузі і представлені в самому тексті ОПП/ОНП. На цьому етапі доцільно використати мову Python з бібліотеками NLTK чи spaCy з метою видалення нерелевантного контенту, як-то фільтрації застарілої інформації на основі текстового аналізу.

Етап 2, призначенням якого є додаткова перевірка для коригування вибірки програм на основі отриманих прогнозів та нової інформації, забезпечення актуальності та відповідності сучасним вимогам. На цьому етапі також доцільно використати мову Python.

На рис. 3.4 показана друга декомпозиція компоненти «Фільтр» інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1).

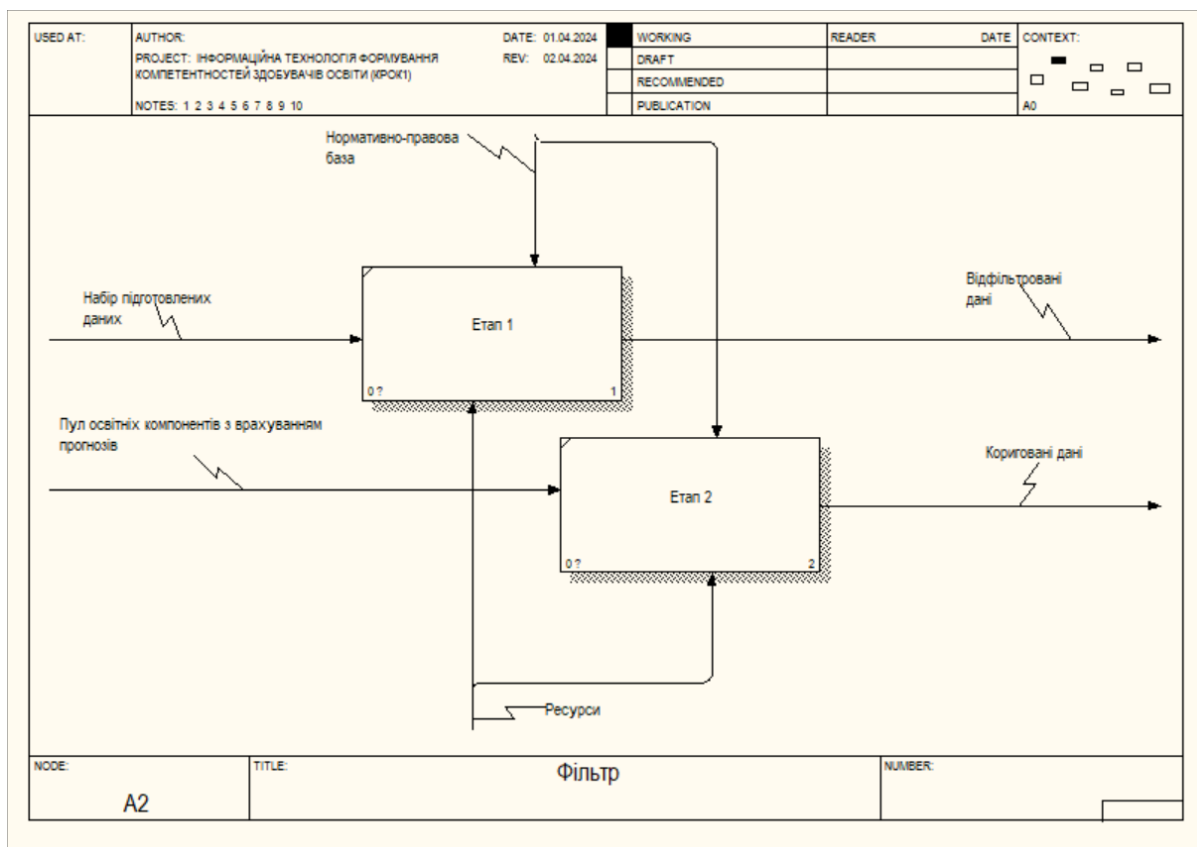


Рисунок 3.4 Діаграма другої декомпозиції інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1).
Фільтр

Джерело: побудовано автором в системі ERwin (знімок з екрану)

Покажемо взаємозв'язок визначених компонентів діаграми другої декомпозиції «Фільтр» в розрізі Input – Output (таб. 3.7)

Таблиця 3.7

Взаємозв'язок компонентів другої декомпозиції в розрізі Input – Output. Фільтр

| Input | Компонента | Output |
|--|------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Набір підготовлених даних | Етап 1 | Відфільтровані дані |
| Перелік освітніх компонент з урахуванням прогнозів | Етап 2 | Кориговані дані |

Джерело: розроблено автором

3. Структуризація

Компонента «Структуризація» складається з двох послідовних процесів, серед яких виділяємо: класифікацію та кластеризацію (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Компоненти діаграми другої декомпозиції «Структуризація»

| Назва | Характеристика |
|---------------|---|
| 1 | 2 |
| Класифікація | Автоматичний розподіл навчальних програм за галузями знань. Можна уточнити як основні, що відповідають предметній області ОПП/ОНП |
| Кластеризація | Пошук допоміжних прихованих зв'язків групування дисциплін зі схожим або пов'язаним контекстом предметної області. |

Джерело: побудовано автором

Ця компонента характеризуються моделями класифікації та алгоритмами кластеризації. Моделі класифікації автоматично розподіляють програми за галузями знань, визначають важливість див. вище та відношення дисциплін до спеціалізацій. Кластеризація в такому разі – додаткова оптимізація, адже алгоритми кластеризації дозволяють нам виявити приховані зв'язки і як результат – допомогти у групуванні дисциплін за схожими характеристиками (в базовому вигляді). Доцільно використовувати бібліотеки TensorFlow або PyTorch для реалізації нейронних мереж у процесі класифікації та кластеризації даних. Моделі BERT або GPT (разом з Transformers бібліотекою) використовуються для розуміння контексту програм дисциплін.

На рис. 3.5 показана друга декомпозиція компоненти «Структуризація» інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1).

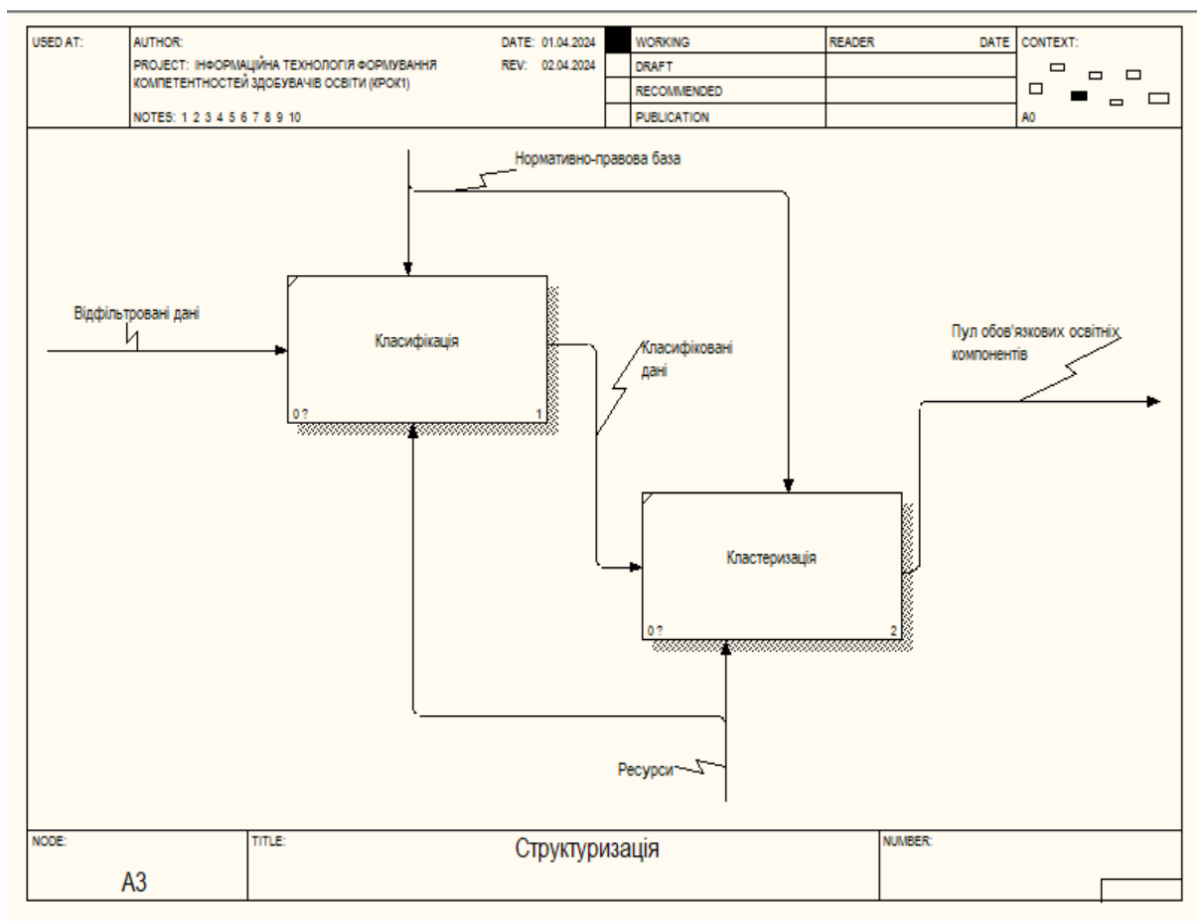


Рисунок 3.5 Діаграма другої декомпозиції інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1).
Структуризація

Джерело: побудовано автором в системі ERwin (знімок з екрану)

Покажемо взаємозв'язок визначених компонентів діаграми другої декомпозиції «Структуризація» в розрізі Input – Output (табл. 3.9)

Таблиця 3.9

Взаємозв'язок компонентів другої декомпозиції в розрізі Input – Output. Структуризація

| Input | Компонента | Output |
|---------------------|---------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Відфільтровані дані | Класифікація | Класифіковані дані |
| Класифіковані дані | Кластеризація | Перелік обов'язкових освітніх компонентів |

Джерело: побудовано автором

4. Вибірка

Компонента «Вибірка» складається з двох послідовних процесів:

- 1) аналітика потреб – аналіз трендів ринку праці та прогнозів потреб у спеціалістах для визначення актуальності дисциплін;
- 2) рекомендаційні системи – розробка моделей машинного навчання, які здатні рекомендувати дисципліни на основі аналізу потреб здобувачів освіти та трендів ринку (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Компоненти діаграми другої декомпозиції «Вибірка»

| Назва | Характеристика |
|------------------------|---|
| 1 | 2 |
| Аналітика потреб | Аналіз трендів ринку праці та прогнозів потреб у певних групах спеціалістів з метою визначення актуальності дисциплін |
| Рекомендаційні системи | Формування рекомендацій щодо дисциплін на основі аналізу потреб здобувачів освіти та трендів ринку праці |

Джерело: побудовано автором

У цій компоненті технології застосовується алгоритм прогнозування та аналізу на основі нейронної мережі, архітектура якої представлена в розділі 2. Система аналізує дані про запити ринку, вимоги роботодавців, актуальні тренди з метою визначення дисциплін, що необхідні для включення в ОПП/ОНП. У результаті отримуємо вибірку найбільш важливих дисциплін. Для цієї технології доцільне використання Scikit-learn в алгоритмах машинного навчання задля визначення значимості програм на основі вхідних критеріїв.

На рис. 3.6 показана друга декомпозиція компоненти «Вибірка» інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1).

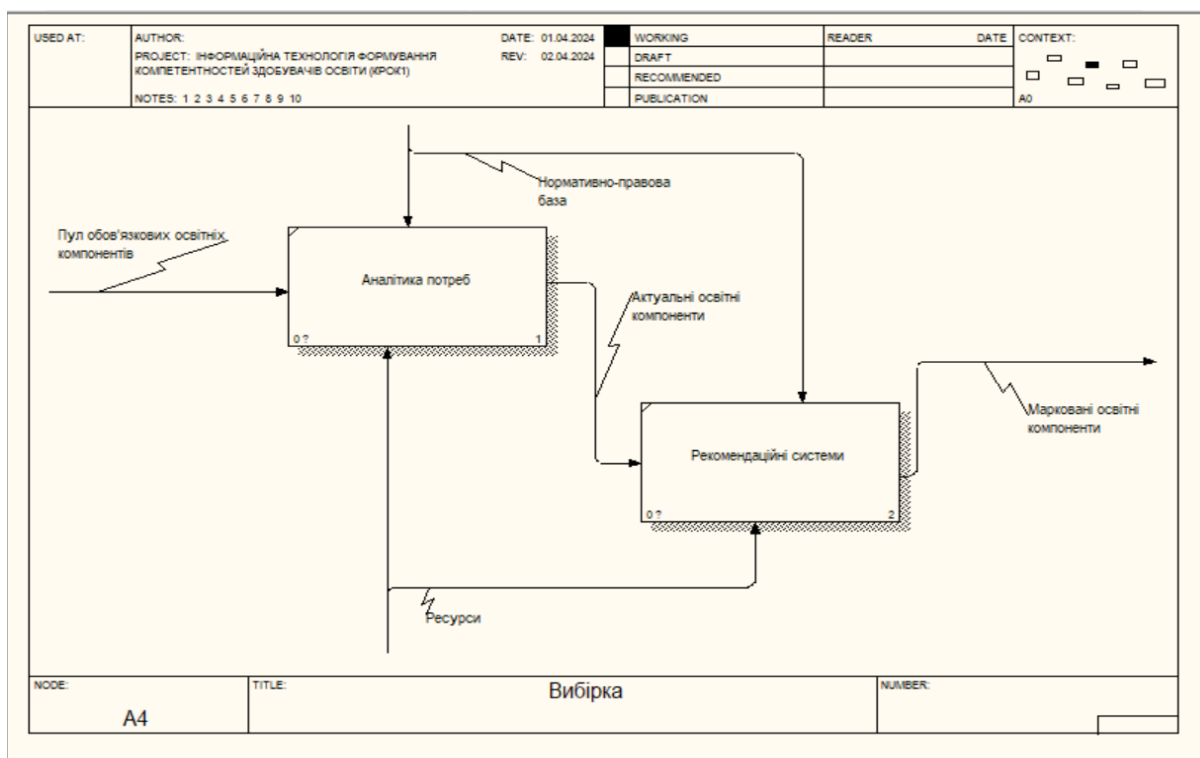


Рисунок 3.6 Діаграма другої декомпозиції інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1). Вибірка

Джерело: побудовано автором в системі ERwin (знімок з екрану)

Покажемо взаємозв'язок визначених компонентів діаграми другої декомпозиції «Вибірка» в розрізі Input – Output (табл. 3.11)

Таблиця 3.11

Взаємозв'язок компонентів другої декомпозиції в розрізі Input – Output. Вибірка

| Input | Компонента | Output |
|---|------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Перелік обов'язкових освітніх компонент | Аналітика потреб | Актуальні освітні компоненти |
| Актуальні освітні компоненти | Рекомендаційні системи | Марковані освітні компоненти |

5. Розподіл

Компонента «Розподіл» складається з двох послідовних процесів: 1) пріоритезація та 2) розробка індивідуальних траєкторій (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Компоненти діаграми другої декомпозиції «Розподіл»

| Назва | Характеристика |
|------------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| Пріоритезація | Визначення важливості дисциплін шляхом аналізу взаємозв'язків між курсами та їх ваговим значенням для спеціальності в рамках ОПП/ОНП |
| Розробка індивідуальних траєкторій | Створення адаптивних освітніх програм на основі інтересів та потреб здобувачів освіти відповідно до вимог ОПП/ОНП. |

Джерело: побудовано автором

Компонента «Розподіл» використовує «бази знань», які заповнюються мануально, напівавтоматично використовуючи штучну нейронну мережу, для встановлення вагових коефіцієнтів дисциплін з метою визначення пріоритетності в освітньому процесі. Результатом є вибірка найбільш важливих дисциплін, ранжованих за пріоритетністю на основі їх значимості та внеску в спеціалізацію.

На рис. 3.7 показана друга декомпозиція компоненти «Розподіл» інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1).

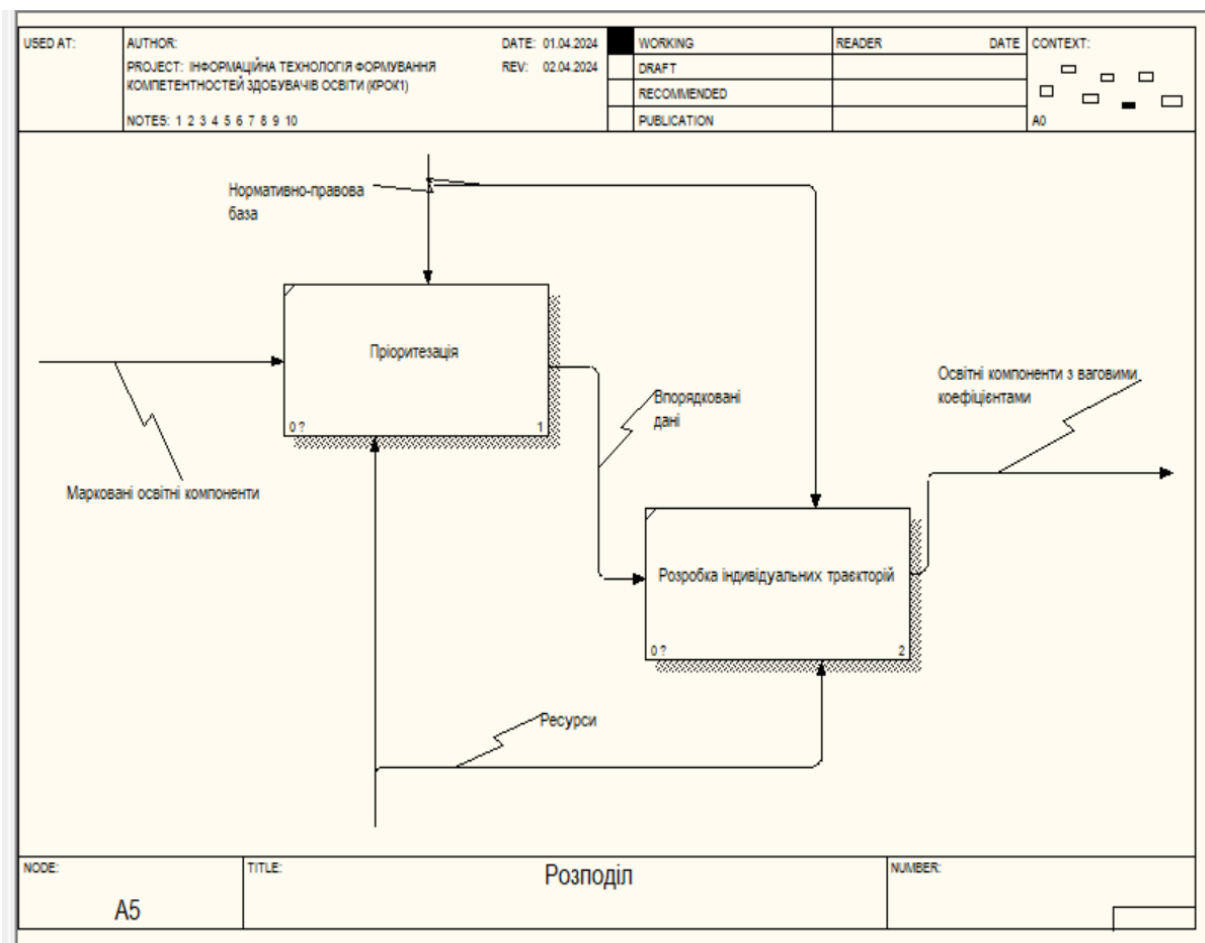


Рисунок 3.7 Діаграма другої декомпозиції інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1). Розподіл

Джерело: побудовано автором в системі ERwin (знімок з екрану)

Покажемо взаємозв'язок визначених компонентів діаграми другої декомпозиції в розрізі Input – Output (таб. 3.15)

Таблиця 3.13

Взаємозв'язок компонентів другої декомпозиції в розрізі Input – Output. Розподіл

| Input | Компонента | Output |
|------------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Марковані освітні компоненти | Пріоритизація | Впорядковані дані |
| Впорядковані дані | Розробка індивідуальних траєкторій | Освітні компоненти з ваговими коефіцієнтами |

6. Аналіз прогностичних даних

Компонента «Аналіз прогностичних даних» складається з двох послідовних процесів:

1) прогнозування майбутніх трендів з використанням штучної нейронної мережі для аналізу історичних даних для визначення майбутніх тенденцій на ринку праці;

2) адаптація даних до змін на основі регулярного оновлення бази даних програм дисциплін (табл. 3.14).

Ця компонента використовує систему глибокого навчання для аналізу великої кількості даних з відкритих джерел для ідентифікації майбутніх тенденцій в освіті та на ринку праці в контексті даних з попереднього етапу. Це дозволить адаптувати та переоцінити ОПП/ОНП відповідно до очікуваних (прогнозованих) змін.

Для розробки прогностичних моделей використовується TensorFlow або PyTorch, що здатні аналізувати тренди та майбутні потреби на ринку праці.

Таблиця 3.14

Компоненти діаграми другої декомпозиції «Аналіз прогностичних даних»

| Назва | Характеристика |
|---------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| Прогнозування майбутніх трендів | Аналіз історичних даних та визначення майбутніх тенденцій на ринку праці в конкретній галузі та в цілому |
| Адаптація даних до змін | Рекурентне оновлення бази даних програм дисциплін з урахування актуальних прогнозів та трендів |

Джерело: побудовано автором

На рис. 3.8 показана друга декомпозиція компоненти «Аналіз прогностичних даних» інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1).

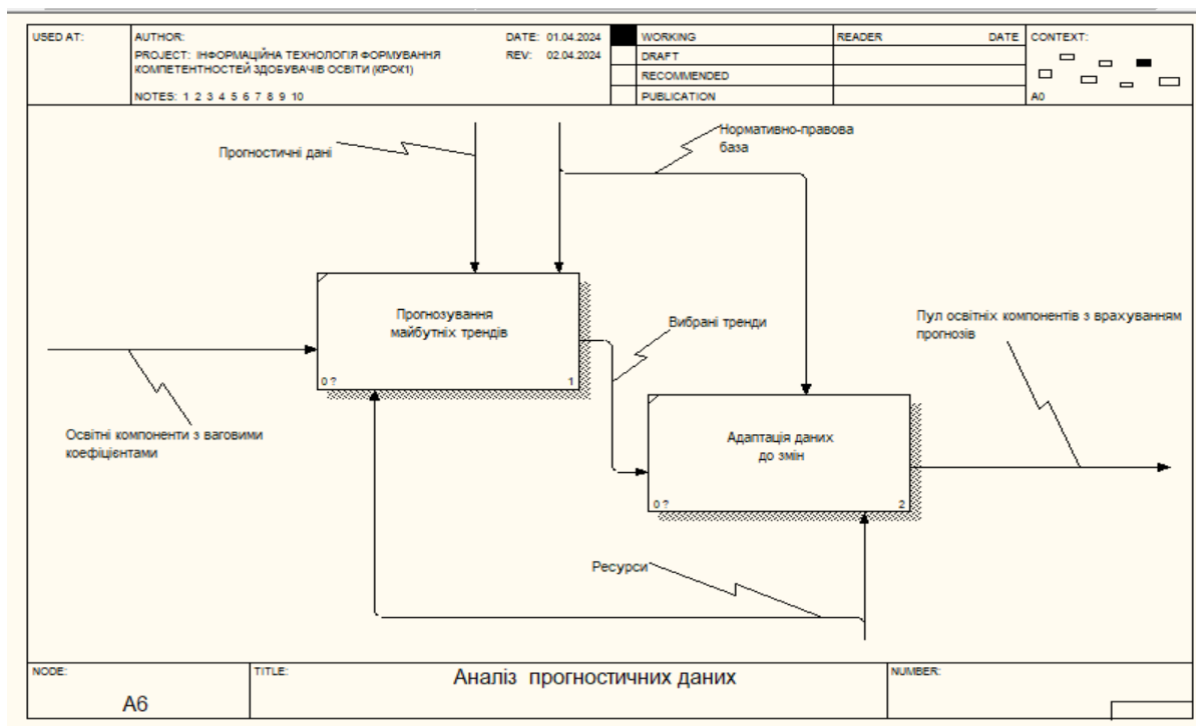


Рисунок 3.8 Діаграма другої декомпозиції інформаційної технологія формування компетентностей здобувачів освіти (Крок 1). **Аналіз прогностичних даних**

Джерело: побудовано автором в системі ERwin (знімок з екрану)

Покажемо взаємозв'язок визначених у табл. 3.14 компонентів діаграми другої декомпозиції в розрізі Input – Output (табл. 3.15)

Таблиця 3.15

Взаємозв'язок компонентів другої декомпозиції в розрізі Input – Output. Аналіз прогностичних даних

| Input | Компонента | Output |
|---|---------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Освітні компоненти з ваговими коефіцієнтами | Прогнозування майбутніх трендів | Вибіркові тренди |
| Вибіркові тренди | Адаптація даних до змін | Перелік освітніх компонент з урахуванням прогнозів |

7. Формування рекомендацій щодо створення ОПП/ОНП

На цьому етапі означимо 2 процеси: 1) генерація рекомендацій – синтез отриманих даних в конкретні рекомендації для формування

ОПП/ОНП, використання експертних систем для інтеграції думок фахівців та врахування нормативних вимог; 2) розробка API для створення локального вебдодатка, який дозволяє отримувати рекомендації через API, забезпечуючи легкий доступ.

На цьому етапі для генерації рекомендацій використовуємо комбінацію штучної нейронної мережі та експертних систем. Комбінація обох підходів дозволяє аналізувати великі обсяги даних та інтегрувати професійний досвід та експертні знання для формування обґрунтованих, персоналізованих рекомендацій, які відображають найкращі практики та враховують специфіку освітніх потреб. Python використовується для агрегації результатів аналізу та формування рекомендацій. Flask / FastAPI використовуємо для розгортання моделі як локального вебсервісу, що дозволяє забезпечити доступ до рекомендацій через API.

3.2 Інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти для практичного аналізу якості підготовлених за ОПП/ОНП кваліфікованих спеціалістів

Друга складова (Крок 2) інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти передбачає перевірку якості підготовлених фахівців відповідно до запитів ринку праці (стейкхолдерів). Ця частина буде представлена у вигляді інтелектуальної системи визначення компетентностей випускників (ІСВКВ).

Система може порівнювати компетентності випускника з вимогами роботодавців та рекомендувати вакансії, які відповідають його профілю та компетентностям. Такий програмний модуль може допомогти здобувачам вищої освіти та випускникам виявити свої сильні та слабкі сторони, а також знайти відповідну вакансію для розвитку своєї кар'єри в майбутньому.

Опишемо функціональні вимоги системи ІСВКВ відповідно до вхідних та вихідних даних:

- авторизація користувача як кандидата на посаду або роботодавця;
- проведення опитування для збору даних про компетентності кандидата;
- визначення компетентностей на основі аналізу даних опитування;
- аналіз та порівняння даних про компетентності з вимогами вакансій;
- підбір вакансій з відповідними компетентностями для кандидатів;
- профілі компаній із можливістю створювати, редагувати та видаляти профілі компаній;
- створення, редагування та видалення вакансій з профілю певної компанії [12].

Нефункціональні вимоги зосереджені на тому, як система виконує певну функцію. На перший погляд вони можуть здатися менш важливими, ніж функціональні вимоги, але відіграють свою роль у системі. Нefункціональні вимоги не впливають на функціональність програмного забезпечення, але впливають на його роботу і стосуються зручності використання системи. Якщо нефункціональні вимоги не виконуються, система може працювати дуже повільно, неправильно відображати дані та зіпсувати користувачу враження від використання програми. Впровадження принаймні деяких нефункціональних вимог є важливим для роботи системи [12].

Визначимо нефункціональні вимоги до інтелектуального модулю ІСВКВ:

- надійність та стійкість до збоїв та забезпечення безперебійної роботи протягом тривалого часу;
- ефективність роботи системи, тобто швидко та без зайвих затримок;
- безпека даних та конфіденційність інформації;
- сумісність із різноманітними браузерами та пристроями;

- адаптивність до різних потреб користувачів та змінюваність залежно від розвитку технологій та потреб ринку.

Обидва типи вимог є важливими для успішної розробки та ефективної роботи програмного продукту.

Щоб наочно показати варіанти використання програмного забезпечення, розроблено діаграму з наявними функціональними вимогами (рис. 3.9).

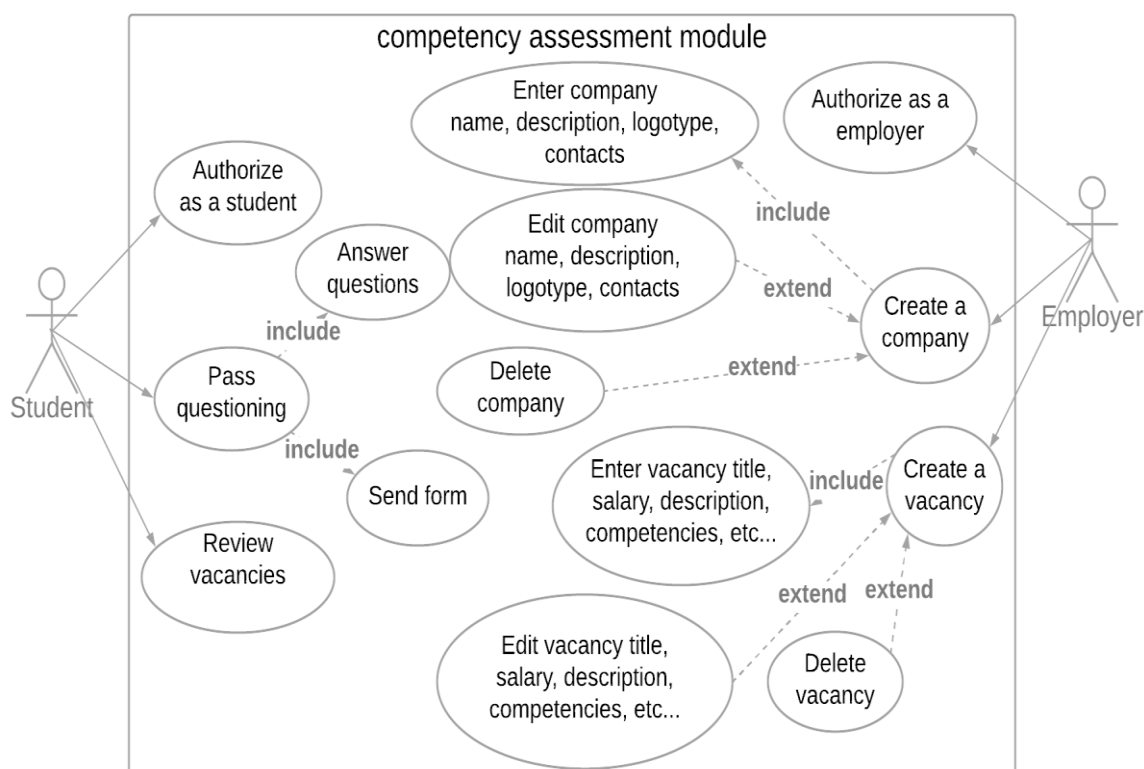


Рисунок 3.9 Use-case діаграма

Джерело: побудовано автором

З діаграми видно, що програму використовують дві групи – «Student» та «Employer», передбачено 14 варіантів використання, 4 з яких підтримують відношення включення, тобто є обов'язковими, та 4 варіанти з відношенням розширення та виконуються тільки за певних обставин.

У групи «Student» є 5 варіантів використання:

- авторизуватися як студент;
- проходити опитування;

- переглядати вакансії;
- відповідати на запитання (відношення включення);
- відправляти форму (відношення включення).

У групи «Employer» є 9 варіантів використання:

- авторизуватися як роботодавець;
- створити профіль компанії;
- створити вакансію;
- вводити дані про компанію (відношення включення);
- редагувати дані компанії (відношення розширення);
- видалити профіль компанії (відношення розширення);
- вводити дані про вакансію (відношення включення);
- редагувати дані про вакансію (відношення розширення);
- видалити вакансію (відношення розширення).

Завдяки розробці use-case діаграми можна побачити дії, які можуть виконувати групи «Student» та «Employer». Під час розробки програми потрібно врахувати всі варіанти використання та реалізувати наведений функціонал.

Перед початком розробки серверної частини інтелектуального модуля в директорії серверної частини додатку виконуємо команду «npm i body-parser cors express multer sequelize».

У цій команді «npm» (node packet manager) – це стандартний менеджер для управління пакетами та модулями node.js, символ «i» в команді означає завантаження вказаних після символу пакетів, які розмежовуються пробілом.

Після виконання цієї команди в директорії проекту з'явилися додаткові файли, у файлі package.json міститься інформація про додаток та встановлені модулі, а саме:

- Body-parser – дозволить отримувати інформацію із post та get запитів клієнтської частини;
- Cors – дозволить звертатися до сайтів з іншим доменом та адресою;

- Express – спрощує встановлення, використання та логіку сервера;
- Multer – дозволяє завантажувати та зберігати файли;
- Sequelize – ORM-бібліотека, яка дозволить використовувати базу даних як об'єкт;
- Щоб забезпечити використання шаблону MVC в директорії серверного додатку створено каталоги controller, model та router. Директорія router виступає додатковим компонентом і потрібна для співставлення запитів до відповідних функцій в контролерах.

Для використання бази даних у серверній частині додатку обрано СУБД MySQL, для використання ORM-бібліотеки Sequelize достатньо створити порожню базу даних «vacanciesdb», а решту операцій з ініціалізації та створення таблиць виконати з допомогою функціоналу «Sequelize». Має бути логічний зв'язок Створено директорію «db_context», яка містить моделі та файл підключення до бази даних.

Визначення моделей полягає у створенні об'єкту модуля sequelize з відповідними полями та опціями. Ці опції вказують, який тип даних буде набувати поле і чи може воно набувати значення «null» тощо. На рисунку 3.10 зображено визначення моделі таблиці «Companies», відповідно до фізичної моделі бази даних встановлено типи даних, первинний ключ та можливість набуття полями значення «null» (рис. 3.10).

```

1  module.exports = (sequelize, Sequelize) => {
2      ...
3      const Companies = sequelize.define("Companies", {
4          id: {
5              type: Sequelize.INTEGER,
6              autoIncrement: true,
7              primaryKey: true,
8              allowNull: false
9          },
10         name: {
11             type: Sequelize.STRING,
12             allowNull: false
13         },
14         adress: {
15             type: Sequelize.STRING,
16             allowNull: false
17         },
18         description: {
19             type: Sequelize.STRING,
20             allowNull: false
21         },
22         logotype: {
23             type: Sequelize.TEXT,
24             allowNull: false
25         },
26         contacts: {
27             type: Sequelize.STRING,
28             allowNull: false
29         }
30     });
31     return Companies;
};

```

Рисунок 3.10 Визначення моделі таблиці «Companies»

Джерело: побудовано автором

Виклик, виконання функцій та додавання, редагування і видалення даних з бази даних здійснюють контролери. Також вони виводять дані для відправлення на фронтенд та отримують надіслані з фронтенду дані.

На рисунку 3.11 зображено дві функції – Show_Companies() та Create_Company(), перша функція здійснює запит до бази даних та надсилає отримані дані в JSON-форматі до клієнтської частини. Функція Create_Company() отримує дані з фронтенду, розбирає отриману форму з даними та виконує запит на додавання даних про компанію до бази даних (рис. 3.11).

```

6 exports.Show_Companies = function(req, res) {
7   Company.findAll({ raw: true }).then(data => {
8     res.json(data);
9   }).catch(err => console.log(err));
10 };
11
12 exports.Create_company = function(req, res) {
13   const action = req.params.a
14
15   switch(action) {
16
17     case "send":
18       const comp_name = req.body.name;
19       const comp_adress = req.body.adress;
20       const comp_description = req.body.description;
21       const comp_logo = req.body.logotype;
22       const comp_contacts = req.body.contacts;
23       Company.create({
24         name: comp_name,
25         adress: comp_adress,
26         description: comp_description,
27         logotype: comp_logo,
28         contacts: comp_contacts
29       }).then(() => {
30         res.send('Компанія створена')
31       }).catch(err => console.log(err));
32       break
33
34     default:
35       res.send('Invalid Request')
36       break
37   }
38
39 };

```

Рисунок 3.11 Функції Show_Companies() та Create_Company() контролера компаній

Джерело: побудовано автором

Використання архітектурного шаблону MVC забезпечує читабельність та стандартифікацію коду, ізолює бізнес-логіку всередині компоненту Model та дозволяє тестувати кожний компонент окремо.

Controller – це компонент, який забезпечує взаємозв'язок між представленнями та моделлю, тому він діє як посередник. Контролер повідомляє моделі, що робити, він обробляє всю бізнес-логіку та вхідні запити, маніпулює даними за допомогою компонента Model і взаємодіє з View для відтворення кінцевого результату [13].

Компонент View використовується для всієї логіки інтерфейсу програми та створює інтерфейс для користувача. Представлення

засновуються на даних, зібраних компонентом моделі, але ці дані вводяться не безпосередньо, а через контролер. Цей компонент здійснює взаємодію лише з контролером [13].

Компонент Model відповідає всій логіці даних, з якою працює користувач. Це можуть бути або дані, які передаються між компонентами View і Controller, або будь-які інші дані, пов'язані з бізнес-логікою. Він може додавати або отримувати дані з бази даних. Він відповідає на запит контролера, оскільки контролер не може напряму взаємодіяти з базою даних [13].

Щоб детально описати структуру програми, було розроблено діаграму класів. Ця діаграма використовується для моделювання структури класів, інтерфейсів, спадковості між класами та їхніх взаємодій в системі програмного забезпечення та широко використовується у розробці програмних продуктів (рис. 3.12).

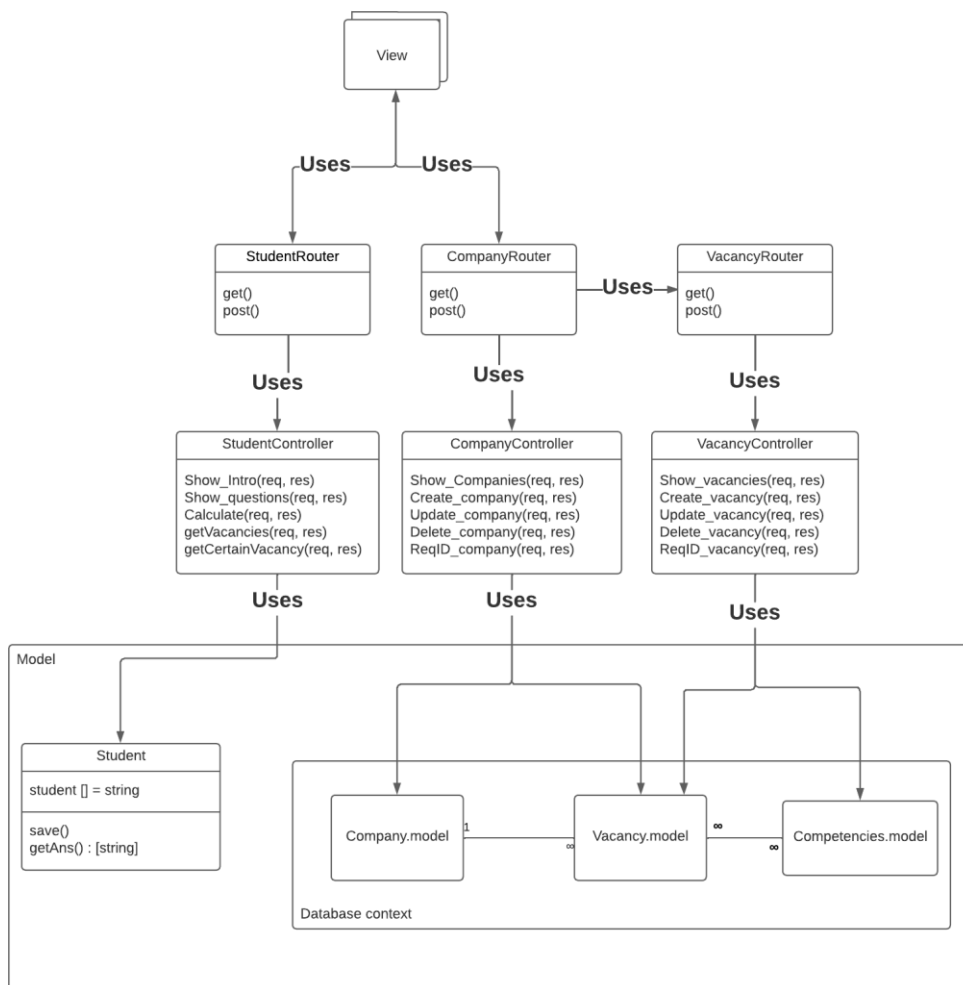


Рисунок 3.12 Діаграма класів

Джерело: побудовано автором

З діаграми видно, що користувач під час взаємодії з інтерфейсом звертається до блоку View, потім завдяки роутерам відбувається виклик певних вказаних функції в Student, Company та Vacansy контролерах, після чого вже контролери звертаються до блоку Model, де ізольована вся бізнес-логіка програми. Модель Student містить алгоритми для збору відповідей кандидата на запитання, оцінку компетентностей та підбір вакансій. Контролери Company та Vacansy звертаються до блоку Database_context в якому містяться Sequelize моделі для додавання, редагування та видалення інформації з бази даних.

Щоб уточнити та більш детально описати use-case діаграму, було розроблено діаграму послідовності (рис. 3.13).

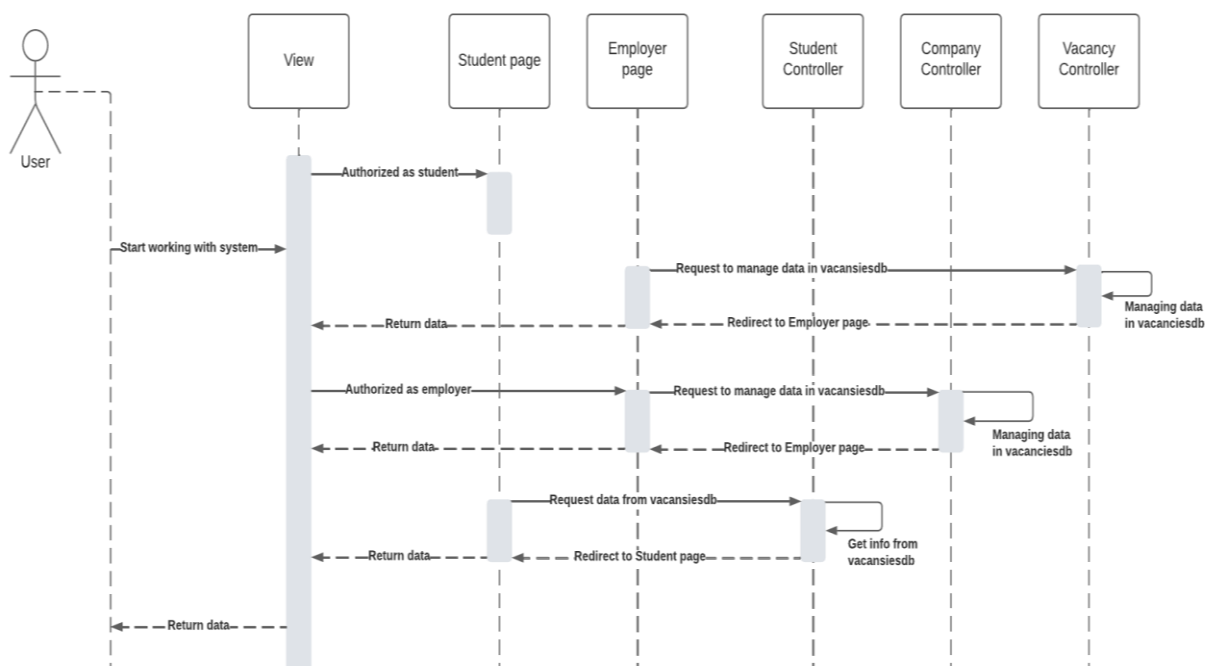


Рисунок 3.13 Діаграма послідовності

Джерело: побудовано автором

На цій діаграмі більш детально описано логіку взаємодії між об'єктами та суб'єктами, а також вказано, як користувач взаємодіє з

блоком View, авторизацію користувача та як відповідні сторінки Student та Employer взаємодіють з контролерами і які дії відбуваються.

Щоб показати динамічні аспекти поведінки системи, було створено діаграму діяльності (рис. 3.14).

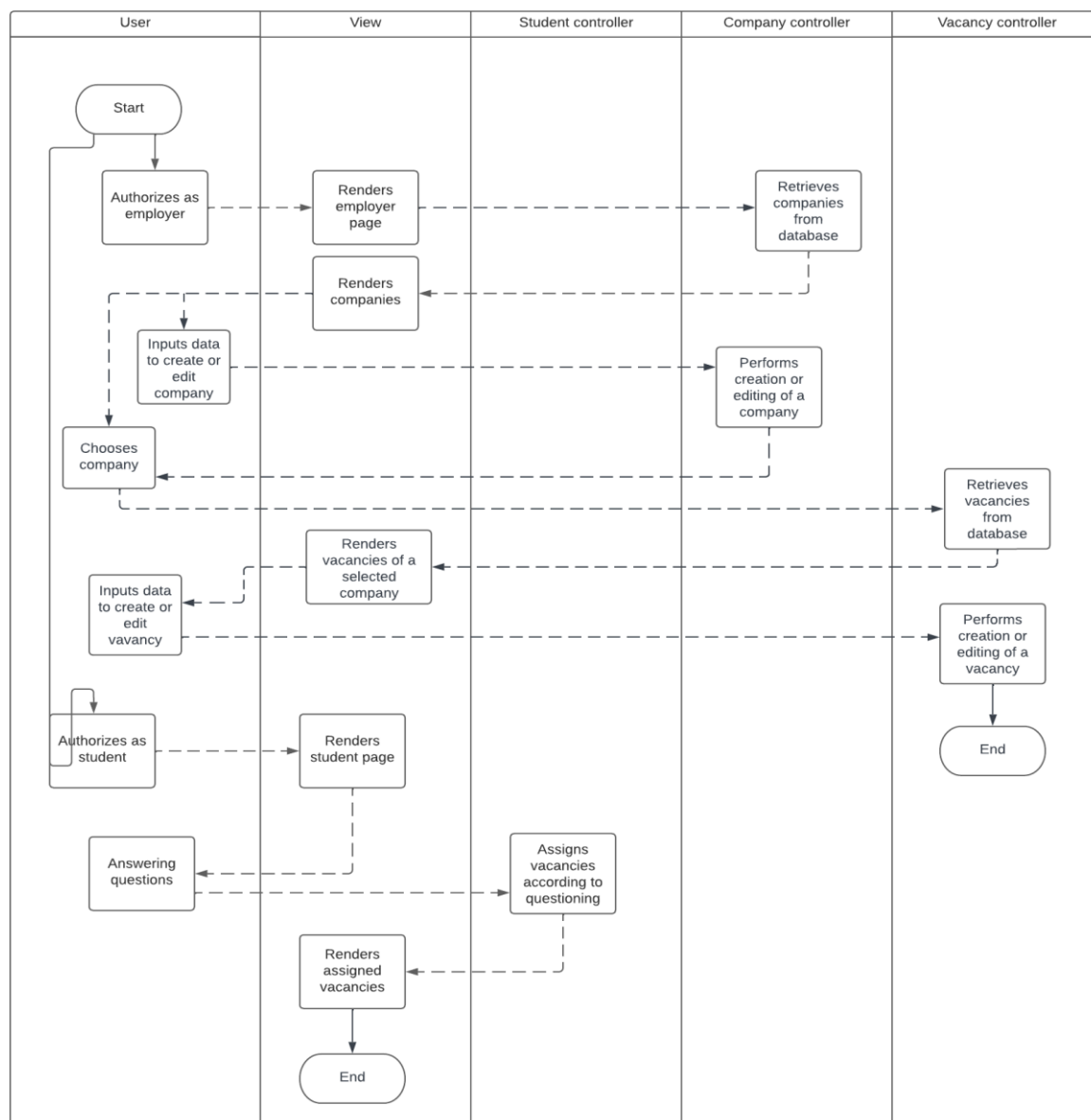


Рисунок 3.14 Діаграма діяльності

Джерело: побудовано автором

Діаграма на рис. 3.14 показує, що користувач може авторизуватися як студент або роботодавець. Після авторизації йде перенаправлення до вузла View, де відповідно до способу авторизації відображується

відповідна сторінка. У разі авторизації в ролі студента користувач проходить опитування, після чого потік перенаправляється до вузла Student controller, де проходить оцінка компетентностей та підбір вакансій, далі потік перенаправляється до вузлу View, де відбувається відображення вакансій. У разі авторизації користувача як роботодавця модуль Company Controller здійснює вибірку всіх профілів компаній та відображає їх користувачеві. Після цього користувач може обрати вже наявну компанію або створити нову. Далі модуль Vacansy Controller здійснює вибірку вакансій, що належать обраній компанії, з бази даних. Ці вакансії відображаються за допомогою модуля View, після чого роботодавець має можливість створити нову вакансію або редагувати наявну.

Для візуалізації організації компонентів всередині системи було створено діаграму компонентів (рис. 3.15).

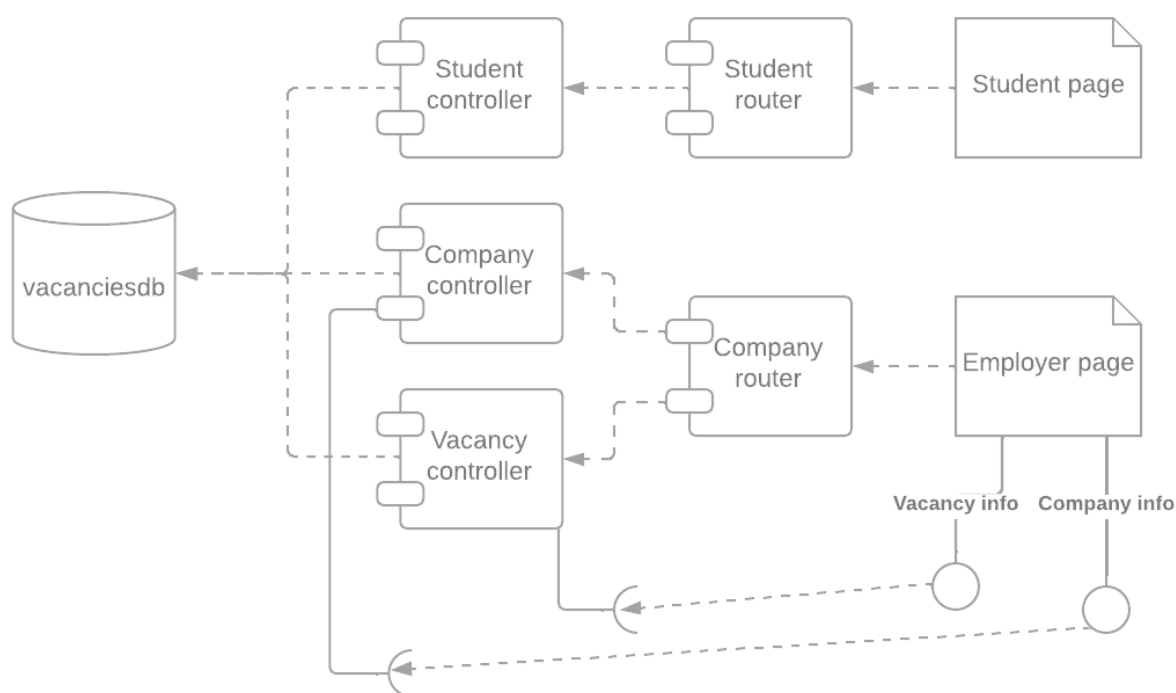


Рисунок 3.15 Діаграма компонентів

Джерело: побудовано автором

На діаграмі рис. 3.15 показано, що компонент Student Page взаємодіє з компонентом Student Router, який ініціює виклики певних функцій у Student Controller. Останній, у свою чергу, надсилає запити до бази даних. Компонент Employer Page взаємодіє з Company Router, який викликає функції двох контролерів, що надсилають запити до бази даних для отримання або редагування даних. Крім того, компонент Employer Page має інтерфейси Vacancy Info та Company Info, які передають дані відповідним інтерфейсам.

Щоб можна було зберігати та редагувати інформацію про вакансії та компанії потрібна база даних. Перед її створенням необхідно провести моделювання бази даних з відповідними блоками та полями. Спочатку було розроблено концептуальну модель бази даних, де було визначено основні складники, такі як: довідник компаній, довідник вакансій та довідник компетентностей (рис. 3.16).

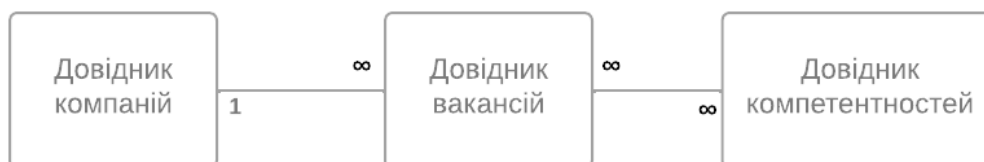


Рисунок. 3.16 **Концептуальна модель бази даних**

Джерело: побудовано автором

На рис. 3.16 розглянемо зв'язки між складниками. Між довідником компаній та довідником вакансій існує зв'язок один до нескінченності, адже одна компанія може розмістити багато вакансій. У той час між довідником вакансій та довідником компетентностей існує зв'язок багато до багатьох, оскільки в одній вакансії може бути багато компетентностей, а одна компетентність може належати до безлічі вакансій.

Далі розроблено логічну модель бази даних, де, окрім складників та зв'язків, наведено дані про поля, атрибути бази даних та способи унікальної ідентифікації таблиць (рис. 3.17).

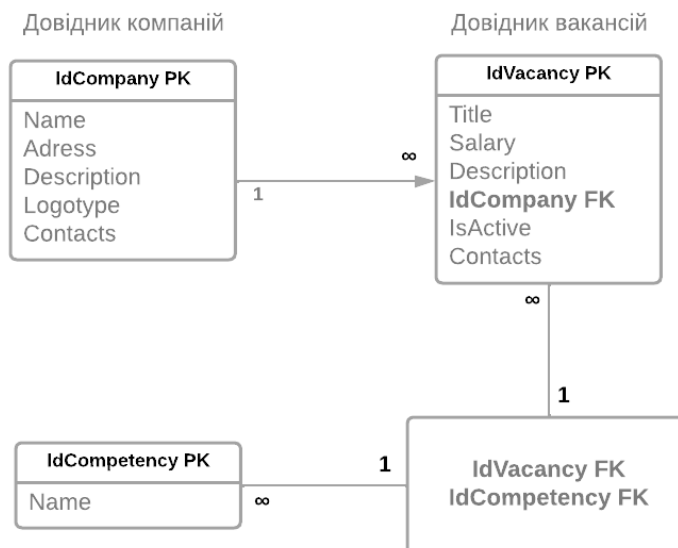


Рисунок 3.17 Логічна модель бази даних

Джерело: побудовано автором

З логічної моделі бази даних (рис. 3.17) видно, що у довідника компаній є 6 полів; IdCompany виступає як первинний ключ, а решта полів – це: назва компанії, адреса, опис, логотип та контакти. У довідника вакансій є 7 полів; IdVacancy виступає як первинний ключ, а решта полів, відповідно – дані про вакансію. Щоб забезпечити зв'язок один до багатьох у довіднику компаній, було додане поле IdCompany як зовнішній ключ. У довіднику компетентностей створено 2 поля, окрім назви компетентності, в довіднику міститься поле IdCompetency, яке визначено як первинний ключ. Щоб забезпечити зв'язок багато до багатьох між довідником вакансій та компетентностей, створено суміжну таблицю, в яку виводяться первинні ключі обох довідників. Таким чином, до суміжної таблиці будуть виводитися унікальні комбінації компетентностей та вакансій.

Щоб показати фактичні типи даних та обмеження створено фізичну модель бази даних (рис. 3.18).

Довідник компаній

| Назва поля | Ключ | Індексоване поле | Тип даних | Null-значення |
|------------------|------|------------------|--------------|---------------|
| IdCompany | + | Primary key | int | - |
| Name | - | | varchar(255) | - |
| Adress | - | | varchar(255) | - |
| Description | - | | text | - |
| Logotype | - | | text | - |
| Contacts | - | | varchar(255) | - |

Довідник вакансій

| Назва поля | Ключ | Індексоване поле | Тип даних | Null-значення |
|------------------|------|------------------|--------------|---------------|
| IdVacancy | + | Primary key | int | - |
| IdCompany | + | Foreign key | int | - |
| Title | - | | varchar(255) | - |
| Salary | - | | varchar(255) | - |
| Description | - | | text | - |
| Contacts | - | | boolean | - |

Довідник компетенцій

| Назва поля | Ключ | Індексоване поле | Тип даних | Null-значення |
|---------------------|------|------------------|--------------|---------------|
| IdCompetency | + | Primary key | int | - |
| Name | - | | varchar(255) | - |

Суміжна таблиця

| Назва поля | Ключ | Індексоване поле | Тип даних | Null-значення |
|---------------------|------|------------------|-----------|---------------|
| IdVacancy | + | Foreign key | int | - |
| IdCompetency | + | Foreign key | int | - |

Рисунок 3.18 Фізична модель бази даних

Джерело: побудовано автором

У фізичній моделі бази даних (рис. 3.18) вказано, які типи даних набувають ті чи інші поля, первинні та зовнішні ключі таблиць та чи може поле набувати значення «null».

Далі опишемо процес реалізації інтерфейсу розробленого вебдодатку для зручного використання.

Спочатку була розроблена сторінка авторизації, де користувач може обрати, чи йому авторизуватися як студент або роботодавець (рис. 3.19).

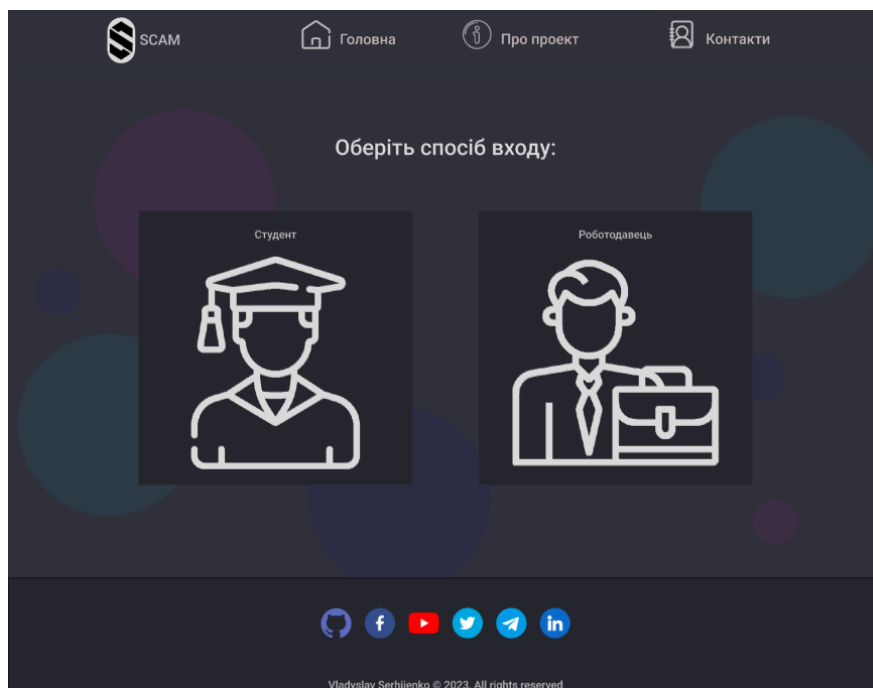


Рисунок 3.19 Сторінка авторизації

Джерело: побудовано автором

У разі вибору авторизації «Студент» далі йде сторінка анкетування. На цій сторінці кандидат на посаду буде заповнювати форму, на основі якої підбираються відповідні вакансії (рис. 3.20).

SCAM

Головна

Про проект

Контакти

Дайте відповіді на запитання:

1. Answer the question:

- Variant 1
- Variant 2
- Variant 3
- Variant 4

2. Answer the question:

- Variant 1
- Variant 2
- Variant 3
- Variant 4

.....

Submit

GitHub Facebook YouTube Twitter Telegram LinkedIn

Vladyslav Serhienko © 2023. All rights reserved

Рисунок 3.20 Сторінка анкетування

Джерело: побудовано автором

Після заповнення форми відбудеться переадресування до сторінки з результатами. На цій сторінці відобразатимуться підібрані вакансії відповідно до результатів анкетування. Кожна вакансія буде представлена в певному блоці, де міститься назва вакансії, логотип компанії та інформація про заробітну плату (рис. 3.21).

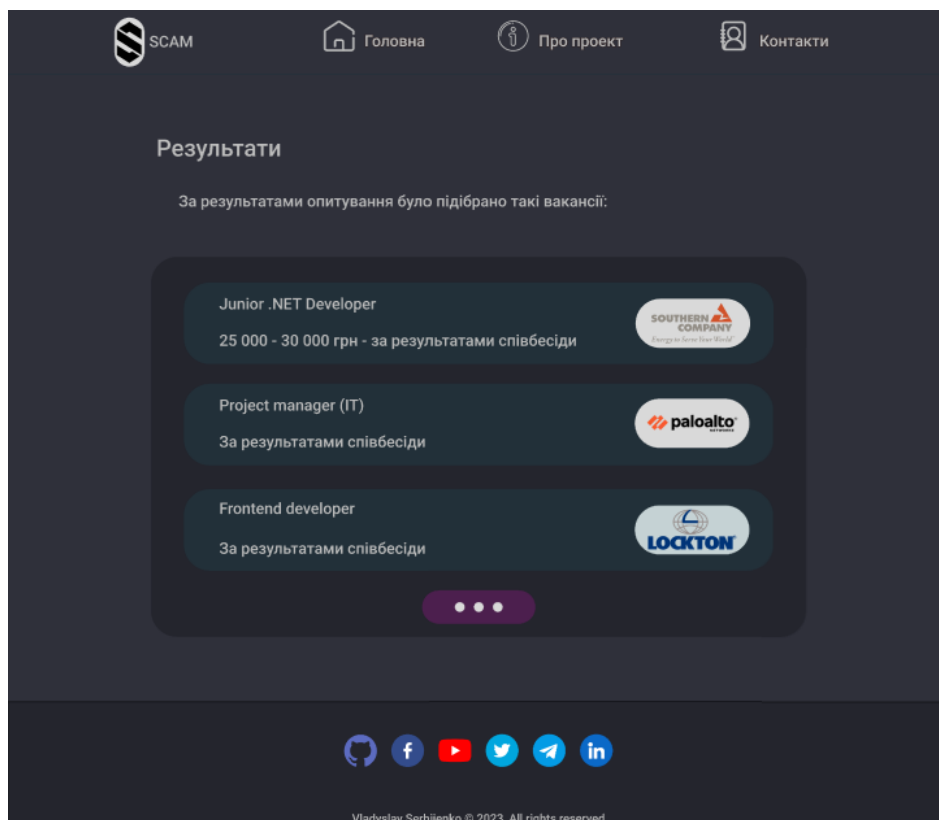


Рисунок 3.21 Сторінка результатів анкетування

Джерело: побудовано автором

Кандидат на посаду може обрати будь-яку з підібраних вакансій, після чого відбудеться перехід на повну сторінку відповідної вакансії, де розміщено детальний опис вакансії, контакти роботодавця та інформація про компанію.

Якщо авторизуватися як «Роботодавець», то першою сторінкою буде вибір компанії, від якої створено вакансію. Користувач може обрати, додати, редагувати та видаляти компанії (рис. 3.22).

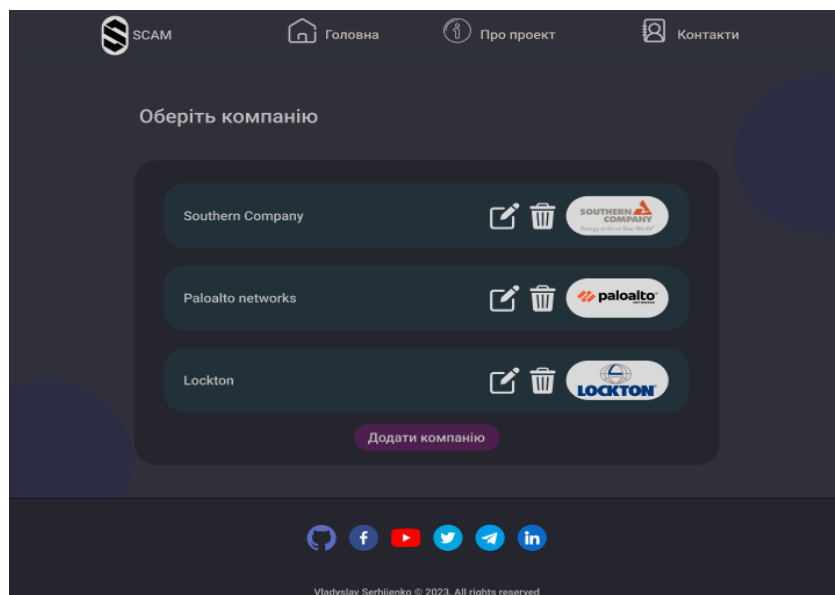


Рисунок 3.22 Сторінка вибору компанії

Джерело: побудовано автором

Якщо потрібно додати або оновити компанію, то відтвориться відповідна сторінка, куди потрібно ввести дані для створення або оновлення компанії (рис. 3.23).

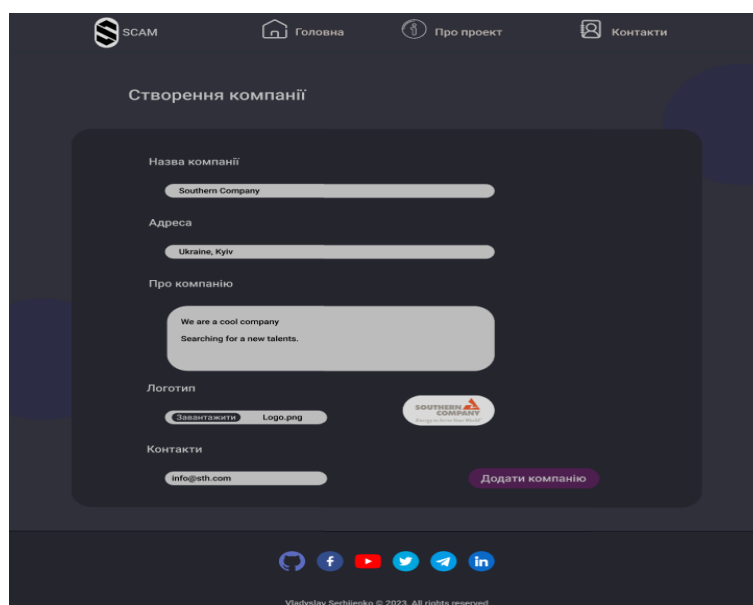


Рисунок 3.23 Сторінка створення компанії

Джерело: побудовано автором

Після вибору компанії користувачу відобразиться меню з вакансіями. Активні вакансії підсвічуються зеленим кольором, а неактивні – червоним. Так само, як і компанії, вакансії можна редагувати, видаляти або створювати (рис. 3.24).

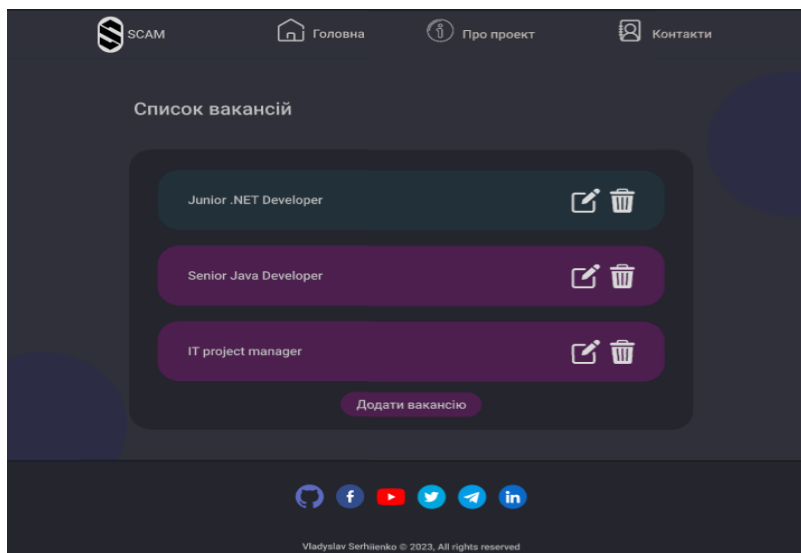


Рисунок 3.24 Сторінка вакансій компанії

Джерело: побудовано автором

Запропонована інтелектуальна система визначення компетентностей випускників (ІСВКВ), яка є складовою частиною інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти (ІТФКЗО), здійснює порівняння компетентностей випускника з вимогами роботодавців і здатна рекомендувати вакансії, що відповідають профілю та компетенціям випускника. Відповідно до цільових вимог до функціональності системи, передбачено авторизацію користувача як кандидата на посаду або роботодавця, проведення опитування для збору даних про компетентності кандидата, визначення компетентностей на основі аналізу зібраних даних, а також їх порівняння з вимогами до вакансій. Крім того, передбачена можливість підбору вакансій з відповідними компетентностями для кандидатів. Ці функціональні можливості спрямовані на допомогу здобувачам вищої освіти та випускникам у виявленні їх сильних і слабких

сторін, а також у пошуку відповідних вакансій для подальшого розвитку їхньої кар'єри.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

У розділі 3 дисертаційної роботи було детально розглянуто інформаційну технологію формування компетентностей здобувачів освіти та розроблено її модель, яка побудована на основі когнітивних процесів і прогностичних даних і забезпечує системний підхід до створення освітніх програм, що відповідають сучасним вимогам ринку праці.

Варто відзначити, що було детально описано структуру інформаційної технології, що складається з двох основних етапів: формування компетентностей на основі когнітивних процесів та практичний аналіз якості підготовки фахівців. Ця структура забезпечує інтегрований підхід до створення освітніх програм, враховуючи індивідуальні особливості здобувачів освіти та вимоги роботодавців. Контекстна модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти візуалізує взаємозв'язки між компонентами технології, такими як вхідні та вихідні дані, управлінські механізми та зовнішні фактори. Пропонована модель слугує основою для розробки освітніх програм, що відповідають сучасним стандартам та вимогам ринку праці.

У роботі також визначено основні компоненти та ресурси, які використовуються в процесі формування компетентностей, включаючи матеріальні, трудові та фінансові ресурси. Особлива увага була приділена аналізу ресурсів, необхідних для забезпечення ефективного функціонування інформаційної технології.

Також у даному розділі визначено взаємозв'язки між нормативно-правовою базою, прогностичними даними та навчальними програмами освітніх компонентів. Наведені взаємозв'язки забезпечують відповідність освітніх програм сучасним вимогам законодавства та ринку праці.

Розглянуто процес створення освітньо-професійних та освітньо-наукових програм на основі когнітивних процесів. Було досліджено методи інтеграції когнітивних теорій у розробку освітніх програм, що

дозволяє враховувати індивідуальні особливості здобувачів освіти. У розділі здійснено моделювання контекстної моделі інформаційної технології на основі CASE-технології ERwin, що дозволило автоматизувати процеси моделювання та аналізу, забезпечуючи точність та ефективність розробки освітніх програм.

У роботі проведено детальний аналіз впливу прогностичних даних на формування освітніх програм. Виявлено, що використання прогностичних даних дозволяє адаптувати освітні програми до майбутніх тенденцій на ринку праці, що забезпечує конкурентоспроможність випускників. Проведено аналіз ефективності фільтрації та структуризації даних для оптимізації навчальних програм. Виявлено, що систематизація даних дозволяє підвищити якість та релевантність освітніх програм, забезпечуючи їх відповідність сучасним вимогам.

Досліджено методи та підходи до декомпозиції контекстної моделі для забезпечення детального аналізу кожного етапу технології. Ця декомпозиція дозволила виявити ключові компоненти та взаємозв'язки між ними, що забезпечує точність та ефективність розробки освітніх програм. Крім того, було досліджено використання автоматизованих інструментів для збору та обробки даних, що підвищує ефективність підготовчого етапу.

У цьому розділі дисертаційної роботи було запропоновано персоналізовані рекомендації щодо створення освітньо-професійних та освітньо-наукових програм, враховуючи специфіку освітніх потреб та потреб ринку праці. Дані рекомендації дозволяють адаптувати освітні програми до індивідуальних потреб здобувачів освіти, забезпечуючи їх конкурентоспроможність. Також було запропоновано використання прогностичних даних для встановлення вагових коефіцієнтів дисциплін та визначення їх пріоритетності. Такий підхід дозволяє оптимізувати навчальні програми, забезпечуючи їх відповідність сучасним тенденціям на ринку праці.

У роботі детально описано процес декомпозиції контекстної діаграми на рівні вхідних та вихідних даних, керування механізмом та взаємодії з зовнішнім світом. Цей процес забезпечує детальний аналіз кожного етапу інформаційної технології, дозволяючи виявити ключові компоненти та взаємозв'язки між ними. Крім того, було описано деталі кожного етапу інформаційної технології, включаючи підготовчий етап, фільтрацію, структуризацію, вибірку, розподіл та аналіз прогностичних даних. Ці деталі забезпечують цілісне розуміння процесу формування компетентностей здобувачів освіти.

У третьому розділі виявлено та запропоновано оптимальні методи формування освітніх програм, що забезпечують їх відповідність прогнозованим потребам ринку праці. Ці методи дозволяють підвищити якість підготовки фахівців, забезпечуючи їх конкурентоспроможність. Також запропоновано практичні рекомендації щодо впровадження інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти в закладах вищої освіти. Зазначені рекомендації забезпечують ефективне використання технології для покращення якості освітніх програм.

Застосування запропонованої інформаційної технології в умовах закладів вищої освіти дозволяє підвищити якість підготовки фахівців. Виявлено, що використання цієї технології забезпечує відповідність освітніх програм сучасним вимогам ринку праці, підвищуючи їх ефективність та релевантність. Використання моделі для створення ефективних та адаптованих до ринку праці освітніх програм дозволяє підвищити конкурентоспроможність випускників. Запропонована модель забезпечує цілісний підхід до формування компетентностей здобувачів освіти, враховуючи їх індивідуальні особливості та потреби роботодавців.

Основні результати розділу висвітлені у науково-дослідних роботах:

- «Проектування інформаційних технологій освітнього середовища»
(номер державної реєстрації №0121U100278);

- «Модельовання інформаційно-аналітичної системи контролю якості процесу виробництва продукції» (номер державної реєстрації № 0121109155).

Основні результати розділу опубліковані в наукових працях автора:

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації: [4], [5], [7], [8]

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації: [10], [11], [12].

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації: [16], [17], [18]

Список використаних джерел до розділу 3

1. Закон України «Про освіту». Офіційний портал Верховної Ради України. № 2145-VIII. (2017). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
2. Закон України «Про вищу освіту». Офіційний портал Верховної Ради України. № 1556-VII. (2014). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>.
3. Закон України «Про фахову передвищу освіту». Офіційний портал Верховної Ради України. № 2745-VIII. (2019). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19#Text>.
4. Закон України «Про повну загальну середню освіту». Офіційний портал Верховної Ради України. № 463-IX. (2020). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>.
5. Закон України «Про професійну (професійно-технічну) освіту». Офіційний портал Верховної Ради України. № 103/98-ВР. (1998). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/103/98-%D0%B2%D1%80#Text>.
6. Закон України «Про Національну програму інформатизації». Офіційний портал Верховної Ради України. № 2807-IX. (2023). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-20#Text>.
7. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність». Офіційний портал Верховної Ради України. № 848-VIII. (2016). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text>.
8. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки (Розпорядження Кабінету Міністрів України). Офіційний портал Верховної Ради України. № 286. (2022). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text>.
9. Про затвердження Національної рамки кваліфікацій (Постанова Кабінету Міністрів України). Офіційний портал Верховної Ради України.

№ 1341. (2011). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF#Text>.

10. *Про затвердження Порядку реалізації права на академічну мобільність* (Постанова Кабінету Міністрів України). Офіційний портал Верховної Ради України. № 579. (2015). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/579-2015-%D0%BF#Text>.

11. *Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації* (Розпорядження Кабінету Міністрів України). Офіційний портал Верховної Ради України. № 167-р. (2021). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-p#Text>.

12. Altexsoft. (2023). *Functional and Nonfunctional Requirements: Specification and Types*. <https://www.altexsoft.com/blog/business/functional-and-non-functional-requirements-specification-and-types/>.

13. Geeksforgeeks. (2024). *MVC Framework Introduction*. <https://www.geeksforgeeks.org/mvc-framework-introduction/>.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі «Інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти» розв'язана актуальна задача формалізації процесу формування компетентностей та кваліфікації здобувача шляхом побудови комплексу моделей з урахуванням синергії компонентів моделей, які є критично важливими для успішної підготовки фахівців з вищою освітою.

Основні висновки дослідження полягають у такому.

1. Державна політика, вимоги ринку праці, інтелектуалізація навчального процесу та гармонізація нормативно-правового середовища мають суттєвий вплив на процес формування фахівця з вищою освітою. Модель взаємодії компонентів освітньої макросистеми (освіта і наука, ринок праці, держава визначає ключові чинники ефективності підготовки фахівців і дає змогу комплексно підходити до розвитку професійної кваліфікації фахівця з урахуванням мінливих вимог ринку праці та потреби у підвищенні мобільності випускників.

2. Складові освітньої макросистеми мають синергетичний вплив на формування компетентностей та кваліфікації фахівця. Зокрема, для формування компетентностей випускника важливою є синергія між професійними стандартами і освітніми програмами вищої освіти. Модель взаємодії компонентів освітньої макросистеми враховує синергетичний ефект впливу освіти, науки, ринку праці та держави на формування компетентностей здобувачів освіти, що дозволяє комплексно підходити до розвитку професійної кваліфікації фахівця з урахуванням мінливих вимог ринку праці.

3. Зовнішній вплив факторів освітньої макросистеми та мінливі вимоги ринку праці спричиняють потребу у створенні гнучкої та адаптивної інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти. Адаптивна інформаційна технологія формування компетентностей враховує когнітивний складник навчання, що дозволяє

розробляти нові освітні програми для здобувачів освіти з урахуванням індивідуальних потреб, когнітивних стилів і підходів до навчання та підвищує гнучкість і адаптивність освітніх програм, забезпечує інтелектуальний розвиток і професійну мобільність студентів, а також сприяє постійній адаптації до мінливих вимог ринку праці.

4. Необхідною передумовою створення ефективної інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти є формалізація підходів до формування компетентностей фахівців. Складність такої формалізації пов'язана з мінливістю зовнішніх умов та значним впливом людського фактору в процесі оцінювання. Модель нечіткої нейронної мережі для визначення рівня компетентностей здобувачів освіти дозволяє підвищити об'єктивність оцінювання результатів навчання та ефективно прогнозувати рівень компетентностей випускників.

5. Перманентне вдосконалення освітньо-професійних та освітньо-наукових програм вимагають визначення передумов та ключових аспектів автоматизації цього процесу. Найбільш ефективним інструментом автоматизації процесу класифікації здобувачів освіти за рівнем набутих знань є самоорганізовані карти Кохонена. Модель карт Кохонена для оцінки індивідуальних траєкторій навчання здобувачів освіти містить систему інтелектуальних складників, що дозволяє покращити якість і релевантність освітніх програм та їх відповідність актуальним вимогам через вдосконалення процесу формування освітньої траєкторії.

6. Формування компетентностей здобувачів освіти являє собою складний багаторівневий процес набуття майбутніми фахівцями необхідної системи знань та вмінь, а також перевірки відповідності цієї системи вимогам освітніх стандартів. Таким чином, процес формування компетентностей вимагає проведення декомпозиції моделі на рівні ієрархії та розробки багаторівневої структури моделі. Багаторівнева інформаційна технологія формування компетентностей включає етапи інтелектуалізації формування компетентностей та практичний аналіз якості підготовки

фахівців, що забезпечує інтегрований підхід до розробки освітніх програм з урахуванням вимог освітніх стандартів, ринку праці та індивідуальних потреб здобувачів освіти.

ДОДАТКИ

Додаток А

Довідки впровадження



022021

УКРАЇНА

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

 вул. М.Омеляновича-Павленка, 1, м. Київ, Україна, 01010, т.ф. +38 (044) 280 82 03, т. +38 (044) 280 87 65
 e-mail: general@ntu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02070915

26.06.2024 № 1101/01

на № _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

 Проректор з навчальної роботи
 Національного транспортного
 університету проф. Віталій ХАРУТА


ДОВІДКА

 про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 аспіранта кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
 Державного торговельно-економічного університету

Захарова Ростислава Геннадійовича

 за темою: «ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ
 КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ»

в освітній процес Національного транспортного університету

Протягом 2022-2024 р.р. в Національному транспортному університеті в процесі теоретичної та практичної підготовки майбутніх фахівців ІТ галузі, а саме спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 122 «Комп'ютерні науки», використовувались результати дисертаційного дослідження аспіранта кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки Державного торговельно-економічного університету Захарова Ростислава Геннадійовича.

Запропонована модель взаємовпливу складових соціально-економічної системи на формування компетентного кваліфікованого фахівця та архітектура нечіткої нейронної мережі для розв'язання завдань, пов'язаних із розвитком ситуації з рівнем компетентностей випускників освітньо-професійної програми та їх відповідності програмним результатам стандартів дали можливість для розв'язання задач та вдосконалення формування компетентностей здобувачів освіти за запитамі роботодавців. Взаємозв'язки між об'єктами моделі дали можливість системно і цілісно проводити процеси управління ресурсами в освіті та науці університету, а також враховувати потреби ринку праці. В свою чергу запропонована нечітка нейронна мережа для розв'язання завдань, пов'язаних із прогнозною оцінкою розвитку ситуації з рівнем компетентностей випускників освітніх програм дала можливість спрямувати їх компетентності відповідності стандартам спеціальностей, а також визначенням наслідків початкових рішень та їх вдосконалення.

Апробація моделі взаємовпливу складових соціально-економічної системи на формування компетентного кваліфікованого фахівця та архітектури нечіткої нейронної мережі для розв'язання завдань, пов'язаних із розвитком ситуації свідчать про доцільність та результативність їх використання в освітньому процесі закладів вищої освіти.

 Завідувач кафедри інформаційно-аналітичної
 діяльності та інформаційної безпеки
 Національного транспортного університету,
 доктор технічних наук, професор

А.Н. Аль-Амморі



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
 «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

вул.Заньковецької 89-а,м. Ужгород, Закарпатська область, 88000
 e-mail: f-it@uzhnu.edu.ua

«27» серпня 2024 р.

№ 133/24

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Захарова Ростислава Геннадійовича
**«Інформаційна технологія формування
 компетентностей здобувачів освіти»**
 в освітній процес ДВНЗ «Ужгородського національного університету»

Даною довідкою засвідчується впровадження результатів дисертаційного дослідження аспіранта спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» Державного торговельно-економічного університету Захарова Ростислава Геннадійовича на тему «Інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти» у науково-освітню діяльність ДВНЗ «Ужгородський національний університет» протягом 2021-2024 рр.

Захаров Р.Г. запропонував використовувати модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти, яка була створена з використанням засобів CASE технології ERwin і демонструє декілька рівнів декомпозиції інформаційної технології. Це показує, яким чином відбувається генерація рекомендацій, тобто синтез отриманих даних в конкретні рекомендації для формування освітньо-професійних програм/освітньо-наукових програм та використання експертних систем/СППР для інтеграції думок фахівців та врахування нормативних вимог. Також, використовуючи дану модель є можливість практичного впровадження - розробка Application Programming Interface (API) для створення (локального) веб-додатку, який дозволяє отримувати рекомендації через нього забезпечуючи легкий доступ користувачів.

Довідка надається для представлення до разової спеціалізованої вченої ради по захисту дисертаційної роботи в Державному торговельно-економічному університеті.

Завідувач кафедри інформатики
 та фізико-математичних дисциплін

Василь КУТ





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, тел. +380 (44) 531 47 41, e-mail: knute@knute.edu.ua, код ЄДРПОУ 44470624

01.07.2024 № 1345/34

На № _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
аспіранта кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Державного торговельно-економічного університету

Захарова Ростислава Геннадійовича

на тему: «ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ
КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ»

в практичну діяльність Державного торговельно-економічного університету.

Довідка підтверджує, що результати дисертаційного дослідження
Захарова Ростислава Геннадійовича на тему: «Інформаційна технологія
формування компетентностей здобувачів освіти» впроваджено в Державному
торговельно-економічному університеті, зокрема:

- модель інформаційної технології формування компетентностей здобувачів вищої освіти, яка забезпечує системний підхід до створення освітніх програм, що відповідають сучасним вимогам ринку праці. Застосування запропонованої інформаційної технології в умовах закладів вищої освіти дозволяє підвищити якість підготовки фахівців та збільшує конкурентоспроможність випускників;
- модель синергії, яка передбачає активну співпрацю між здобувачами вищої освіти, державними органами та роботодавцями. Модель базується на партнерській взаємодії університету та стейкхолдерів, що дозволяє забезпечити ефективну підготовку кваліфікованих фахівців за індивідуальними освітніми траєкторіями, залучати роботодавців до процесу формування та реалізації освітніх програм, розробляти спільні проекти і програми стажувань для здобувачів вищої освіти.

**Перший проректор з
науково-педагогічної роботи**

Наталія ПРИТУЛЬСЬКА

Харченко Олександр, (044) 531 47 07





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Повітрофлотський пр. 31, м. Київ - 37, 03037, тел. (044)241-55-80, факс (044) 248-32-65
E-mail: knuba_admin@ukr.net, Web: http:// www.knuba.edu.ua, код ЄДРПОУ 02070909

09.04.24 № *14-1.9/589*

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Захарова Ростислава Геннадійовича
за темою: «**Інформаційна технологія формування
компетентностей здобувачів освіти**»
аспіранта кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Державного торговельно-економічного університету
в Київському національному університеті будівництва і архітектури

Наукові напрацювання Захарова Р.Г. протягом 2021-2024 р.р. мали місце експерименту в Київському національному університеті будівництва і архітектури, а саме в освітньому процесі теоретичної та практичної підготовки майбутніх фахівців ІТ галузі. Змодельована інформаційна технологія формування компетентностей здобувачів освіти з використанням штучної нейронної мережі, Case-засобів та експертного оцінювання компетентностей здобувачів освіти дали можливість вдосконалити визначення синергії майбутнього фахівця та індивідуальної освітньої траєкторії навчання.

Також слід зазначити, що вдосконалення підходів до узагальненої класифікації типів технологій формування компетентностей здобувачів освіти, складових технологій формування компетентностей здобувачів освіти та методу формування класифікації здобувачів освіти у чинній інформаційно-освітній системі закладу вищої освіти на основі карт Кохонена за вхідними кількісними складовими навчання з використанням онлайн-технологій показали яким чином відбувається вплив на процеси випуску здобувачів освіти, у відповідності до вимог стандартів МОН та професійних, запитів-стайкгоल्дерів (ринку праці), вдосконалення та реалізації експертної траєкторії «ідеального» здобувача освіти.

Отримані в дисертаційній роботі результати представляють практичну цінність під час підготовки здобувачів освіти, що дозволяє, дякуючи запропонованій інформаційній технології, яка містить інтелектуальний модуль, приймати рішення щодо компетентностей здобувачів та випускників ЗВО з різними подальшими рішенням.

Перший проректор КНУБА
д.т.н., професор



Денис ЧЕРНИШЕВ

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Yuliia Kostiuk, Olena Kryvoruchko, Alona Desyatko, Yuliia Samoilenko, Kateryna Stepashkina, Rostislav Zakharov. (2023) Information and intelligent forecasting systems based on the methods of neural network theory. *Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, 28-30 April, Nur-Sultan, Kazakhstan.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1109/SIST58284.2023.10223499> (Scopus)
(*Особистий внесок*: проектування архітектури нейронної мережі).
2. Kryvoruchko, O., Kostiuk, Y., Desiatko, A., Stepashkina, K., Tyshchenko, D., Franchuk, T., Hnatchenko, D., Zakharov, R., Brzhanov, R. (2023) Analysis of technical indicators of efficiency and quality of intelligent systems. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 101(24). (*Особистий внесок*: визначені критерії оцінювання інтелектуальних систем)
3. Baranenko, R., Sokol, H., Pustovoitov, P., & Zakharov, R. (2023). Інформаційно-аналітичне забезпечення системи управління якістю освіти. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*, 2(72), 39-41. <https://doi.org/https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.2.039> (*Особистий внесок*: визначено ролі сучасних інформаційних технологій у процесі вдосконалення та модернізації системи освіти, досліджено компоненти інформаційної системи управління якістю).
4. Захаров, Р. (2023). Система формування компетентостей здобувачів освіти з урахуванням вимог стейкхолдерів. *Управління розвитком складних систем*, (53), 71–79. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.53.71-79>
5. Костюк, Ю., Криворучко, О., Десятко, А., Захаров, Р. (2024). Розробка системи підтримки прийняття рішень у закладах вищої освіти із

- застосуванням проектно-орієнтованого та компетентнісного підходів. *Наука і техніка сьогодні*, 4(32), 1048-1068. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-4\(32\)-1048-1068](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-4(32)-1048-1068) (Особистий внесок: узагальнення та систематизація даних щодо проблем управління та прийняття рішень, а також формулювання принципів створення системи підтримки прийняття рішень у сфері вищої освіти.)
6. Криворучко, О., Костюк, Ю., Десятко, А., Захаров, Р. (2024). Використання самоорганізованих нейронних мереж для адаптації навчальних матеріалів до індивідуальних потреб здобувачів вищої освіти. *Наука і техніка сьогодні*, (31), 903-923. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-3\(31\)-903-923](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-3(31)-903-923) (Особистий внесок: обґрунтована процедура прогнозування та формування індивідуальної траєкторії навчання здобувачів вищої освіти, що базується на диференціації навчального матеріалу за різними параметрами, динамічної моделі характеристик здобувача вищої освіти та можливостей нейронних мереж).
7. Криворучко, О., Захаров, Р. (2024). Моделювання інформаційної технології формування компетентностей здобувачів освіти. *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 4(24) <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2024.24.196204> (Особистий внесок: пропонується модель, що містить використання нейромереж та інших інноваційних технологій, які можуть сприяти індивідуалізації навчального процесу та забезпечити високий рівень залучення здобувачів вищої освіти).
8. Захаров, Р. Г., Криворучко, О. В., Сергієнко, В. О. (2024). Клієнт-серверний програмний продукт визначення компетентностей фахівців ІТ-сфери. *Управління розвитком складних систем*, (58), 74-80 (Особистий внесок: запропоновано технічне рішення у вигляді розробки відповідного програмного продукту; розглянуто функціональні можливості продукту, його архітектуру та потенційні варіанти використання у практичних ситуаціях) <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.67-73>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Десятко, А. М., Шестак, Я. І., Захаров, Р.Г. Моделювання конкурентоспроможності здобувачів освіти ІТ-галузі закладів вищої освіти Інформаційна безпека процесів обміну інформацією в період воєнних дій, матеріали III - ї міжнародної науково-практичної конференції: «Розподілені програмні системи і технології». Тема: Інформаційні технології розвитку змісту освіти., м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури 28 листопада 2022 р., КНУБА, С 31-34. (*Особистий внесок*: моделювання конкурентоспроможності здобувачів освіти ЗВО для цілеспрямованого розвитку системи необхідних професійних та особистих компетенцій у рамках компетентнісно-орієнтованого підходу до навчання в освітньому процесі)
10. Криворучко, О. В., Захаров, Р. Г., Юрченко, Д. О. (2023). Моделювання оцінки якості програмного забезпечення. *Збірник тез VI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Нові інформаційні технології управління бізнесом»*, Київ: Спілка автоматизаторів бізнесу, 82-84. (*Особистий внесок*: визначені потреби та важливість моделювання оцінки якості програмного забезпечення).
11. Криворучко, О. В., Шестак, Я. І., Захаров, Р. Г. (2023). Моделювання системи інформаційної інфраструктури діяльності закладу вищої освіти. *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2023) : матеріали тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції*, м. Чернігів, 25–26 травня, (2), 289-291 (*Особистий внесок*: запропоновано визначити, що в основі онтології лежать класи, об'єкти, їх властивості та обмеження)
12. Korchenko, A., Kryvoruchko, O., Kostyuk, M., Kazmirchuk, S., Synichuk, O., & Zakharov R. (2020, November). Methods of security authentication and authorization into informationals systems. *In 2nd International Conference on*

Advanced Trends in Information Theory (ATIT), 270-274. IEEE. (Особистий внесок: розглянуто механізми аутентифікації та авторизації, їх переваги та недоліки, які впливають на кібербезпеку інформаційних технологій).

13. Тищенко, Д. О., Франчук Т. М., Захаров Р. Г. (2024). Вплив інформаційних технологій на розвиток ключових компетентностей менеджерів у сучасному бізнес-середовищі. *Збірник тез VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Нові інформаційні технології управління бізнесом»*, Київ: Спілка автоматизаторів бізнесу, 244-246. (Особистий внесок: визначено, що впровадження інформаційних технологій може сприяти поліпшенню доступу до інформації, автоматизації процесів, вдосконаленню комунікації та сприяти навчанню та інноваціям).

*Наукові праці, які додатково відображають наукові результати
дисертації*

14. Kapiton, A., Diachenko, O., Zakharov, R., Yanchuk, T. (2022). Systematic approach application to the development for the site of university scientific activity. *Системи управління, навігації та зв'язку*, 4(66), 52-55 <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.4.052> (Особистий внесок: запропоновано інструменти системного підходу в розробці програмних підходів).

15. Tyshchenko, D., Franchuk, T., Zakharov, R., & Karpunin, I. (2023). Innovation parks creation in the terms of the information space functioning. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*, 4(74), 106-109. (Особистий внесок: вимоги до проєктування та функціонування інформаційних систем).

16. Вікторов, В., Захаров, Р. (2020). Кібергігієна – безпечний особистий простір. *Кібергігієна. Кібербезпека. Безпека держави: Матеріали наукових семінарів*, Київ, 27 листопада, Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 37 (Особистий внесок: агрегація основних правила кібергігієни для потреб підприємства).

17. Криворучко, О. В., Десятко, А. М., Захаров, Р. Г. (2021). Сучасна концепція побудови логістичної системи підприємства торгівлі. *Збірник тез IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Нові інформаційні технології управління бізнесом»*. Київ: Спілка автоматизаторів бізнесу, 236-239. (Особистий внесок: моделювання бізнес-процесів оперативного управління інформаційними потоками).
18. Криворучко, О. В., Шестак, Я. І., Захаров, Р. Г. (2021). Моніторинг метрик якості програмного коду. Глобалізаційні виклики розвитку національних економік: тези доповідей II Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 19 жовтня, Київ. нац. торг.-екон. ун-т. (Особистий внесок: проаналізовано методики щодо оцінювання якості програмного забезпечення).