

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

УДК 378.091.3:373.011.3-051:62/68]:[37.016:004:005.336.2(043.3)


ІЩЕНКО ОЛЕКСАНДР ВІТАЛІЙОВИЧ

ДИСЕРТАЦІЯ

**Методичні засади формування компетентностей з
комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій
014 Середня освіта (трудове навчання та технології)**

Подається на здобуття ступеня вищої освіти доктора філософії

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


Науковий керівник: **Корець Микола Савич**
доктор педагогічних наук, професор

Київ – 2026

Іщенко О. В. Методичні засади формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій.

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня вищої освіти доктора філософії за спеціальністю 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології). – Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, 2026.

АНОТАЦІЯ

Дисертацію присвячено обґрунтуванню та розробленню методичних засад формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій у процесі їхньої професійної підготовки. У роботі визначено теоретико-методологічні передумови, змістові компоненти та організаційно-методичні умови формування відповідних компетентностей, що зумовлені сучасними тенденціями розвитку технологічної освіти, цифровізацією суспільства та зростанням ролі комп'ютерно-інженерних рішень у діяльності педагога.

Проведений ретроспективний аналіз становлення технологічної освіти та розвитку комп'ютерної інженерії дав змогу з'ясувати етапи еволюції вимог до професійної підготовки педагогічних кадрів, виокремити ключові фактори, що впливали на інтеграцію інженерно-комп'ютерної підготовки у зміст навчання майбутніх вчителів технологій.

На підставі теоретичного аналізу поняттєвого апарату уточнено зміст таких основних термінів, як «комп'ютерна інженерія», «інженерно-комп'ютерні компетентності», «фахова підготовка майбутніх учителів технологій», «проектно-орієнтоване навчання», «цифрово-технологічна компетентність педагога».

Уточнення цих понять дало змогу визначити структуру компетентностей з комп'ютерної інженерії, що включає когнітивний,

операційно-діяльнісний, ціннісно-мотиваційний та рефлексивно-аналітичний компоненти, а також окреслити їхній зміст відповідно до сучасних освітніх стандартів і вимог ринку праці.

Проаналізовано аспекти підготовки майбутніх вчителів технологій з комп'ютерної інженерії як дидактичної проблеми.

Аналіз сучасного стану вивчення методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій розкриває наступні проблеми:

Аналіз сучасного стану вивчення методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій розкриває наступні проблеми:

- відсутність комплексного підходу до формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій;

- фрагментарність наукових досліджень, що стосуються інтеграції елементів комп'ютерної інженерії у зміст технологічної освіти, що ускладнює розроблення єдиного методичного забезпечення;

- обмеженість практичної складової підготовки, зокрема недостатню кількість лабораторних і проєктно-орієнтованих завдань, які б моделювали реальні умови інженерної діяльності;

- невідповідність змісту навчальних програм сучасним технологічним викликам, що виникають у зв'язку з розвитком мікропроцесорних систем, вбудованих платформ, цифрової електроніки та комп'ютерних мереж;

- нестача навчально-методичних матеріалів, адаптованих до потреб педагогічних спеціальностей, особливо таких, що поєднують інженерно-технічний і методичний аспекти підготовки;

- пошук більш ефективних методів і форм навчання, викликаний зростанням обсягу відомостей про комп'ютерну інженерію, що є необхідними у процесі підготовки майбутніх вчителів технологій;

- невисокий рівень ІКТ-готовності викладачів, які забезпечують дисципліни інженерно-технологічного циклу, що стримує впровадження інноваційних засобів навчання;

- потреба в інтеграції міждисциплінарних підходів (комп'ютерна інженерія – технологічна освіта – педагогіка – методика навчання), яка досі реалізується недостатньо системно.

Усе це свідчить про необхідність науково обґрунтованої методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії, здатної забезпечити цілісність, системність і практичну спрямованість професійної підготовки майбутніх учителів технологій.

Дослідження спирається на широке коло джерел. Емпіричну основу роботи склали офіційні статистичні відомості щодо стану й динаміки технологічної освіти, чисельності студентів та педагогічного персоналу, а також дані про мережу закладів вищої та середньої освіти в Україні та зарубіжних країнах. До аналізу залучено навчально-програмну документацію закладів різних рівнів, що вивчають підготовку та перепідготовку вчителів технологій. Використано довідкові й енциклопедичні видання вітчизняного та іноземного походження. Теоретичну базу дослідження формують праці соціологів, досвідчених педагогів-практиків у галузі технологічної освіти, а також наукові розвідки українських дослідників із проблематики методики навчання комп'ютерної інженерії.

Результатом дослідження стала авторська методика, спрямована на розвиток компетентностей у сфері комп'ютерної інженерії в майбутніх педагогів технологічного профілю. Це представлено в складі структурно-функціональної моделі, побудованої на основі трьох взаємопов'язаних компонентів: базово-цільового, що визначає орієнтири підготовки; змістово-діяльнісного, що окреслює зміст і способи організації навчального процесу; та оцінно-результативного, що відображає очікувані навчальні здобутки. Усі складові моделі перебувають у

діалектичній єдності та підпорядкованій внутрішній логіці клітинної педагогічної системи. Вона реалізується шляхом вивчення: комп'ютерної логіки; комп'ютерної електроніки; архітектури комп'ютера; комп'ютерної схемотехніки; системного програмування; технології проектування комп'ютерних систем; комп'ютерних мереж; організації баз даних; захисту інформації; інженерії програмного забезпечення; адміністрування локальних комп'ютерних мереж; монтажу та обслуговування елементів інформаційних систем та мереж; глобальної інформаційної інфраструктури; цифрової обробки сигналів; прикладних мережевих технологій; спеціальних мов програмування; web-програмування.

Доведено, що підготовка майбутніх педагогів технологічного спрямування до викладання дисципліни комп'ютерно-інженерного циклу має обґрунтування на концепції випереджувального навчання. Можливість такого підходу пояснюється високою динамікою розвитку сучасних автоматизованих систем та комп'ютерно-інтегрованих виробничих комплексів, яка об'єктивно вимагає від фахівця галузі здатності діяти на випередження - орієнтуватися не на поточний стан технологій, а на перспективи їх еволюції в найближчому майбутньому.

Науково обґрунтована структура та зміст навчальних дисциплін «Комп'ютерна інженерія» та «Штучний інтелект в освіті», на основі яких розроблені відповідні програми навчальних дисциплін для студентів спеціальності

Досліджено стан комп'ютерної інженерії у системі фахової підготовки майбутніх вчителів технологій, виявлені закономірності її формування.

Встановлено, що при наявності певних здобутків у вирішенні окресленої проблеми, існує нагальна потреба у більш комплексному та цілеспрямованому впровадженні прогресивних ідей педагогічної практики. таким, пріоритетними напрямками вдосконалення освітнього

процесу визначено: створення належних організаційно-педагогічних умов, що сприяють формуванню у студентів стійкої внутрішньої потреби в самостійному здобутті знань; активне впровадження в систему фахової підготовки майбутніх педагогів інноваційних освітніх технологій, ефективне опанування яких неможливо без системи самостійної пізнавальної діяльності; забезпечення психологічно комфортного середовища, що стимулює особистісний розвиток і самовдосконалення здобувачів освіти; а також збагачення навчального процесу різноманітними методами й організаційними формами, спрямованими на раціональну організацію самоосвітньої роботи студентів.

Проведено експериментальну апробацію запропонованої методики розвитку компетентностей комп'ютерно-інженерного спрямування та досліджено її вплив на якість фахової підготовки майбутніх викладачів технологічних дисциплін.

Під час аналізу результатів експериментально-дослідної роботи завдяки зіставленню показників двох груп учасників - експериментальній та контрольній. Статистична обробка зібраних даних підтвердила виразну позитивну динаміку за всіма визначеними критеріями навчальних досягнень у студентів, які навчалися за розробленою методикою. Встановлено, що приріст показників у контрольних групах не перевищував 3,2 %, тоді як в експериментальних групах аналогічний показник сягнув 13–15 %, що показує суттєву перевагу запропонованому підходу.

За результатами педагогічного експерименту підтверджено практичну доцільність впровадження авторської методики в освітній процес закладів вищої освіти та доведено її статистично значущий вплив на підвищення рівня фахової підготовки майбутніх учителів технологій у галузі комп'ютерної інженерії. У дослідженні представлено розроблену шкалу рівнів сформованості відповідних компетентностей, відображено хронологічну послідовність проведення експерименту - від

констатувального через формувальний до завершального й загального етапів - а також охарактеризовано використані засоби педагогічного моніторингу. Теоретично обґрунтовано та експериментально верифіковано організаційно-педагогічні умови, що забезпечують ефективне формування комп'ютерно-інженерних компетентностей у майбутніх педагогів технологічного профілю.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що в дисертаційній роботі *вперше*:

– *визначено, теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено* ефективність розроблених методичних засад формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій;

– *теоретично обґрунтовано та розроблено* модель методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій;

– науково обґрунтовано структуру та зміст навчальних програм вибіркового дисциплін «Штучний інтелект в освіті» та «Комп'ютерна інженерія» для бакалаврів спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології).

Подальшого розвитку набули основні положення методики формування компетентностей з цифрових освітніх технологій у майбутніх вчителів технологій. Визначено складові змісту навчання комп'ютерній інженерії у майбутніх вчителів технологій.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці та впровадженні у навчальний процес організаційно-педагогічних умов методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій, а також у розробці, впровадженні та експериментальній перевірці навчальних програм вибіркового дисциплін «Штучний інтелект в освіті» та «Комп'ютерна інженерія» для бакалаврів спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології).

Основні теоретичні положення й практичні результати дослідження викладено в 15 працях; із них – 5 статей у фахових виданнях України; 1 стаття у періодичних видання інших держав, 6 публікацій у матеріалах конференцій, 3 наукові праці, які додатково відображають наукові результати дослідження.

Теоретичні положення, експериментальні дані, висновки дисертаційного дослідження можуть бути використаними в освітньому процесі закладів вищої освіти у системі підвищення кваліфікації педагогічних працівників, у підготовці та проведенні науково-методичних семінарів тощо.

Ключові слова. Комп'ютерна інженерія, компетентності, формування компетентностей, майбутні вчителі технологій, методичні засади, професійна підготовка, технологічна освіта, інженерно-комп'ютерні компетентності, проєктно-орієнтоване навчання, цифрово-технологічна компетентність педагога, структурно-функціональна модель, комп'ютерна логіка, системне програмування, інженерія програмного забезпечення, адміністрування локальних комп'ютерних мереж, Web-програмування, випереджальна освіта, організаційно-педагогічні умови, електронні освітні ресурси, ІКТ-готовність, педагогічний експеримент, мікропроцесорні системи, цифрова електроніка, штучний інтелект.

ABSTRACT

The dissertation is devoted to substantiating and developing methodological foundations for forming computer engineering competencies in future technology teachers during their professional training. The work identifies theoretical and methodological prerequisites, content components, and organizational-methodical conditions for developing these competencies, which are determined by contemporary trends in technological education, societal digitalization, and the increasing role of computer-engineering solutions in educators' professional activities.

A retrospective analysis of the evolution of technological education and the development of computer engineering made it possible to clarify the stages of changing requirements for the professional training of teaching staff and to single out key factors that influenced the integration of engineering–computer training into the curriculum for future technology teachers.

Based on theoretical analysis of the conceptual apparatus, the meanings of the following core terms were refined: “computer engineering,” “engineering–computer competencies,” “professional training of future technology teachers,” “project-oriented learning,” and “digital-technological competence of the teacher.” Clarifying these concepts allowed the author to define the structure of computer engineering competencies, which includes cognitive, operational-activity, value-motivational, and reflexive-analytical components, and to outline their content in accordance with contemporary educational standards and labor market requirements.

Aspects of preparing future technology teachers in computer engineering were analyzed as a didactic problem. The analysis of the current state of research into methods for forming computer engineering competencies in future technology teachers revealed the following problems:

- lack of a comprehensive approach to developing computer engineering competencies in future technology teachers;

- fragmentation of scholarly studies on integrating elements of computer engineering into the content of technological education, which complicates the creation of unified methodological support;

- limited practical training components, in particular an insufficient number of laboratory and project-oriented tasks that would model real engineering working conditions;

- mismatch between curricular content and contemporary technological challenges associated with the development of microprocessor systems, embedded platforms, digital electronics, and computer networks;

- shortage of instructional and methodological materials adapted to the needs of teacher-education specialties, especially those combining engineering-technical and pedagogical aspects of training;

- the need to search for more effective teaching methods and forms, driven by the growing volume of information about computer engineering necessary for preparing future technology teachers;

- low ICT readiness among instructors delivering engineering-technology cycle disciplines, which restrains the implementation of innovative teaching tools;

- the need for systematic integration of interdisciplinary approaches (computer engineering – technological education – pedagogy – teaching methodology), which has not yet been realized adequately.

All these factors indicate the necessity of a scientifically grounded methodology for forming computer engineering competencies that can ensure coherence, systematicity, and practical orientation in the professional training of future technology teachers.

The research draws on a broad range of sources. The empirical basis of the work includes official statistical data concerning the status and dynamics of technological education, numbers of students and teaching staff, and information on the network of higher and secondary education institutions in

Ukraine and abroad. Curricular and program documents from institutions engaged in the training and retraining of technology teachers were analyzed. Reference and encyclopedic publications of domestic and foreign origin were used. The theoretical foundation of the study comprises works by sociologists, experienced practitioner–educators in technological education, and Ukrainian researchers’ scientific studies on the methodology of teaching computer engineering.

The result of the study is an original (authorial) methodology aimed at developing competencies in computer engineering among future pedagogues of technological profile. This is presented as a structural-functional model built on three interrelated components: a basic-target component that defines the orientation of training; a content-activity component that outlines the content and methods for organizing the learning process; and an assessment-result component that reflects the expected learning outcomes. All elements of the model are integrated and governed by an internal logic of a cell-like pedagogical system. The methodology is implemented through studies in: computer logic; computer electronics; computer architecture; circuit engineering for computers; systems programming; technology for designing computer systems; computer networks; database organization; information security; software engineering; administration of local computer networks; assembly and maintenance of information system and network components; global information infrastructure; digital signal processing; applied networking technologies; specialized programming languages; and web programming.

It has been demonstrated that preparing future pedagogues of technological orientation to teach disciplines of the computer-engineering cycle is substantiated by the concept of anticipatory (forward-looking) learning. The feasibility of this approach is explained by the high dynamics in the development of modern automated systems and computer-integrated production complexes, which objectively require specialists to operate

proactively - focusing not on the current state of technologies but on their expected evolution in the near future.

A scientifically grounded structure and content for the courses “Computer Engineering” and “Artificial Intelligence in Education” have been developed, on the basis of which corresponding syllabi for elective courses for students of the specialty have been prepared.

The state of computer engineering within the professional training system for future technology teachers was examined, and regularities in its formation were identified. It was established that despite certain achievements in addressing the outlined problem, there remains an urgent need for a more comprehensive and purposeful implementation of progressive pedagogical ideas. Accordingly, priority directions for improving the educational process were defined: creating appropriate organizational-pedagogical conditions that foster students’ enduring internal motivation for independent learning; active integration of innovative educational technologies into the system of professional training, whose effective mastery is impossible without a system of independent cognitive activity; ensuring a psychologically comfortable environment that stimulates personal development and self-improvement of learners; and enriching the learning process with diverse methods and organizational forms aimed at rationally organizing students’ self-directed learning.

An experimental trial of the proposed methodology for developing computer-engineering competencies was carried out, and its impact on the quality of professional training of future teachers of technological disciplines was investigated. The analysis of the experimental research results was based on comparing indicators of two groups of participants — experimental and control. Statistical processing of the collected data confirmed a clear positive dynamic across all defined criteria of students’ learning achievements in those who were taught according to the developed methodology. It was determined

that the increase in indicators in the control groups did not exceed 3.2%, while in the experimental groups the corresponding increase reached 13–15%, demonstrating a substantial advantage of the proposed approach.

The pedagogical experiment confirmed the practical feasibility of implementing the author's methodology in the educational process of higher education institutions and proved its statistically significant effect on improving the professional training level of future technology teachers in the field of computer engineering. The study presents a developed scale of levels for formed competencies, describes the chronological sequence of the experiment - from the initial (ascertaining) through the formative to the final and overall stages - and characterizes the pedagogical monitoring tools used. Organizational-pedagogical conditions that ensure the effective formation of computer-engineering competencies in future pedagogues of technological profile were theoretically substantiated and experimentally verified.

The scientific novelty of the obtained results consists in that, for the first time in this dissertation:

- the methodological foundations for forming computer engineering competencies in future technology teachers have been defined, theoretically substantiated, and experimentally tested for effectiveness;

- a model of a methodology for forming computer engineering competencies in future technology teachers has been theoretically grounded and developed;

- the structure and content of syllabi for the elective courses “Artificial Intelligence in Education” and “Computer Engineering” for bachelor students of Specialty 014 Secondary Education (Labor Training and Technologies) have been scientifically substantiated and designed.

Core propositions of the methodology for forming competencies in digital educational technologies for future technology teachers have been further developed. The components of the content of computer engineering training for future technology teachers have been specified.

The practical significance of the results lies in the development and implementation within the educational process of organizational-pedagogical conditions for the methodology of forming computer engineering competencies in future technology teachers, as well as in the creation, implementation, and experimental verification of course curricula for the elective subjects “Artificial Intelligence in Education” and “Computer Engineering” for bachelor students of Specialty 014 Secondary Education (Labor Training and Technologies).

The main theoretical positions and practical results of the study are presented in 15 works, including 5 articles in Ukrainian refereed journals; 1 article in foreign periodicals; 6 publications in conference proceedings; and 3 scholarly works that further reflect the research findings.

Theoretical positions, experimental data, and conclusions of the dissertation study can be used in the educational process of higher education institutions, in professional development systems for teaching staff, and in the preparation and conduct of scientific-methodological seminars, among other applications.

Keywords: Computer engineering, competencies, competency formation, future technology teachers, methodological foundations, professional training, technological education, engineering-computer competencies, project-oriented learning, digital-technological competence of the teacher, structural-functional model, computer logic, system programming, software engineering, local network administration, web programming, anticipatory education, organizational-pedagogical conditions, electronic educational resources, ICT readiness, pedagogical experiment, microprocessor systems, digital electronics, artificial intelligence.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у зарубіжних наукових періодичних виданнях

1. Mykola Korets, Oleksandr Ishchenko. Didactic approaches to the introduction of artificial intelligence basics in technological education KELM (Knowledge, Education, Law, Management) 2025 № 1 (69). С. 21-26.
<https://kelmczasopisma.com/ua/jornal/96>

Статті в наукових фахових виданнях України

1. Іщенко О.В. Особливості методики навчання автоматизації технологічних процесів майбутніх технологів. Науковий часопис Серія 5: педагогічні науки. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2023. Випуск 91. С. 112-117 <https://chasopys.ps.npu.kiev.ua/archive/91/23.pdf>
2. Корець М. С., Іщенко О.В. Оновлений підхід до навчання основ систем автоматичного проектування старшокласників на уроках технологій. Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Випуск 18. 2024. С. 62-69.
<http://journals.kogpa.te.ua/index.php/pedagogy/article/view/126>
3. Іщенко О.В., Шатова О.В. (2025) Формування цифрових компетентностей майбутніх учителів технологій засобами фреймворків та технологій штучного інтелекту. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 6. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Збірник наукових праць / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т імені Михайла Драгоманова. – Випуск 164. – Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Стор.183-193.
URL: <https://enpuir.edu.ua/entities/publication/ca80a83b-b806-45fe-acb1-311b1275ce27>
4. Корець М.С., Іщенко О.В. Основні етапи формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій «Актуальні питання у сучасній науці (Серія «Педагогіка»):

<https://perspectives.pp.ua/index.php/sn/article/view/33552>

5. **Корець М.С., Іщенко О.В.** Педагогічні умови реалізації процесу формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. Бердянськ : БДПУ, 2025. Стор. 11-124. Вип. 3.
<https://journals.bdpu.in.ua/index.php/ped/article/view/677>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. **Корець М.С., Іщенко О.В.** Реалізація дистанційної форми навчання учнів нової української школи у процесі вивчення технологій. Всеукраїнська науково-практична конференція кафедри теорії і методики технологічної освіти Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка 29 вересня 2023 року. С. 57-61.

2. **Корець М.С., Іщенко О.В.** Організаційні засади моніторингу ефективного споживання енергоресурсів в закладах освіти VIII Всеукраїнська науково-практична конференція «Енергоефективність: наука, технології, застосування». Київ, 29 листопада 2023 р. – Київ: Український державний університет імені Михайла Драгоманова, 2023. С. 71-74.

3. **Корець М.С., Іщенко О.В.** Перспективи вивчення систем автоматичного проектування у закладах середньої освіти. Актуальні проблеми технологічної та професійної освіти : збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції. Кременець: ВЦ КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2024. С. 75-77.
https://kogpa.edu.ua/images/main_dir/teh_kaf/conf/vseukr_prakt/2024/%D0%B7%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%9

[A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C_%202024.pdf](#)

4. Корець М.С., Іщенко О.В. Формування інформаційної компетентності з комп'ютерної інженерії у старшокласників. Актуальні проблеми професійної та технологічної освіти: досвід та перспективи : зб. матеріалів X Всеукр. наук.-практ. конф. (Умань, 21 листопада 2023 р.) / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини ; за ред. С. І. Ткачука ; [редкол.: Т. Н. Азізов, А. І. Терещук, О. С. Мельник [та ін.]. Умань, 2023. С.79-83.

5. Корець М.С., Іщенко О.В. Навчання основ автоматизованого проектування старшокласників в контексті енергозбереження. Енергоефективність: наука, технології, застосування: ІХ Всеукраїнська науково-практична конференція. Київ, 27 листопада 2024 р. – Київ: Український державний університет імені Михайла Драгоманова. С. 47-49.

6. Корець М. С., Іщенко О. В. Проектний підхід до навчання комп'ютерної інженерії старшокласників. Виклики для науки та освіти в добу нових технологій : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / Міжнародний гуманітарний дослідницький центр (Чернігів, 26 серпня 2025 р.). Research Europe, 2025. С. 16-18.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

1. Корець М.С., Іщенко О.В. Програма навчальної дисципліни «Гідравліка, пневматика, термодинаміка» для підготовки освітнього рівня бакалавр «Професійна освіта. Харчові технології та інжиніринг підприємств харчової промисловості». Київ : Видавництво НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2022. 12 с.

2. Корець М.С., Іщенко О.В. Програма навчальної дисципліни за вибором студента «Штучний інтелект в освіті» для підготовки

освітнього рівня магістр «Середня освіта (Трудове навчання та технології)». Київ : Видавництво НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2024. 10 с.

3. Корець М.С., Іщенко О.В. Програма навчальної дисципліни за вибором студента «Комп'ютерна інженерія» для підготовки освітнього рівня магістр «Середня освіта (Трудове навчання та технології)». Київ : Видавництво НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2024. 10 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	19
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ У МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ	27
1.1. Аналітичний огляд стану досліджень з проблем формування компетентностей у майбутніх вчителів технологій з комп'ютерної інженерії.	27
1.2. Стан та перспективи навчання старшокласників комп'ютерної інженерії в умовах профільного технологічного навчання.	38
1.3. Підготовка вчителів технологій до проведення занять з технологій у профільних технологічних класах.	49
Висновки до першого розділу	58
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ У МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ	66
2.1. Модель формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій	66
2.2. Педагогічні умови реалізації розробленої методики формування компетентностей з у майбутніх вчителів технологій з комп'ютерної інженерії	74
2.3. Проектування змісту навчальних програм вибіркового курсів для вивчення комп'ютерної інженерії вчителями технологій.	90
Висновки до другого розділу	98
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ У МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ	101
3.1. Організація та постановка педагогічного експерименту	101
3.2. Аналіз результатів експерименту та визначення ефективності розробленої методики навчання технології формування компетентностей з комп'ютерної інженерії	113
Висновки до третього розділу	129
Загальні висновки	131
Список використаної літератури	134

ВСТУП

Обґрунтування теми дослідження. Суспільний, економічний та науково-технічний розвиток України зумовив нагальну потребу в оновленні освітньої системи. Реформи, що відбуваються в цій сфері, свідчать про реальну переорієнтацію закладів вищої освіти на різноманітні навчальні запити та індивідуальні особливості здобувачів.

Завдання сучасного вчителя технологій відбувається не стільки у передачі готових знань, скільки у формуванні навичок їх самостійного розвитку, критичного осмислення та прогнозування власного інтелектуального зростання - у контексті побудови цільового розуміння комп'ютерної інженерії.

Опанування цієї галузі розвитку проектно-технологічних компетентностей учнів старшої школи, орієнтує їх на практичне використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій як у навчальній, так і в майбутній професійній діяльності. Крім того, воно закладає культуру безпечної роботи з технікою, стимулює розкриття творчих здібностей та навчає ефективного використання здобутих знань й умінь в реальних умовах.

Це відкриває перспективи для подальшої роботи як у державному, так і в приватному секторах - зокрема у сферах виробництва, технічного обслуговування, ремонту й налаштування комп'ютерних систем і мереж, а також розроблення та впровадження системного й прикладного програмного забезпечення.

Актуальність теми

Освітній процес вимагає безперервного розвитку та модернізації, невід'ємною умовою якої є активне залучення цифрових освітніх інструментів. Використання досягає рівня теоретичної та практичної підготовки як педагогів, так і здобувачів освіти, сприяє формуванню

наукового мислення, заохочує пізнавальну активність і створює середовище, в якому залишаються можливими постійний саморозвиток та усвідомлений самоконтроль.

Інноваційні технології де впевненіше займають своє місце в освітній сфері, розвиваючи подальшу органічну складову сучасного суспільного життя. Вони відкривають нові можливості для дослідницької діяльності, поглибленого аналізу та вдосконалення технологічної освіти, збагачуючи навчальний процес свіжими підходами та ідеями. Усе це формує міцне підґрунтя для фахового становлення майбутніх учителів технологій.

Інтеграція електронних освітніх ресурсів у навчальний практикум дозволяє наповнити інформаційний простір актуальним змістом і стимулює якісні зміни в науково-методичній діяльності закладів освіти.

Українська педагогічна наука активно досліджує проблематику формування професійних компетентностей вчителів технологій. Серед провідних вітчизняних дослідників, які приділяють значну увагу методології підготовки майбутніх викладачів, виділяються В. Вихрущ, Ю. Козловський [10] Окремий внесок у структурування професійної компетентності зробили О.Авраменко, Д. Кільдеров, М. Корець, М.Курач, І. Нищак, Л. Оршанський [11], В. Сидоренко, В. Стешенко, О. Торубара, А. Цина, та інші, а питання використання ІТ-технологій у підготовці вчителів технологій досліджували Д. Кільдеров, В. Сташенко, О. Федорова, М. Пригодій, Р. Гуревич, Г. Гордійчук, М. Кадемія, В. Кобися, Л. Коношевський [14], Н Морзе, Піх О. [19]

Проблеми використання штучного інтелекту в освітньому процесі вивчаються такими вченими, як В. Фратавчан, Т. Фратавчан, Т. Лукашів, Ю. Літвінчук [13].

В основі вибору теми лежить усвідомлення глибоких розбіжностей, які характерні для сучасної системи підготовки педагогів технологічного

спрямування. Насамперед, забезпечується невідповідність між тими кваліфікаційними стандартами, які дедалі наполегливіше вимагають освітньої галузи, та реальними можливостями їх досягнення в умовах існуючої підготовки. Не менш гострою залишається розбіжність між суспільними очікуваннями щодо професійної злості викладача та фактичним рівнем його готовності до педагогічної діяльності.

Брак обґрунтованих наукових розробок у цій царині, фрагментарність наявних досліджень, а також стійкі відповідності між теоретичними концепціями педагогіки та їх практичним втіленням служили вагомими основами для визначення теми дисертаційної роботи **«Методичні засади формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій»**.

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

Дисертаційне дослідження виконувалось відповідно до Стратегії цифровізації УДУ імені Михайла Драгоманова в рамках Програми впровадження електронного документообігу в УДУ імені Михайла Драгоманова на 2023- 2025 роки (рішення Вченої ради УДУ імені Михайла Драгоманова від 30.11.2023 р. № 4). Тема дослідження затверджена на засідання Вченої ради Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (протокол № 1 від 22 грудня 2022 року).

Мета дослідження полягає в науковому обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці ефективності методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій.

Для практичного вирішення питання формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій необхідно розв'язати наступні **завдання**:

1. Здійснити аналіз наукової літератури щодо формування у майбутніх вчителів технологій формування компетентностей з комп'ютерної інженерії.

2. Провести аналітичний огляд навчальних програм з технологій у профільних технологічних класах та з'ясувати стан та перспективи навчання старшокласників комп'ютерній інженерії.

3. Науково обґрунтувати та розробити модель і педагогічні умови формування компетентностей з комп'ютерної інженерії.

4. Сформувати зміст навчальних програм вибіркового курсу для вивчення комп'ютерної інженерії вчителями технологій.

5. Провести дослідно-експериментальну перевірку ефективності формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій.

Об'єкт дослідження – фахова підготовка майбутніх вчителів технологій.

Предмет дослідження: методика формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій.

Методи дослідження:

- Теоретичні методи - вивчення філософської, психолого-педагогічної та наукової літератури, навчальних програм і нормативних документів, пов'язаних із підготовкою педагогів технологічного профілю. Аналіз і синтез накопиченого емпіричного досвіду дозволили осмислити проблеми формування компетентностей у галузі комп'ютерної інженерії. Системний і функціональний аналіз слугував підґрунтям для побудови дослідницької моделі та визначення теоретичних засад методики підготовки майбутніх учителів технологій. Систематизація й узагальнення отриманих даних, якщо можна скласти цільове виявлення про досліджувану проблему.

- Емпіричні методи - анкетування, опитування, тестування, спостереження, експертна оцінка та моделювання педагогічних ситуацій - застосовувалися для діагностики рівня сформованості методичної підготовки вчителів технологій.

- Експериментальні методи - констатуючий і формувальний експерименти - використовуються для перевірки результативності розробленої моделі формування компетентностей у майбутніх педагогів у межах вивчення комп'ютерної інженерії.

- Математичні методи обробки даних застосовувалися для кількох аналізів експериментальних результатів і встановлення закономірностей у динаміці формування відповідних знань і компетентностей.

Таким чином наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що в дисертаційній роботі:

вперше:

– *визначено, теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено* ефективність розроблених методичних засад формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій;

– *теоретично обґрунтовано та розроблено* модель методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій;

– *науково обґрунтовано* структуру та зміст навчальних програм вибіркових дисциплін «Штучний інтелект в освіті» та «Комп'ютерна інженерія» для бакалаврів спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології).

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці та впровадженні у навчальний процес організаційно-педагогічних умов методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій, а також у розробці, впровадженні та

експериментальній перевірці навчальних програм вибіркових дисциплін «Штучний інтелект в освіті» та «Комп'ютерна інженерія» для бакалаврів спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології).

Особистий внесок здобувача відображається в працях опублікованих у співавторстві щодо дидактичних підходів до впровадження основ штучного інтелекту в технологічну освіту [1]; оновленого підходу до навчання основ систем автоматичного проєктування старшокласників на уроках технологій [2]; формуванню цифрових компетентностей майбутніх учителів технологій засобами фреймворків та технологій штучного інтелекту [3]; основних етапів формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій [4]; педагогічних умов реалізації процесу формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій [5].

Результати наукового дослідження впроваджено в освітній процес: Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (довідка № 97 від 18.12.2025 р.); Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (довідка № 1956/03 від 26.11.2025 р.); Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (довідка № 1956/03 від 26.11.2025 р.); Рівненського державного гуманітарного університету (довідка № 1956/03 від 26.09.2025).

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Основні теоретичні засади і практичні результати дисертаційного дослідження знайшли відображення в наукових заходах різних рівнів:

міжнародних:

1. Іщенко О. В., Квітка О. О. «Моделювання та автоматизація процесу виробництва 1,2-дихлоретану» Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології – 2021 VIII Міжнародна науково-практична

конференція молодих учених, аспірантів і студентів АКІТ – 2021 Київ, 21–22 квітня 2021 року Матеріали конференції Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2021. стор. 91-92.

2. Іщенко Олександр Віталійович, аспірант Українського державного університету імені Михайла Драгоманова «Етапи розроблення програмного забезпечення майбутніх інженерів автоматизації» Міжнародний форум «Модернізація педагогічної освіти у глобальному вимірі безпеки соціально-турбулентного світу» 16 лютого 2023 року.

3. Особливості навчання розробці програмного забезпечення у процесі підготовки фахівців комп'ютерно-інтегрованих технологій XI Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми вищої професійної освіти» НАУ 27 квітня 2023 року.

4. Корець М. С., Іщенко О. В. Проектний підхід до навчання комп'ютерної інженерії старшокласників. Виклики для науки та освіти в добу нових технологій : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / Міжнародний гуманітарний дослідницький центр (Чернігів, 26 серпня 2025 р.). Research Europe, 2025. Стор. 16-18.

всеукраїнських:

1. Корець М.С., Іщенко О.В. Реалізація дистанційної форми навчання учнів нової української школи у процесі вивчення технологій. Всеукраїнська науково-практична конференція кафедри теорії і методики технологічної освіти Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка 29 вересня 2023 року. С. 57-61

2. Корець М.С., Іщенко О.В. Організаційні засади моніторингу ефективного споживання енергоресурсів в закладах освіти VIII Всеукраїнська науково-практична конференція «Енергоефективність: наука, технології, застосування». Київ, 29 листопада 2023 р. – Київ:

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, 2023. С. 71-74.

3. Корець М.С., Іщенко О.В. Перспективи вивчення систем автоматичного проектування у закладах середньої освіти. Актуальні проблеми технологічної та професійної освіти : збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції. Кременець: ВЦ КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2024. С. 75-77. https://kogpa.edu.ua/images/main_dir/teh_kaf/conf/vseukr_prakt/2024/%D0%B7%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C_%202024.pdf

4. Корець М.С., Іщенко О.В. Формування інформаційної компетентності з комп'ютерної інженерії у старшокласників. Актуальні проблеми професійної та технологічної освіти: досвід та перспективи : зб. матеріалів X Всеукр. наук.-практ. конф. (Умань, 21 листопада 2023 р.) / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини ; за ред. С. І. Ткачука ; [редкол.: Т. Н. Азізов, А. І. Терещук, О. С. Мельник [та ін.]. Умань, 2023. С.79-83.

5. Корець М.С., Іщенко О.В. Навчання основ автоматизованого проектування старшокласників в контексті енергозбереження Енергоефективність: наука, технології, застосування: ІХ Всеукраїнська науково-практична конференція. Київ, 27 листопада 2024 р. – Київ: Український державний університет імені Михайла Драгоманова. С. 47-49.

6. Корець М. С., Іщенко О. В. Проектний підхід до навчання комп'ютерної інженерії старшокласників. Виклики для науки та освіти в добу нових технологій : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / Міжнародний гуманітарний дослідницький центр (Чернігів, 26 серпня 2025 р.). Research Europe, 2025. С. 16-18.

Публікації. Основні теоретичні положення й практичні результати дослідження викладено в 16 працях; із них – 5 статей у фахових виданнях України; 1 стаття у періодичних видання інших держав, 8 публікацій у матеріалах конференцій, 2 наукові праці, які додатково відображають наукові результати дослідження.

Достовірність і наукова обґрунтованість висновків дослідження зумовлених низькою взаємопов'язаних факторів. По-перше, це обґрунтованість і точність вихідної інформації, викладеної в основі роботи. По-друге, цілеспрямований добір дослідницьких методів, що забезпечують організацію специфіки об'єкта, предмета, мети та поставлених завдань. По-третє, теоретичні положення знайшли своє підтвердження в ході експериментальної роботи, а розроблені методичні підходи були успішно апробовані в реальній практиці формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх викладачів технологій.

Нормативно-правову основу дисертаційної роботи становлять законодавчі акти та офіційні документи в галузі освіти. Інформаційну базу дослідження сформовано з різноманітних джерел: щодо статистичних матеріалів, динаміки розвитку технологічної освіти, кількості показників учнівського й педагогічного складу, а також даних про мережу навчальних закладів різних рівнів акредитації як в Україні, так і в інших країнах. До аналізу також залучалися навчально-програмна документація закладів підготовки вчителів технологій, енциклопедичні та довідкові видання, наукові праці педагогів і соціологів, а також дослідження вітчизняних науковців із проблематики методики викладання комп'ютерної техніки.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається з анотації українською та англійською мовами, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (найменувань) та додатків. Загальний обсяг

дисертаційної роботи становить 166 сторінок, серед них 159 сторінки основного тексту. Дисертація містить 12 таблиць та 15 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ У МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ

1.1. Аналітичний огляд стану досліджень з проблем формування компетентностей у майбутніх вчителів технологій з комп'ютерної інженерії

У сучасному світі, що динамічно трансформується під впливом інформаційних технологій, роль освіти набуває нового, критично важливого значення. Цифрова трансформація та стрімкий розвиток інженерних галузей, зокрема комп'ютерної інженерії, висувають безпрецедентні вимоги до шкільної освіти. Предмет «Технології» перестає бути другорядним і стає фундаментальним для формування цифрової грамотності, творчого мислення та здатності адаптуватися в умовах постійних змін.

Ключовим каталізатором змін в Україні є реформа Нової української школи (НУШ), яка ставить перед системою освіти нові, амбітні завдання. Замість традиційного підходу, орієнтованого на передачу знань, НУШ зосереджується на формуванні у здобувачів освіти набору ключових компетентностей, необхідних для повноцінного життя та професійної самореалізації у високотехнологічному світі [9]. Це вимагає від майбутніх вчителів технологій значно більшого, ніж просто глибоке знання свого предмета. Від них очікується готовність використовувати інноваційні технології, зокрема системи автоматизованого проектування (САПР), а також володіти високим рівнем графічної та інформаційно-комунікаційної компетентності.

Комплексне переосмислення педагогічної парадигми засвідчує, що роль учителя в сучасних умовах виходить далеко за межі традиційного передачі інформації. Майбутній педагог має поєднувати в собі якість наставника, новатора та організатора людини, яка вміє захопити учнів технологічними ідеями, підтримати їхнє прагнення до пізнання та вибудувати навчальний процес таким чином, щоб кожен здобутий результат мав реальне практичне значення.

Формування фахової компетентності майбутнього вчителя технологій з комп'ютерної інженерії починається з глибокого розуміння самого поняття «компетентність». Компетентність у перекладі з латинської *competentia* означає коло питань, у яких людина добре обізнана, має знання та досвід. Компетентність також визначається як «набута у процесі навчання інтегрована здатність особистості, яка складається із знань, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці» [8].

Дослідження науковців, таких як: В. Титаренко [4], О. Спірін О., Галицького П. Микитенко [2], Рябець [1], О. Титова, П. Лузан [5], В. Биков, О. Гриценчук, О. Дубовик, Ю. Завалевський, І. Іванюк, О. Кравчина, О. Овчарук [6] О. Спірін [7] та інших розширюють поняття компетентності, пропонуючи чітку структуру професійної компетентності, яка включає кілька взаємопов'язаних компонентів. Ця структура складається із загальнолюдської, загальнонаукової, загальнопрофесійної, функціональної, особистісної та фахової (технологічної) компетентностей. Такий комплексний підхід підкреслює, що успіх майбутнього педагога залежить не лише від його технічних знань, але й від широкого спектра інших навичок.

Однак, детальний аналіз нормативних вимог та практичних потреб виявляє певний розрив. Офіційний стандарт, що формує освітні програми, часто оперує високорівневими та абстрактними поняттями, такими як

«здатність системно мислити» або «застосовувати творчі здібності». Водночас, для ефективної викладацької роботи в сучасній школі потрібні цілком конкретні, прикладні навички. Наприклад, вчитель має володіти знаннями з «комп'ютерної логіки та схемотехніки», «системного програмування» та мати досвід роботи з «алгоритмічними мовами (C++, Java, Python тощо). Такий диспаритет свідчить про потенційну проблему: навчальні програми можуть зосереджуватися на теоретичних аспектах, не забезпечуючи достатнього розвитку специфічних, актуальних навичок, що ускладнює перетворення абстрактних компетентностей на конкретні технічні вміння.

Для забезпечення якісної підготовки майбутній вчитель технологій повинен опанувати як технічні, так і педагогічні компетентності.

Технічні компетентності є основою фахової підготовки. Вони включають здатність:

1. Розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних систем.
2. Проводити експерименти, збирати дані та здійснювати моделювання в комп'ютерних системах.
3. Застосовувати знання для ідентифікації, формулювання та розв'язування технічних задач, використовуючи найбільш придатні для цього методи.
4. Розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.
5. Розробляти програмне забезпечення для вбудованих, мобільних і розподілених систем.
6. Мати знання з комп'ютерної логіки, схемотехніки, системного програмування, а також володіти алгоритмічними мовами, такими як C++, Java, Python.

7. Знати особливості адміністрування комп'ютерних мереж та оптоволоконних систем.

Педагогічні та особистісні компетентності є не менш важливими, оскільки визначають здатність педагога ефективно взаємодіяти з учнями та організовувати навчальний процес. Дослідження підкреслюють, що вчитель має володіти сильними академічними та професійними кваліфікаціями, включаючи досвід роботи та постійний професійний розвиток.

Ключовими якостями є:

- пристрасть до предмета, яка проявляється щирою зацікавленістю, що мотивує до постійного вдосконалення знань.

- ефективні методи навчання, такі як - вміння подавати матеріал від простого до складного, створювати складні, але цікаві завдання та надавати практичні, корисні відповіді.

- управління класом, що базується на здатності керувати групою учнів, які виконують різні завдання, ефективно об'єднувати їх у пари чи групи та надавати позитивний, критичний зворотний зв'язок.

У контексті НУШ і загальної цифрової трансформації критично важливими є «м'які» або позатехнічні компетентності, які виходять за рамки суто предметних знань. Ці навички є фундаментальними для майбутнього вчителя технологій, оскільки вони дозволяють не лише ефективно викладати, а й постійно адаптуватися до швидких змін, що є визначальною рисою інформаційного суспільства. До таких компетентностей належать (рис.1.1):

- *комунікативна компетентність* (вміння усно та письмово оперувати технологічними поняттями, обговорювати проекти, обмінюватися ідеями та критично оцінювати власну й чужу діяльність);

- *математична компетентність* (здатність застосовувати числові та геометричні методи для виконання технологічних завдань, зокрема для розрахунків матеріалів, розмірів та вартості виробів);

- *навички критичного мислення та розв'язання проблем* вміння аргументовано захищати прийняті рішення, оцінювати твори мистецтва та літератури, а також протистояти непевності й труднощам;

- *здатність працювати в команді*: вміння входити до групи, робити свій внесок, організувати роботу та бути солідарним з колективом.



Рисунок 1.1. «М'які» або позатехнічні компетентності

Ці компетентності є ключем до успішної кар'єри вчителя, оскільки вони сприяють безперервному професійному та особистісному зростанню. Вся навчальна та практична діяльність на уроках технологій дає змогу здобувачам постійно розвивати ці вміння.

Таблиця 1.1

**Структура професійних компетентностей вчителя технологій
з комп'ютерної інженерії**

Категорія компетентностей	Опис та ключові складові
Фахові (технічні)	<ul style="list-style-type: none"> - здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та проблеми в комп'ютерній галузі; - вміння проводити експерименти та моделювання; - знання комп'ютерної логіки, схемотехніки, системного програмування, адміністрування мереж та сучасних мов програмування (C++, Java, Python).
Педагогічні та методичні	<ul style="list-style-type: none"> - володіння сучасними методами та формами навчання; здатність ефективно керувати класом; - вміння мотивувати, оцінювати та надавати зворотний зв'язок; готовність використовувати інноваційні технології (ІКТ, САПР).
Особистісні та позафахові	<ul style="list-style-type: none"> - зацікавленість до предмета; - постійне оновлення знань; - вміння аргументувати рішення; - системне та творче мислення; критична оцінка інформації; - здатність працювати як індивідуально, так і в команді.
Життєві	<ul style="list-style-type: none"> - комунікативна (вербальна та письмова); - математична; - вміння протистояти непевності та труднощам; - адаптивність до швидких змін; - усвідомлення соціальних та етичних аспектів діяльності.

Підготовка нової генерації вчителів, які володіють сучасними педагогічними технологіями, актуалізується на тлі виразної кризи

традиційної системи освіти. Дослідження виділяють кілька ключових протиріч, що демонструють цю стагнацію і обґрунтовують нагальну потребу в кардинальних змінах :

- Протиріччя між пасивно-споглядальними та активно-перетворюючими видами діяльності. У традиційному класі вчитель здебільшого пояснює матеріал або контролює засвоєне, тоді як учні залишаються пасивними слухачами. Це призводить до низької залученості, втрати інтересу та відсутності глибокого розуміння предмета.

- Протиріччя між індивідуальним розвитком і стандартами навчання. Існуюча система часто не створює умов для індивідуального розвитку, нівелюючи унікальні особливості та потреби кожного учня, натомість орієнтуючись на єдині, уніфіковані стандарти.

- Протиріччя між вихованням і навчанням. У традиційному форматі виховні моменти рідко інтегровані в навчальний процес, що знижує їх ефективність.

Ці проблеми є не просто констатацією недоліків, а потужним рушієм для пошуку та впровадження інноваційних підходів. Описані протиріччя є прямим «замовленням» для педагогічної науки, оскільки саме вони обґрунтовують необхідність переходу від пасивного запам'ятовування до активного, практико-орієнтованого навчання. Усі сучасні освітні методики, такі як проєктне навчання або STEM-освіта, були розроблені саме для подолання цих фундаментальних проблем, забезпечуючи активність, залученість та орієнтацію на реальний результат.

Іншою значною проблемою є нестача компетентних фахівців у сфері середньої шкільної освіти, що частково спричинено відсутністю чітких вимог та стандартизації їх підготовки. Ситуація вимагає

кардинального перегляду всіх складових інженерно-педагогічної підготовки.

Ключовим фактором, що ускладнює підготовку, є необхідність наявності кваліфікованих викладачів, які самі мають глибокі графічні знання та досвід роботи в галузі. Щоб ефективно готувати майбутніх вчителів, педагоги вищої школи мають не лише володіти сучасними методами навчання, але й постійно оновлювати свої знання та навички у співпраці з практиками, роботодавцями та громадськістю. Таким чином, системні бар'єри та відсутність актуальних стандартів створюють замкнене коло, де недостатня кваліфікація викладачів-педагогів ускладнює якісну підготовку майбутніх фахівців.

У навчальних програмах педагогів-практиків визначено різноманітні підходи до навчання комп'ютерному проектуванню старшокласників на уроках технологій: Н. Поліхун, С. Дзюба (навчальна програма курсу за вибором «Штучний інтелект» для 7-11-х класів закладів загальної середньої освіти, 2023 рік) [15]; О. Рибак, Б. Рибак, Т. Проценко (навчальна програма курсу за вибором «Вебтехнології та вебпрограмування» для 10-11-х класів закладів загальної середньої освіти 2023 рік) [15]; Т. Засекіна, О. Коршунова, І. Василяшко (модельна навчальна програма міжгалузевого курсу «STEM. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти 2021 рік) [16]; Л. Шестаковський, А. Ткаченко (програми курсу за вибором «Професійні проби» для учнів 8-11 класів «Технології комп'ютерної обробки інформації», «Технічне креслення на базі комп'ютерних програм» 2023 рік) [17,18].

У світовій науковій спільноті спостерігається посилення інтересу до вивчення технологічно-педагогічної підготовки вчителів, що проявляється в активному використанні таких моделей, як ТРАСК (Technological Pedagogical Content Knowledge), STEM-підхід, проектне та проблемно-орієнтоване навчання Дослідження Matthew J. Koehler (США)

присвячені інтеграції ІКТ в освіту, розвитку компетентностей у STEM-дисциплінах.[21]. У центрі досліджень перебуває не лише засвоєння спеціалізованих знань і навичок, а й розвиток здатності критично мислити, приймати інженерні рішення, працювати в міждисциплінарному середовищі та адаптуватися до постійних змін у цифровій сфері.

Давід Рейнольдс і Ніколас Дейкр вивчають розвиток дослідницької дисципліни інженерної освіти (Engineering Education Research, або EER) [20] як такої, що виходить за межі інженерії, включаючи психологів, освітян і соціальних науковців. Вони підкреслюють необхідність міждисциплінарної співпраці для створення надійної методології, що включає бізнес-навички та інженерну освіту.

Gwen Nugent (США) досліджує компетентності вчителів STEM-напряму. David Jonassen (США) досліджував проєктно-орієнтоване навчання та розвиток критичного мислення в освітніх технологіях. Його підхід - розвиток компетентностей через розв'язання складних задач у технологічному середовищі. Tony Bates (Канада) - експерт у діджиталізації освіти і підготовці педагогів до використання технологій. Yong Zhao (Китай/США) досліджує глобальні підходи до формування навичок XXI століття, включаючи інженерну освіту, критично ставиться до стандартизованого навчання, виступає за індивідуалізований розвиток компетентностей. Andreas Schleicher (Німеччина / OECD) очолює розробку досліджень PISA (оцінювання компетентностей учнів). Його підходи до компетентнісного навчання впливають на політики в освіті у понад 70 країнах.

Проаналізувавши зарубіжний досвід можна стверджувати, що має він має значний потенціал для адаптації в українській системі підготовки вчителів технологій. Застосування міжнародних підходів у поєднанні з національними освітніми пріоритетами сприятиме підвищенню якості

фахової підготовки педагогів, здатних працювати в умовах цифрової трансформації освіти.

Проведений аналіз стану досліджень свідчить, що формування фахових компетентностей у майбутніх вчителів технологій з комп'ютерної інженерії є багатогранною проблемою, що виходить за рамки традиційної підготовки. Існує виразний розрив між високорівневими нормативними визначеннями компетентностей та конкретними технічними навичками, необхідними для ефективної роботи в сучасній школі. Ця проблема є проявом ширшої кризи традиційної освіти, що характеризується пасивним навчанням та відсутністю індивідуалізованого підходу.

Для подальшого розвитку системи підготовки майбутніх педагогів в Україні необхідні нові наукові розвідки, що мають охоплювати такі напрямки:

1. Довгостроковий вплив технологій (ШІ, AR/VR) на розвиток критичного мислення, креативності та емоційного інтелекту учнів.
2. Вивчення ефективності інтегрованих освітніх моделей, що поєднують кластерний підхід з проєктним та STEM-навчанням.
3. Розробка та апробація програм підвищення кваліфікації для викладачів закладів вищої освіти, спрямованих на опанування сучасними технологіями та методами викладання.
4. Дослідження етичних та соціальних аспектів використання ШІ, зокрема питань приватності даних та упередженості алгоритмів.

На основі проведеного аналізу зарубіжного досвіду формування фахових компетентностей у майбутніх учителів технологій, зокрема в галузі комп'ютерної інженерії, можна окреслити низку рекомендацій для ключових учасників освітнього процесу, які спрямовані на створення сприятливих умов для якісної підготовки педагогічних кадрів, здатних ефективно функціонувати в умовах цифрового суспільства:

1. *Для освітніх закладів.* Навчальні заклади мають приділяти особливу увагу впровадженню проектно-орієнтованого підходу в освітній процес. Такий підхід передбачає виконання студентами практичних завдань, створених у співпраці з представниками бізнесу, що дозволяє майбутнім педагогам отримувати досвід вирішення реальних проблем.

При цьому важливо розвивати цифрову інфраструктуру - зокрема, впроваджувати віртуальні лабораторії, використовувати симуляційні технології, доповнену та віртуальну реальність (AR/VR). Це не лише розширює можливості навчання, а й створює безпечне середовище для набуття практичних навичок.

Доцільним є формування партнерств із місцевими підприємствами та громадськими організаціями з метою створення регіональних освітніх кластерів - екосистем, у межах яких відбувається взаємодія освіти, науки та бізнесу.

2. *Для уряду та регуляторних органів.* Державні структури мають відігравати активну роль у трансформації системи підготовки вчителів. Насамперед, варто переглянути й оновити чинні освітні стандарти, зробивши їх більш гнучкими, адаптивними та такими, що враховують швидкий розвиток технологій і потреби ринку праці. Сприяння створенню освітніх кластерів може бути реалізоване через державну підтримку у вигляді грантів, податкових пільг та стимулювання державно-приватного партнерства. Рекомендовано також забезпечити освітні установи доступом до сучасного обладнання - особливо у сферах ІоТ, кіберфізичних систем та обчислювальної техніки, що є необхідним для формування актуальних професійних компетентностей.

3. *Для бізнес-спільноти.* Підприємства, які працюють у сфері інформаційних технологій та інженерії, можуть відігравати ключову роль у формуванні нової генерації вчителів. По-перше, бізнес може залучатися до менторства, надаючи студентам практичну допомогу, консультування

та реальні кейси для розв'язання. По-друге, участь компаній у фінансуванні освітніх ініціатив та створення спільних освітніх програм дозволяє зменшити розрив між академічною підготовкою та практичними вимогами ринку. Надання можливостей для стажувань, проходження практики, а також організація воркшопів чи хакатонів на базі підприємств сприяє підвищенню професійної готовності майбутніх учителів технологій до реальної педагогічної діяльності.

1.2. Стан та перспективи навчання старшокласників комп'ютерної інженерії в умовах профільного технологічного навчання

Впровадження інформаційних технологій в усі сфери сучасного життя висуває нові вимоги до підготовки учнів старшої школи. Молодь має бути готовою не тільки орієнтуватися в динамічному технологічному середовищі, а й використовувати його можливості для власного професійного зростання та побудови успішної кар'єри[28].

Також, до чинної навчальної програми з технологій для 10–11 класів учні мають можливість самостійно звернути три навчальні модулі з десятима пропонованими, що дозволяє отримати індивідуальні інтереси та освітні потреби кожного здобувача.

З огляду на зростаючу роль технологій у повсякденному житті, профільна технологічна освіта в галузі комп'ютерної інженерії стає вкрай важливою. Вона не лише готує майбутніх фахівців, а й надає учням фундаментальні знання та практичні навички, необхідні кожному сучасному громадянину. Ці знання допомагають розбиратися в технологіях на побутовому рівні та впевнено орієнтуватися у цифровому

світі. Таким чином, випускники, незалежно від обраного ними шляху, будуть готові до викликів цифрової епохи.

Сучасне інформаційне суспільство відзначає низький характер тенденцій, які наочно демонструють темпи розвитку людської цивілізації:

- обсяг накопичених людством знань підводиться кожні два-три роки, а щодня у світі виходить друком близько семи тисяч наукових і технічних публікацій;

- кількість даних, що передаються через наступні протягом лише двох тижнів, була достатньою для заповнення майже дев'яносто багатьох книжкових томів;

- учні школи економічно розвинених країн здобувають упродовж навчання значно більший обсяг інформації, ніж їхні бабусі й дідусі досягли отримати за все своє життя;

- за найближчі три десятиліття людство, за прогнозами, переживає стільки ж перетворення, скільки стало за попереднє триста.

Вивчення наукових джерел у контексті досліджуваної проблематики проти зростання дослідницького інтересу до питань навчання старшокласників комп'ютерного проектування в рамках уроків технологій.

У навчальних програмах, методичних посібниках педагогів-практиків визначено різноманітні підходи до навчання комп'ютерному проектуванню старшокласників на уроках технологій: Н. Поліхун, С. Дзюба (навчальна програма курсу за вибором «Штучний інтелект» для 7-11-х класів закладів загальної середньої освіти, 2023 рік) [25]; О. Рибак, Б. Рибак, Т. Проценко (навчальна програма курсу за вибором «Вебтехнології та вебпрограмування» для 10-11-х класів закладів загальної середньої освіти 2023 рік) [25]; В. Фратавчан, Т. Фратавчан, Т. Лукашів, Ю. Літвінчук (навчальний посібник «Методи та системи штучного інтелекту» 2023 рік) [13]; Т. Засекіна, О. Коршунова, І.

Василяшко (модельна навчальна програма міжгалузевого курсу «STEM. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти 2021 рік) [16]; Л. Шестаковський, А. Ткаченко (програми курсу за вибором «Професійні проби» для учнів 8-11 класів «Технології комп'ютерної обробки інформації», «Технічне креслення на базі комп'ютерних програм» 2023 рік) [17, 30]. Н. Морзе, О. Піх досліджували освітянські проблеми формування предметних компетентностей САПР [19, 27], О. Трифонова, М. Садовий навчання САПР на основі інноваційних методів аналізу та синтезу знань нормативних документів ДСТУ [29].

Для здобувачів старшої школи, які обрали модуль комп'ютерного проектування в рамках курсу технологій, його вивчення є обов'язковою умовою навчання. Розглянемо основні напрями діяльності, які мають бути реалізовані в процесі розробки цієї дисципліни.

Відповідно до чинної навчальної програми з технологій для учнів 10–11 класів, знаннєвий компонент курсу охоплює кілька взаємопов'язаних складових. Насамперед, учні мають сформувати розуміння сфери застосування та функціональних можливостей сучасних програмних середовищ автоматизованого проектування. Серед них — як інструменти для початківців, так і професійні рішення: Tinkercad, SketchUp, Fusion 360, FreeCAD, Onshape, AutoCAD LT, SolidWorks Student Edition, Rhino та BricsCAD Shape.

Невід'ємною частиною підготовки є набуття практичних умінь у виконанні технічних кресленників. Це забезпечення програми робочого середовища, грамотне використання допоміжних інструментів, створення та редагування геометричних примітивів, а також коректне нанесення розмірів відповідно до технічних вимог.

Паралельно учні мають опанувати послідовність побудови тривимірних моделей із застосуванням САПР. Процес включає вибір і налаштування системи координат, роботу з іншими видами та проектами,

створення й редагування твердотілих об'єктів, виконання базових операцій із тривимірними об'єктами, а також їхню подальшу візуалізацію.

Обов'язковою умовою повноцінного освоєння курсу є також закріплення термінологічного апарату галузі. Учні мають чітко розуміти зміст таких понять, як система автоматизованого проектування, геометричний примітив, твердотіле моделювання, тривимірна модель і візуалізація, тому без цього неможливо ані осмислене навчання, ані подальша практична діяльність у цій сфері.

Діальний компонент навчальної програми, орієнтований на формування широкого спектру практичних умінь. також, учні повинні навчитися самостійно визначати об'єкт майбутнього об'єкта, критично осмислювати його сильні та слабкі сторони, використовувати як художнє, так і технічне конструювання виробу. Важливою складовою є також уміння свідомо підходити до вибору відповідного програмного середовища для проектування, проводити детальний аналіз деталей конструкції, розробляти їх кресленники та будувати спрощені тривимірні моделі на основі наявної технічної документації.

Для закріплення здобутих знань і навичок займайтеся реалізацією проєктних завдань у різних тематичних напрямках. Одним із пріоритетних є виготовлення виробів із деревини - підставок, полиць, скриньок, настінних годинників, органайзерів та інших корисних предметів. Не менш актуальним є напрямок, пов'язаний зі створенням пристосувань для ручної обробки конструкційних матеріалів: фіксаторів, шліфувальних і розміткових пристроїв, заточувальних інструментів тощо.

Окремим напрямком є розробка пристосувань для рукоділля - зокрема верстатів для плетіння браслетів, п'ялець та подібних виробів. Учні також можуть працювати над створенням засобів для механічної

обробки матеріалів, серед яких точильні, шліфувальні та копіювальні пристрої. Крім того, програма передбачає моделювання різноманітних механізмів, а також конструювання та тривимірне моделювання одягу, що розширює можливості для реалізації творчого потенціалу учнів із інтересами та нахилами.

Стрімкий розвиток технологій у галузі комп'ютерного проектування та моделювання зумовлює необхідність використання й актуалізації змісту навчальних завдань. У зв'язку з цим пропонується зробити акцент на освоєнні тривимірного проектування з використанням сучасних програмних платформ -зокрема AutoCAD, SketchUp та Fusion 360, які є загально визнаними стандартами як в освітній, так і в професійній інженерній практиці.

З нарахуванням плодового та органічного залучення учнів до тривимірного моделювання доцільно починати практичну роботу зі створення об'єктів із найближчим оточуванням - предметів повсюдного вжитку, добре знайомих кожному школяреві. Такий підхід дозволяє не лише зацікавити учнів, а й допомогти їм усвідомити конструктивну логіку та технічні закономірності, що лежать на основі тривимірного дизайну. Від простого до складного - саме цей дидактичний принцип має визначати послідовність опанування навичок комп'ютерного моделювання в старшій школі.

У міру накопичення базових навичок учні переходять до виконання складних завдань — зокрема розробок прототипів власних продуктів. Цей етап дає їм можливість реалізовувати оригінальні задуми та перетворювати абстрактні концепції на конкретні тривимірні об'єкти, що суттєво розвиває інженерне та творче мислення.

Важливим напрямком навчальної діяльності є також архітектурне проектування. Знайомлячись із фундаментальними засадами цієї галузі, учні набувають практичного досвіду в моделюванні будівель, мостів та

різноманітних інженерних споруд. Над такими проектами не обмежується суто технічний аспект - вона формує в учнів відчуття архітектурної естетики, розуміння функціональності простору та взаємозв'язку між формою і призначеним роботом об'єкта. Усе це закладає міцну основу для подальшої роботи над об'єктами вищого рівня складності.

Окремої уваги заслуговує розвиток умінь у сфері анімації та візуалізації як засіб представлення результатів проєктної діяльності. Створення коротких анімаційних роликів, які унаочнюють принципи функціонування механізмів або демонструють зовнішній вигляд спроектованих об'єктів, є ефективним способом навчити учнів грамотно та переконливо презентувати аудиторії свої технічні ідеї широкою формою.

Перспективним напрямком є вивчення основ електроніки та проектування друкованих плат. Опановуючи спеціалізоване програмне забезпечення, учні забезпечують можливість самостійно розробляти електричні схеми, проектувати корпуси для електронних пристроїв і втілювати їх у власноруч створені функціональні вироби. Такий досвід формує комплексне розуміння принципів роботи сучасної електронної техніки.

Не менш значущим є залучення старшокласників до робототехніки та програмування. Використовуючи відповідне програмне забезпечення, вивчають конструювання власних автоматизованих систем, програмують алгоритми їхньої роботи та повністю вдосконалюють їх технічні характеристики. Цей напрямок є особливо ефективним для розвитку логічного мислення, навичок алгоритмізації та здатності працювати на межі кількох суміжних дисциплін.

Практичну цінність має також освоєння технологій числового програмного керування. Здобувачі вчаться проектувати деталі за допомогою САД-програми, а потім реалізовувати їх у матеріалах за допомогою верстатів із комп'ютеризованою системою керування.

Завдяки цьому процесу проектування досягається завершеність - від цифрової моделі до готового фізичного виробу.

Різноманітність навчальних завдань є принциповою умовою ефективного навчання у сфері комп'ютерного проектування. Можливість вільно вибирати напрям діяльності, експериментувати з матеріалами та конструктивними рішеннями стимулює творчу ініціативу учнів і сприяє формуванню стійкої мотивації до технічної творчості. Практичний досвід роботи з технологіями тривимірного моделювання - від створення корисних побутових предметів до розробки інноваційних продуктів - не тільки розширює технічний кругозір школярів, а й закладає надійне підґрунтя для їх подальшого професійного становлення в галузях, де потрібні інженерні та проєктні компетентності.

Одним із дієвих інструментів для навчання тривимірного проектування на уроках технологій є програмне середовище AutoCAD LT. Розглянемо основні форми його використання в навчальному процесі.

1. Засвоєння базових принципів проектування. Знайомство з AutoCAD LT розпочинається з опанування фундаментальних основ тривимірного моделювання. Учні прогресу починають працювати з різноманітними інструментами програм — створювати й редагувати геометричні об'єкти, накладати текстури та матеріали, формуючи таким чином міцну теоретичну й практичну базу для подальшої роботи.

2. Формування проєктної культури та технічного мислення. Самостійна розробка власних проєктів у середовищі AutoCAD LT сприяння розвитку в здатності учнів мислити інженерно, прийняти обґрунтовані конструктивні рішення та привести задум до завершеного результату. Набуті компетентності залишаються у пригоді під час підготовки до технічних конкурсів і проєктних змагань різного рівня.

3. Моделювання та прототипування. Програма надає учням можливість створювати цифрові макети й прототипи власних ідей у

контексті завдань, пов'язаних із розробкою нових виробів або пошуком нестандартних технічних рішень. Це дозволяє перевірити задум ще до його фізичного втілення та внести повні корективи.

4. Зв'язок між цифровою моделлю та реальним виробом. Деякі роботи в програмному середовищі, учні вивчають технологічні процеси виготовлення реальних об'єктів на основі створених тривимірних моделей. Такий підхід дозволяє усвідомити практичне значення комп'ютерного проектування та зрозуміти, як цифровий задум перетворюється на матеріальний результат.

5. Командна проектна діяльність. AutoCAD LT створює сприятливі умови для організації групової роботи над спільними об'єктами. Учні разом беруть участь у розробці масштабних тривимірних моделей, розподіляючи між собою завдання та навчаючись координувати свої дії для досягнення спільного результату, набуваючи при цьому цінного досвіду командної взаємодії.

Важливою умовою успішного освоєння AutoCAD LT є систематична педагогічна підтримка з боку вчителя. Учні потребують чітких глибинних орієнтирів і методичного супроводу, які допоможуть їм не лише технічно опанувати програму, а й збагнути зв'язок між теоретичними знаннями у сфері проектування та їх практичним застосуванням у реальній діяльності.

Вважаємо доцільним впровадження системи автоматизованого проектування в навчальний процес старшої школи в межах уроків технологій. Це рішення здатне суттєво збагатити освітні можливості та створити сприятливі умови для всебічного розвитку технічних і творчих здібностей учнів. Розглянемо конкретні напрями застосування САПР у шкільній практиці.

1. Механічне проектування. Цей напрям передбачає поступове занурення учнів у світ тривимірного моделювання через створення

моделей нескладних механічних конструкцій. Експериментуючи з різноманітними формами та функціональними характеристиками об'єктів, школярі формують простір мислення та інженерну інтуїцію.

2. Електроніка та проектування друкованих плат. Засоби САПР відкривають учням можливість опанувати основи електроніки в практичному вимірі - через самостійне проектування електричних схем і розробку друкованих плат для власних електронних пристроїв. Це по основі теоретичних знань з реальною інженерною практикою.

3. Архітектурне проектування. Учні досліджують засади архітектурного мислення, моделюючи тривимірні об'єкти - будівлі, споруди, інтер'єри. Аналітичні інструменти САПР дозволяють також вивчати питання ергономіки застосування, що формує розуміння взаємозв'язку між функціональністю та просторовим середовищем.

4. Автоматизація виробничих процесів. У межах цього напрямку учні проектують власні конструкції машин і механізмів, а також ознайомлюються з комп'ютерним моделюванням виробничих процесів. Такий підхід дозволяє зрозуміти логіку автоматизованого виробництва та сформулювати уявлення про сучасні промислові технології.

5. Робототехніка та програмування. САПР використовується як інструмент для проектування роботизованих конструкцій та розробки програм керування ними. Учні мають можливість пройти повний цикл - від концептуального задуму до створення працездатного роботизованого пристрою з відповідним програмним забезпеченням.

Інтегрована система автоматизованого проектування в освітній процес створює для старшокласників унікальні можливості для участі в реальній технічній діяльності. Робота з САПР дозволяє не тільки набувати конкретних практичних умінь, а й формувати глибоке розуміння інженерних принципів і технічних закономірностей, які лежать в основі сучасного виробництва та проектування. Таким чином, учні отримують

досвід, максимально наближений до реальної професійної практики, що є неоціненним підґрунтям для їхнього подальшого фахового розвитку.

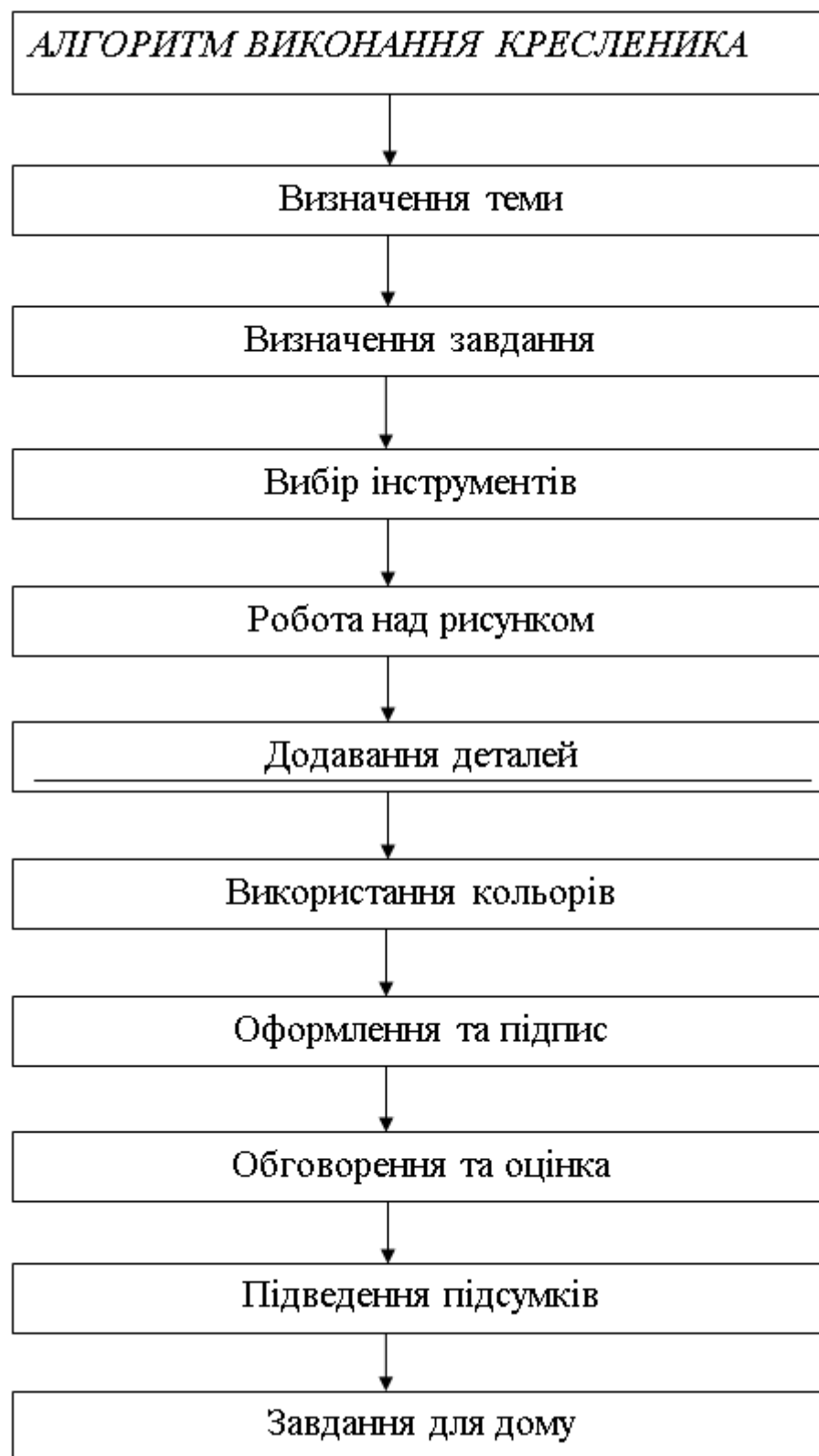


Рис.1.2. Загальний алгоритм для виконання кресленника

Ефективним практичним завданням у межах уроків технологій є виконання технічних кресленників і геометричних зображень. Цей вид діяльності є особливо цінним для створення фундаментальних основ технічного дизайну креслення та графічного дизайну, формує в просторі учнів мислення, точність і акуратність у роботі, а також розуміння стандартів графічного відображення технічних об'єктів - навичок, без яких неможлива повноцінна інженерна діяльність.

На рисунку 1.2 представлено загальний алгоритм виконання кресленника на уроках технологій. Організація навчальної діяльності розпочинається з визначення тематики роботи — це можуть бути геометричні фігури, архітектурні споруди, механізми чи інші об'єкти. Після цього вчитель формулює конкретне завдання для учнів: виконати малюнок за власним задумом або реалізувати завдання, яке пов'язане з вивченим навчальним матеріалом. Паралельно учні містять інформацію про доступний інструментарій та матеріали — олівці, лінійки, кольорові маркери тощо.

Наступний етап передбачає безпосереднє виконання кресленника. Роботу розпочати з побудови базових геометричних форм, які слугують конструювати основою майбутнього зображення. Поступово учні деталізують малюнок, додаючи нові елементи та остаточно контролюючи пропорції й взаємне розміщення складових. За наявності та час відповідних матеріалів роботу можна виконати повним кольоровим оформленням, що надає зображення більшої виразності та завершеності.

Після виконання основної частини учні приступають до оформлення кресленника: нараховують рамку, підпис, назву роботи та інші необхідні елементи. Важливим педагогічним прийомом є організація виконання виконаних робіт у форматах внутрішнього перегляду та коментування - це покращення розвитку критичного мислення та формує культуру конструктивного зворотного зв'язку. Завершується урок

підбиттям підсумків: учитель відзначає досягнення кожного учня та дає індивідуальні рекомендації щодо вдосконалення технічних прийомів виконання креслення. Для закріплення й розширення здобутих компетентностей учням пропонуються додаткові завдання або теми для самостійних проєктних робіт.

Навчання комп'ютерного проєктування на уроках технологій є потужним інструментом формування технічного мислення, цифрової грамотності та готовності старшокласників до реалій сучасного професійного середовища. Системне опанування цієї галузі відкриває перед учнями широкий спектр можливостей і сприяє розвитку комплексу важливих компетентностей, кожна з яких має самостійну цінність і водночас органічно доповнює інші.

1. Розвиток технічних навичок. Практична робота зі спеціалізованим програмним забезпеченням для проєктування та моделювання формує в стійкі технічні зміни учнів, що є затребуваними в сучасному технологічному суспільстві. Учні не лише знайомляться з інтерфейсом програми, а й поступово опановують складніші функції та інструменти, що дозволяють їм виконувати де складніші завдання. Регулярна практика сприяє закріпленню навичок і формуванню впевненості у власності.

2. Стимулювання творчого та критичного мислення. Комп'ютерне проєктування за своєю природою є творчою діяльністю, що вимагає нестандартного підходу до вирішення технічних завдань. Учні вчати генерувати оригінальні ідеї, шукати альтернативні конструктивні рішення, аналізувати їх переваги та недоліки. Цей процес розвиває критичне мислення, здатність до самостійного пошуку та готовність до інтелектуального експерименту, що є фундаментальними якостями для будь-якої інноваційної діяльності.

3. Підготовка до професійного майбутнього. Уміння працювати із сучасними системами автоматизованого проектування є невід'ємною складовою підготовкою до кар'єри в інженерії, архітектурі, комп'ютерних науках, промисловому дизайні та багатьох інших технічних галузях. Школярі, які отримали відповідний досвід ще під час навчання, тримають суттєву конкурентну перевагу при вступі до закладів вищої освіти та на початку трудового шляху. Таким чином, уроки технологій із використанням САПР забезпечують важливу профорієнтаційну функцію.

4. Поглиблення розуміння технічних процесів. Конструюючи та візуалізуючи різноманітні інженерні й архітектурні рішення, учні формують цільне виявлення про технічні процеси та закономірності. Вони вчаться бачити об'єкт не лише як готовий результат, а й розуміти логіку його побудови, взаємозв'язок окремих елементів та принципів функціонування системи загалом. Це суттєво якість технічного мислення та здатність до системного аналізу.

5. Формування навички командної роботи. Реалізація групових проєктів у середовищі комп'ютерного проектування є ефективним способом розвитку навички колективної взаємодії. Учні вчаться розподіляти завдання між учасниками команди, узгоджувати рішення, конструктивно вирішувати розбіжності та нести спільну відповідальність за остаточний результат. Ці навички є виключно цінними не лише в професійному, а й у повсякденному житті.

6. Формування особистого портфолію. Виконані в процесі навчання проєкти можуть стати основою особистого портфолію учня - важливого аргументу при вступі до вищого навчального закладу або під час пошуку першого місця роботи. Наявність конкретних реалізованих проєктів про практичну спрямованість підготовки та здатність до знань на практиці, що роботодавці та приймальні комісії цінують значно більше, ніж абстрактні теоретичні знання.

7. Широке міжгалузеве застосування здобутих компетентностей. Знання та вміння, набуті в процесі вивчення комп'ютерного проектування, мають універсальний характер і можуть бути застосовані в найрізноманітніших сферах діяльності - від реалізації власних творчих задумів до розв'язання конкретних виробничих і дослідницьких завдань. Це робить відповідні компетентності особливо цінними в умовах динамічного ринку праці, що постійно змінюється.

Отже, можна стверджувати, що результати дослідження переконливо обґрунтовують доцільність і потребують включення системи автоматизованого проектування до навчальних програм з технологій для старшої школи. Запропонований підхід забезпечує якісно вищий рівень розвитку технічного мислення учнів і створює надійне підґрунтя діяльності для їхнього подальшого навчання та професійної діяльності в галузі інженерії й технологій. Впровадження САПР у навчальний процес сприяє формуванню у молоді стійкого інтересу до інженерних ідей, розширює їх прояв про можливість професійної траєкторії та активізує мотивацію до вивчення предметів STEM-науки, техніки, інженерії та математики.

Перспективним напрямком подальших наукових розвідок є дослідження питань доступності навчального матеріалу для учнів із різним рівнем початкової підготовки, а також розробка оптимальних підходів до структурування та дозування інформаційного ресурсу в процесі вивчення системи автоматизованого проектування. Не менш актуальним є оновлення завдання змісту навчальної програми з урахуванням окреслених пропозицій сучасності і тенденцій розвитку галузі, що дозволяє забезпечити відповідність шкільної освіти реальним вимогам технологічному ринку праці.

Сучасний стан методики формування компетентностей у сфері комп'ютерної інженерії свідчить про те, що більшість наукових праць

зосереджуються на загальних питаннях цифрової грамотності. Водночас специфічні аспекти інженерної підготовки майбутніх учителів технологій залишаються недостатньо висвітленими. Це призводить до розриву між актуальними потребами освітньої практики та змістом навчальних програм.

Однією з ключових проблем є обмежена кількість практичних завдань, які моделюють реальні умови інженерної діяльності. Лабораторні роботи та проєктні справи часто мають формальний характер і не забезпечують студентам можливості комплексно відпрацювати навички проєктування, програмування та тестування комп'ютерних систем.

Дослідження також демонструють, що рівень цифрової готовності викладачів, які ведуть дисципліни інженерно-технологічного циклу, залишається недостатнім. Це ускладнює впровадження сучасних освітніх технологій, таких як віртуальні лабораторії, симуляційні моделі чи інтерактивні платформи, які могли б значно підвищити ефективність навчального процесу.

Ще однією проблемою є фрагментарність підходів: окремі елементи комп'ютерної інженерії розглядаються ізольовано, без належної інтеграції у загальну систему підготовки. Такий підхід не формує цілісного бачення предмета й обмежує можливості студентів застосовувати набуті знання у практичній педагогічній діяльності.

Перспективним напрямом удосконалення методики є міждисциплінарна інтеграція, яка поєднує інженерні знання з педагогічними та психологічними аспектами. Це дозволить створити більш гнучкі та адаптивні освітні програми, здатні відповідати швидким технологічним змінам і забезпечувати майбутніх учителів технологій інструментами для ефективної роботи в умовах цифрової трансформації освіти.

1.3. Підготовка вчителів технологій до проведення занять з технологій у профільних технологічних класах

У сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) виникає необхідність забезпечення підготовки висококваліфікованих педагогів, здатних ефективно працювати з комп'ютерними системами та використовувати їх у навчальному процесі. Однією з ключових вимог до вчителів технологій є володіння знаннями з комп'ютерної інженерії, що включає розуміння принципів роботи апаратного і програмного забезпечення, а також вміння інтегрувати ці знання в освітні програми.

Проте, система підготовки майбутніх педагогів досі часто недостатньо враховує потреби сучасного цифрового суспільства. Багато освітніх програм не забезпечують належної інтеграції комп'ютерної інженерії в навчальний процес, що ускладнює формування у вчителів необхідних компетентностей для роботи з сучасними технологіями. Крім того, швидкі темпи розвитку ІКТ вимагають від викладачів постійного оновлення знань та адаптації до нових викликів, чого не завжди досягають традиційні підходи до підготовки педагогів.

Таким чином, постає проблема вдосконалення системи підготовки майбутніх вчителів технологій, зокрема у сфері комп'ютерної інженерії. Це вимагає не лише оновлення навчальних програм, але й розробки нових методик, які поєднуюватимуть теоретичну підготовку з практичною діяльністю, а також формуватимуть креативні та проектні навички у майбутніх педагогів.

Останні дослідження українських вчених у сфері формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів

технологій акцентують увагу на інтеграції сучасних технологій та активних методів навчання.

Наприклад, Жалій Р., Мороз А., Дубина М. у своєму дослідженні описують «особливості застосування інноваційних технологій навчання в процесі підготовки майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії» [31]. Кривильова О, Голік О. висвітлюють «особливості формування готовності майбутніх учителів технологій до використання елементів STEM у викладацькій діяльності» [32]. Твердохліб, І., Оніщенко, С. досліджують «фактори вибору мови програмування для вивчення в закладах загальної середньої освіти» [33]. Васенко В. описує «підготовку майбутніх учителів технологій з належними компетенціями оперування графічним матеріалом, що вирішується шляхом доповнення та поглиблення традиційних підходів такої роботи в педагогічних вищих навчальних закладах і вдосконаленням методики формування знань про методи графічного подання інформації» [34]. «Удосконаленню професійно-графічної підготовки майбутніх викладачів практичного навчання в галузі комп'ютерних технологій» присвячені праці Гедзика А. [35]. Нищак І. у своїй науковій роботі розробив «методичну систему навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій та шляхів її реалізації» [36].

Дослідження показують, що для ефективної підготовки майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії та вчителів технологій необхідно впроваджувати інноваційні технології навчання, формувати готовність до використання STEM-підходів, удосконалювати графічну підготовку та розробляти методичні системи навчання, що відповідають сучасним вимогам освіти.

Динамічна цифрова трансформація суспільства створює нові проблеми для освітньої галузі, яка змушена постійно адаптуватися до реального світу, що невинно змінюється під впливом технологічного

прогресу. Формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій є критично важливим завданням, оскільки ці знання не тільки сприяють розвитку професійних компетентностей, але й формують здатність студентів адаптуватися до швидко змінюваного технологічного середовища.

Комп'ютерна інженерія охоплює широкий спектр тем, включаючи основи програмування, архітектуру комп'ютерів, інформаційні системи та алгоритміку. Знання цих основ є необхідними для подальшого розвитку навичок та компетенцій у цій галузі. Майбутні вчителі технологій повинні усвідомлювати, що теоретичні знання забезпечують основу для їхньої практичної діяльності.

Теоретичні основи комп'ютерної інженерії складають фундамент для розуміння різних аспектів цієї галузі, що є важливим для майбутніх вчителів технологій. Основні компоненти цих основ можна розглянути в кількох ключових напрямках:

1. *Основи програмування.* Програмування є центральним елементом комп'ютерної інженерії. Здобувачі опановують різні мови програмування, такі як Python, Java, C++ та інші, що дає змогу вивчити принципи написання та оптимізації коду. Основні концепції, які вивчаються на цьому етапі, включають:

- синтаксис і семантика: основи побудови програми, включаючи структуру, оператори та правила написання коду;

- алгоритми: розуміння алгоритмічних структур і принципів їх роботи, таких як сортування, пошук, рекурсія та інші;

- структури даних: вивчення різних структур, таких як масиви, списки, черги та графи, які використовуються для організації і зберігання даних;

2. *Архітектура комп'ютерів.* Розуміння архітектури комп'ютерів є важливим для формування знань про те, як працюють комп'ютерні системи. Студенти вивчають:

- основні компоненти комп'ютера: процесори, оперативна пам'ять, системи зберігання, материнські плати та інші елементи, які складають комп'ютерну архітектуру;

- принципи роботи: як ці компоненти взаємодіють один з одним, обробляють інформацію та виконують програми;

- архітектурні моделі: основи різних архітектур, таких як CISC (Complex Instruction Set Computing) і RISC (Reduced Instruction Set Computing), а також принципи паралельної обробки даних.

3. *Основи алгоритміки.* Алгоритміка є основою для вирішення складних задач у комп'ютерній інженерії. Студенти вивчають:

- алгоритми пошуку та сортування: різні методи, які дозволяють ефективно шукати та впорядковувати дані;

- аналіз складності: визначення ефективності алгоритмів за допомогою теорії складності, що включає часову та просторову складність;

- динамічне програмування: методика, які використовуються для вирішення складних задач оптимізації.

4. *Інформаційні системи.* Ця частина теоретичних основ зосереджена на концепціях, що стосуються управління даними та їх обробки. Студенти вивчають:

- бази даних: основи проектування, реалізації та управління базами даних, включаючи реляційні та нереляційні системи.

- мови запитів: вивчення SQL (Structured Query Language) для роботи з реляційними базами даних;

- системи управління базами даних (СУБД): основи роботи з популярними СУБД, такими як MySQL, PostgreSQL, Oracle тощо.

5. *Комп'ютерні мережі*. Студенти отримують знання про принципи функціонування комп'ютерних мереж, включаючи:

- архітектура мережі: розуміння різних моделей, таких як OSI та TCP/IP;
- протоколи передачі даних: вивчення основних протоколів, таких як HTTP, FTP, SMTP, які забезпечують зв'язок між пристроями;
- безпека мереж: основи кібербезпеки, захисту даних і методів шифрування.

Вивчення цих аспектів допомагає майбутнім вчителям технологій зрозуміти не лише технічні, а й педагогічні аспекти, що дозволяє їм ефективно передавати знання своїм учням і готувати їх до викликів сучасного світу.

На рис. 1.2. зображено етапи формування компетентностей з комп'ютерної інженерії, що зосереджені на поетапному розвитку як теоретичних знань, так і практичних навичок майбутніх фахівців. Основу поетапності складають цілісний аналіз потреб ринку праці, визначення цілей навчання та структуризація змісту освітньої програми. Програма охоплює ключові теми, такі як основи програмування, архітектура комп'ютерних систем, мережеві технології, розробка програмного забезпечення та вбудовані системи, що дозволяє студентам отримати всебічну підготовку в галузі комп'ютерної інженерії. Акцент на практичних заняттях та проектному навчанні забезпечує розвиток навичок, необхідних для вирішення реальних задач.

Представлена схема включає систему регулярного оцінювання знань та навичок студентів, яка передбачає як формативне (тести, контрольні роботи), так і сумативне (екзамени, проекти) оцінювання. Важливим аспектом є постійний зворотний зв'язок зі студентами для вдосконалення навчального процесу. Також передбачено професійний

розвиток викладачів через тренінги та семінари, що дозволяє їм залишатися актуальними в умовах стрімкого розвитку технологій.



Рис. 1.3. Формування компетентностей з комп'ютерної інженерії

Етапи формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій є комплексним процесом, що охоплює різні аспекти навчання та професійної підготовки.

Перший етап - формування базових теоретичних знань - є основою для подальшого навчання. На цьому етапі студенти ознайомлюються з основами програмування, такими як синтаксис різних мов програмування (наприклад, Python, Java, C++), принципи роботи комп'ютерних систем, алгоритміка та структури даних. Важливо, щоб студенти розуміли, як функціонують комп'ютери, якими є основи алгоритмів, що лежать в основі програмних рішень, а також як організовувати та обробляти дані. Ці знання не тільки формують теоретичну базу, але й дозволяють студентам створювати власні програми та проекти, що є критично важливим для їхньої подальшої діяльності.

Другий етап полягає в розвитку практичних навичок. Після засвоєння теоретичних основ студенти переходять до практичних занять, що включають лабораторні роботи та проекти. Тут вони мають можливість застосувати отримані знання на практиці, що допомагає закріпити теорію. Практичні заняття можуть включати написання програмного коду, розробку простих додатків, створення баз даних і взаємодію з різними системами. Важливість цього етапу полягає в тому, що практичний досвід дозволяє студентам набути впевненості у своїх навичках, а також зрозуміти, як теорія реалізується у реальних проектах.

Третій етап - це впровадження проектно-орієнтованого навчання. Цей підхід заохочує студентів працювати над реальними проектами, що мають практичне значення. Наприклад, студенти можуть бути залучені до створення веб-сайтів, розробки програмного забезпечення для вирішення конкретних проблем, або участі в колективних проектах, які вимагають координації зусиль. Проектно-орієнтоване навчання підвищує мотивацію здобувачів, сприяє розвитку критичного мислення, креативності а також

навичок командної роботи. Це дозволяє їм розвивати не лише технічні, але й соціальні навички, необхідні для успішної професійної діяльності.

Четвертий етап включає інтеграцію інноваційних технологій у навчальний процес. Використання віртуальної реальності, доповненої реальності та STEM-підходів стає все більш популярним у сучасній освіті. Ці технології створюють інтерактивне середовище, в якому студенти можуть вивчати складні концепції через практичні заняття та симуляції. Наприклад, віртуальна реальність може бути використана для моделювання складних систем, що дозволяє студентам бачити результати своїх дій у реальному часі. Це підвищує рівень залучення та інтересу до навчання, а також робить його більш ефективним.

Останнім, але не менш важливим етапом є впровадження міждисциплінарного підходу. Він допомагає студентам бачити зв'язки між різними галузями знань, такими як математика, фізика, інформатика та педагогіка. Цей підхід підкреслює важливість інтеграції знань і вмінь з різних предметів, що допомагає формувати цілісний світогляд. Наприклад, знання з математики можуть бути застосовані при написанні алгоритмів, а фізика може бути використана для розуміння принципів роботи апаратного забезпечення. Міждисциплінарний підхід також готує студентів до викликів сучасного світу, оскільки реальні проблеми часто вимагають комплексного підходу та співпраці між фахівцями з різних областей.

Усі ці етапи взаємопов'язані і разом сприяють створенню якісної системи знань, що готує майбутніх вчителів технологій до викликів сучасного світу. Формування компетентностей з комп'ютерної інженерії не лише забезпечує студентів необхідними технічними навичками, але й розвиває їхнє критичне мислення, здатність до інновацій та готовність до навчання протягом усього життя. Це дозволяє їм стати успішними

фахівцями у своїй галузі, здатними адаптуватися до швидко змінюваного технологічного середовища.



Рис. 1.4. дидактичну підготовку майбутніх учителів технологій у галузі комп'ютерної інженерії

На рисунку 1.4. представлено дидактичну підготовку майбутніх учителів технологій у галузі комп'ютерної інженерії як цілісну систему, де поєднуються інженерно-технічна підготовка (програмування, електроніка, проєктування), теорія та практика (базовий і поглиблений рівень навчання, сучасні освітні технології, віртуальні лабораторії та симуляції) та педагогічна підготовка (методика викладання, психологія навчання, педагогічні технології). Представлена схема демонструє взаємозв'язок між технічними, теоретичними та педагогічними

складовими, що у комплексі створюють основу для якісної професійної підготовки майбутніх учителів технологій.

Отже, впровадження проектного та інтерактивного навчання сприяє активному залученню студентів, розвитку їхнього критичного мислення та креативності, що є важливими складовими для успішної педагогічної діяльності. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення інтеграції новітніх технологій у навчальний процес, зокрема штучного інтелекту, віртуальної та доповненої реальності. Важливим напрямком також є дослідження ефективності різних методологій та інструментів оцінювання знань, а також порівняння підходів до підготовки вчителів технологій в різних країнах з метою виявлення найкращих освітніх практик.

Висновки до першого розділу

Проведений теоретичний аналіз засвідчив, що формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій є складним, багатоаспектним і динамічним процесом, який потребує системного підходу та узгодженості між нормативними вимогами, змістом підготовки та реальними потребами сучасної школи. Цифрова трансформація суспільства, реформа Нової української школи та глобальні технологічні зміни значно підвищують вимоги до професійного рівня педагога, роблячи його не лише носієм знань, а й організатором інноваційного, практикоорієнтованого та технологічно насиченого навчального середовища.

Аналіз наукових джерел показав, що поняття компетентності трактується як інтегрована здатність особистості діяти на основі знань, умінь, цінностей і досвіду. Структура професійної компетентності майбутнього вчителя технологій охоплює технічні, педагогічні, методичні, особистісні та надфахові складові, що мають розвиватися

комплексно. Проте існує розрив між абстрактними, загальними формулюваннями компетентностей у нормативних документах і конкретними практичними навичками, необхідними для роботи з сучасними цифровими технологіями, системами автоматизованого проєктування, мовами програмування чи комп'ютерною логікою. Це свідчить про потребу оновлення змісту професійної підготовки відповідно до реалій інженерно-технологічної сфери.

Виявлено низку глибинних суперечностей у системі професійної освіти, які сповільнюють розвиток компетентісно орієнтованої підготовки. До них належать невідповідність між пасивними методами навчання та потребою в активній діяльності; між стандартизованим підходом і необхідністю врахування індивідуальних освітніх траєкторій; між навчальною та виховною складовою; між вимогами до рівня підготовки вчителів і недостатньою кваліфікацією викладачів, які забезпечують їх навчання. Ці протиріччя підтверджують, що традиційна освітня модель вже не відповідає викликам часу та потребує докорінної модернізації.

Важливим компонентом аналізу став огляд сучасних навчальних програм з технологій та вибіркового курсів, спрямованих на розвиток цифрових та інженерних компетентностей учнів. Це засвідчило наявність позитивних тенденцій у модернізації змісту технологічної освіти, однак також виявило потребу у підвищенні якості методичного забезпечення та уніфікації підходів до використання цифрових інструментів, особливо у сфері комп'ютерної інженерії.

Значну цінність для української системи підготовки педагогів має міжнародний досвід, де спостерігається активний розвиток моделей інтеграції технологій в освітній процес, таких як ТРАСК, STEM-підхід, проєктне та проблемно-орієнтоване навчання. Зарубіжні дослідження наголошують на важливості міждисциплінарності, гнучкості, розвитку

критичного мислення, інженерного мислення та здатності працювати у середовищі швидких технологічних змін. Адаптація цих підходів може суттєво підвищити ефективність підготовки українських учителів технологій.

Отже, формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій потребує глибокого перегляду існуючих підходів до підготовки педагогів та впровадження нових освітніх моделей, орієнтованих на практичність, інноваційність і технологічність. Необхідним є подальше наукове опрацювання питань інтеграції цифрових технологій, удосконалення методичного забезпечення, розроблення сучасних програм підвищення кваліфікації та оновлення стандартів професійної освіти.

Отримані результати дають підстави стверджувати, що розвиток компетентностей з комп'ютерної інженерії є однією з ключових передумов формування конкурентоспроможного вчителя технологій, здатного забезпечити якісну освіту в умовах цифрової трансформації та підготувати учнів до життя і діяльності у високотехнологічному світі.

Література до 1 розділу

1. Рябець, С. І. (2021). Про один з підходів визначення міжпредметних зв'язків як засобу формування у студентів компетентності в галузі природничих наук, техніці і технологіях. *Педагогічна освіта: теорія і практика*, 30, 251-261.

2. Галицький, О. В., & Микитенко, П. В. (2025). Особливості формування професійної компетентності фахівців комп'ютерних наук. *Педагогічна Академія: наукові записки*, (14). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14789539> <https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/view/607>

3. Закон України «Про вищу освіту» від 31.12.2024.
[URL:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text)

4. ТИТАРЕНКО, В., & ТИТАРЕНКО, О. (2025). ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕХНОЛОГІЙ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА. *Витоки педагогічної майстерності*, (35), 231–236. <https://doi.org/10.33989/2075-146x.2025.35.331181> <https://sources.pnpu.edu.ua/article/view/331181>

5. Тітова, О.А. (orcid.org/0000-0002-6081-1812) and Лузан, П.Г. (orcid.org/0000-0002-8853-9275) (2025) *Сутність та основні ознаки технології розвитку професійної компетентності педагогічних працівників фахових коледжів* In: Інноваційна професійна освіта. Розвиток професійної освіти в умовах війни, повоєнного відновлення та євроінтеграції України: матеріали ХІХ Всеукраїнської науково-практичної (звітної) конференції Інституту професійної освіти НАПН України, 1 (22). ІПО НАПН України, м. Київ, Україна, стор. 163-173. ISBN 978-617-8167-21-9

6. Цифрова компетентність вчителя: інструмент самооцінювання та особливості використання: методичні рекомендації: [В.Ю.Биков, О.О.Гриценчук, О.А.Дубовик, Ю.І.Завалевський, І.В.Іванюк, О.Є.Кравчина, О.В.Овчарук,]. – К. : ІЦО НАПН України – 2022. – (57 с.). <https://lib.iitta.gov.ua/730497/>

7. Спирін О. М., Овчарук О. В. Цифрова компетентність // Енциклопедія освіти / Нац. акад. пед. наук України: 2ге вид., допов. та перероб. Київ: Юрінком Інтер, 2021. С. 1095-1096.

8. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C>

9. Організація дистанційного навчання в школі методичні рекомендації

https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/06/GRYF_Metodychni_rekomendatsii-dystantsiy-na_osvita_str.pdf

10. Вихрущ В. О. Методологія та методика наукового дослідження : підручник / В. О. Вихрущ, Ю. М. Козловський; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2020. – 336 с.

11. Л. Оршанський, Я. Матвісів, Володимир Я., В. Урсу (2023). Моделювання процесу формування конструкторсько-технологічної компетенції вчителів технологій. Український освітній журнал. № 2 Стор. 147-145 <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/669/686>

12. Корець, М. С. Методика викладання технічних дисциплін : навчальний посібник. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 240 с.

13. Фратавчан В. Г., Фратавчан Т. М., Лукашів Т. О., Літвінчук Ю. А. Методи та системи штучного інтелекту : навчальний посібник. Чернівці : ЧНУ, 2023. 114 с.

14. Гуревич Р. С., Гордійчук Г. Б., Кадемія М. Ю., Кобися В. М., Коношевський Л. Л., 2020 Підготовка майбутніх учителів в інформаційному освітньому середовищі педагогічних закладів вищої освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми.*

Випуск 57. Стор. 5-14

<https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/view/3109/2539>

15. Каталог реєстрації - Профільна середня освіта https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Cs1d6hi6Y_fmKY0Y6I28XDrUxA7uo2SJ/edit?gid=1125160089#gid=1125160089

16. Засекіна Т. М., Коршунова О. В., Василяшко І. П. Модельна навчальна програма міжгалузевого курсу «STEM. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. URL: https://stemconnect.com.ua/img/navchaemo/Programa_STEM.pdf (дата звернення: 28.01.2024)
17. Шестаковський Л.Л., Ткаченко А. М. Програма курсу за вибором «Професійні проби» для учнів 8-11 класів «Технології комп'ютерної обробки інформації» 2023 рік. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-kursiv-za-viborom-fakultativiv> (дата звернення: 28.01.2024).
18. Шестаковський Л.Л., Ткаченко А. М. Програма курсу за вибором «Професійні проби» для учнів 8-11 класів «Технічне креслення на базі комп'ютерних програм» 2023 рік URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-kursiv-za-viborom-fakultativiv> (дата звернення: 28.01.2024)/
19. Морзе Н.В., Піх О.З. Інформаційні системи: навч. посібн. / за наук. ред. Н.В. Морзе. Івано-Франківськ:, «ЛілеяНВ», 2015. 384 с.
20. Д. Рейнольдс , Н. Дакр. Міждисциплінарні методології дослідження в інженерній освіті https://arxiv.org/abs/2104.04062?utm_source=chatgpt.com
21. Журнал досліджень у сфері освітніх комп'ютерних технологій https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2190/0ew7-01wb-bkhl-qdyv?utm_source=chatgpt.com
22. Технологічні педагогічні знання: основа для знань вчителів https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x?utm_source=chatgpt.com

23. Вересоцька Н., Рошко Д. Інформаційно-комунікаційні технології на уроках трудового навчання. Безпека життєдіяльності, екологія і охорона здоров'я дітей і молоді XXI сторіччя: сучасний стан, проблеми та перспективи: зб. Матеріалів Міжнарод. наук. практ. інтернет-конф., 27–28 вер. 2018 р. Переяслав-Хмельницький, 2018. С. 30.

24. Засєкіна Т. М., Коршунова О. В., Василяшко І. П. Модельна навчальна програма міжгалузєвого курсу «STEM. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. URL: https://stemconnect.com.ua/img/navchaemo/Programa_STEM.pdf (дата звернення: 28.01.2024)

25. Каталог надання грифів URL: <https://imzo.gov.ua/kataloh-nadannia-hryfiv> (дата звернення: 28.01.2024).

26. Навчальна програма «Технології 10-11 класи (рівень стандарту)». URL : <http://surl.li/euwg> (Дата звернення: 28.01.2024).

27. Основи САПР в автомобілебудуванні : навч. посіб. / О.М. Артюх, О.В. Дударенко, В.В. Кузьмін та ін. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. 168 с.

28. Технології (рівень стандарту): підруч. для 10 (11) кл. закл. загал. серед. освіти / І. Ю. Ходзицька, Н. І. Боринець, В. М. Гащак та інші. Харків : Вид-во «Ранок», 2019. 208 с.

29. Трифонова О.М., Садовий М.І. Навчання САПР на основі інноваційних методів аналізу та синтезу знань нормативних документів ДСТУ URL: <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox?projector=1> (дата звернення: 28.01.2024)

30. Barandych, K.S., Podolyan, O.O. & Hladskyu, M.M. (2021). Systemy avtomatyzovanoho proyektuvannya [Automated design systems]. Kyiv: KPI im. Ihorya Sikors'koho. [in Ukrainian].

31. Мороз А. Застосування інноваційних технологій навчання в процесі підготовки майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії / А.

Мороз, М. Дубина; наук. кер. Р.В. Жалій // Формування здорового способу життя в учнівської та студентської молоді засобами фізичної культури та спорту: зб. матеріалів IV Міжрегіонального наук.-метод. семінару, 13–14 червня 2024 р. – Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2024. – С. 65–66.

32. Кривильова, Олена; Голік, Олександр. Формування готовності майбутніх учителів технологій до використання елементів STEM у викладацькій діяльності. Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки, 2024, 1: 189-197. <https://journals.bdpu.in.ua/index.php/ped/article/view/285/255>

33. Твердохліб, І., Оніщенко, С. (2024). Дослідження факторів вибору мови програмування для вивчення в закладах загальної середньої освіти. Проблеми сучасного підручника, (32), 284–298.

34. Васенко В. Графічна підготовка в структурі компетентностей майбутнього вчителя технологій Гуманітарний вісник Державного вищого навчального закладу Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди. Педагогіка. Психологія. Філософія В. 28 (1). 2013 р. Стор.56-59. https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=xxVa118AAAAJ&citation_for_view=xxVa118AAAAJ:FxGoFyzp5QC

35. Гедзик А. Визначення ефективності професійно-графічної підготовки майбутніх викладачів практичного навчання в галузі комп'ютерних технологій. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми Випуск 47. Стор.134-137 2016 р. <file:///C:/Users/Svitlana/Downloads/134-138.pdf>

36. Нищак, Іван Дмитрович. Методична система навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (технічні

дисципліни) / Нищак Іван Дмитрович; наук. консультант Оршанський Леонід Володимирович ; Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка. - Дрогобич, 2016. - 565 с.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ У МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Модель формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій

Попри суттєві кроки в модернізації освітніх програм, наявна підготовка вчителів технологій не повною мірою відповідає потребам технологічно орієнтованої школи. У програмах часто недостатньо представлено дисципліни, що охоплюють архітектуру комп'ютерних систем, схемотехніку, алгоритмізацію, системне програмування, роботу із САПР, IoT, 3D-моделюванням тощо. Водночас у багатьох закладах бракує сучасного матеріально-технічного забезпечення й орієнтації на практико-орієнтоване та проєктне навчання. Це створює розрив між вимогами ринку праці та рівнем сформованості інженерно-технологічних компетентностей у майбутніх педагогів, що актуалізує проблему розроблення структурованої моделі формування компетентностей з комп'ютерної інженерії.

Попри суттєві кроки в модернізації освітніх програм, наявна підготовка вчителів технологій не повною мірою відповідає потребам технологічно орієнтованої школи. У програмах часто недостатньо представлено дисципліни, що охоплюють архітектуру комп'ютерних систем, схемотехніку, алгоритмізацію, системне програмування, роботу із САПР, IoT, 3D-моделюванням тощо. Водночас у багатьох закладах бракує сучасного матеріально-технічного забезпечення й орієнтації на практико-орієнтоване та проєктне навчання. Це створює розрив між

вимогами ринку праці та рівнем сформованості інженерно-технологічних компетентностей у майбутніх педагогів, що актуалізує проблему розроблення структурованої моделі формування компетентностей з комп'ютерної інженерії.

Огляд сучасних досліджень і методичних настанов із розвитку цифрової компетентності вчителя підкреслюють її багатовимірний характер. Йдеться не лише про володіння базовими ІКТ-навичками, а й про здатність педагогічно обґрунтовано інтегрувати цифрові інструменти в навчальний процес, здійснювати оцінювання з використанням цифрових платформ, забезпечувати безпеку та етичність роботи в цифровому середовищі. Українські методичні матеріали та збірники, представлені в цифрових репозитаріях, наголошують на важливості системного та комплексного підходу до формування цифрової компетентності, що включає технічну, педагогічну, комунікаційну та безпекову складові [4].

У контексті цифровізації підготовки майбутніх учителів в Україні значну роль відіграють дослідження, які розглядають міжнародний досвід. Зокрема, аналізуються освітні стратегії Польщі, Угорщини та інших сусідніх країн, де цифрова трансформація уже закріплена на рівні державної політики та модернізації освітніх програм [1].

У вітчизняних публікаціях акцентується тенденція переходу від поверхневого засвоєння ІКТ до глибшої інтеграції цифрових та інженерно-технічних компетентностей у структуру освітніх програм. Такий підхід передбачає міждисциплінарність, розширення співпраці університетів з IT-індустрією та впровадження практико-орієнтованих форм навчання.

Теоретичні напрацювання в галузі комп'ютерної інженерії та інженерно-педагогічної освіти пропонують моделі формування професійних компетентностей, які містять блоки з архітектури

комп'ютерних систем, схемотехніки, програмування, роботи з системами автоматизованого проєктування та мікроконтролерами[1]. Ці моделі базуються на поєднанні фундаментальних знань і прикладних навичок, розглядаючи професійну підготовку як модульну систему, що дозволяє поступово нарощувати складність навчальних завдань та рівень інженерного мислення.

Емпіричні дослідження, проведені в різних українських закладах вищої освіти, засвідчують неоднорідність рівня цифрової компетентності серед студентів-педагогів і викладачів. Рівень підготовки значною мірою залежить від доступу до сучасного обладнання, матеріально-технічної бази, а також від якості методичного супроводу. Дослідники рекомендують зосереджувати увагу на практико-орієнтованих підходах - таких як проєктна діяльність, виконання кейсів, робота в команді, лабораторні завдання із реальними цифровими інструментами [2]. Крім того, підкреслюється важливість систем безперервного професійного розвитку педагогів.

У педагога важливе місце займають проєктно-орієнтовані технології навчання, які дозволяють формувати інженерні уміння, навички проєктування, здатність вирішувати технічні задачі та працювати з сучасними цифровими системами. Наукові праці останніх років демонструють ефективність інтеграції навчальних проєктів, лабораторної практики та використання робототехнічних платформ і САПР у професійну підготовку майбутніх учителів технологій і комп'ютерної інженерії.

Офіційні освітні програми та матеріали самооцінювання багатьох ЗВО свідчать про поступове оновлення змісту підготовки. Вводяться нові дисципліни, пов'язані з робототехнікою, цифровими технологіями, комп'ютерною інженерією. Водночас аналіз вказує на потребу у зміцненні матеріально-технічного забезпечення, модернізації

лабораторій та наданні додаткової методичної підтримки викладачам. Це свідчить про те, що система професійної підготовки рухається в напрямі відповідності вимогам сучасного ринку праці, хоча процес адаптації ще триває.

Сучасна освіта переживає епоху докорінних змін, що зумовлено стрімким розвитком технологій. Ця трансформація особливо відчутна в галузі технологічної освіти, де предмет «Технології» перетворюється на ключовий інструмент для формування у здобувачів освіти цифрової грамотності, творчого мислення та здатності до розв'язання прикладних інженерних задач [3]. Успіх цього перетворення безпосередньо залежить від рівня підготовки педагогів, які мають бути не просто носіями знань, а справжніми провідниками у світ інновацій. Вони повинні ефективно використовувати сучасні технології, зокрема системи автоматизованого проєктування (САПР), та мотивувати учнів до вивчення складних дисциплін. У цьому контексті, актуалізується проблема формування у майбутніх вчителів технологій фахових компетентностей з комп'ютерної інженерії, що відповідають викликам сьогодення та враховують перспективні потреби суспільства.

Модель формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій є багатогранною і складається з чотирьох взаємопов'язаних блоків:

1. *Цільовий блок* є фундаментальним елементом моделі, оскільки він визначає її призначення, вектор розвитку та кінцевий очікуваний результат, виходячи з змістового наповнення освітнього процесу підготовки вчителів технологій. Цей блок встановлює стратегічну мету, конкретні завдання та методологічні принципи, на яких ґрунтується весь процес формування знань з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій.

Головна мета полягає у формуванні стійкої та комплексної системи теоретичних знань та практичних компетентностей з комп'ютерної інженерії, необхідних для повноцінної професійної діяльності. Це означає не просто засвоєння інформації, а розвиток здатності інтегрувати інженерні підходи, принципи проєктування та алгоритмізації у педагогічний процес.

На основі мети формулюються завдання, які конкретизують, що саме має бути засвоєно та розвинуто: від розуміння архітектури апаратних систем до навичок системного програмування. Вони слугують прямим орієнтиром для розробки змісту та технологій навчання.

Цільовий блок встановлює принципи, що керують освітнім процесом, такі як науковість (забезпечення відповідності змісту сучасним інженерним досягненням), системність (побудова знань від загального до конкретного), зв'язок теорії з практикою (орієнтація на інженерну діяльність) та компетентнісний підхід (фокус на кінцевих практичних вміннях). У сукупності, цей блок забезпечує цілеспрямованість та методологічну обґрунтованість усієї моделі підготовки.

2. *Змістовий блок* є науково-інформаційною основою моделі, визначаючи, який саме фундаментальний матеріал з комп'ютерної інженерії має бути засвоєний майбутніми вчителями технологій. Цей блок структурує знання, необхідні для розуміння апаратної, логічної та програмної складових сучасних технологічних систем.

Ця частина закладає концептуальне розуміння апаратного забезпечення через вивчення Архітектури комп'ютерних систем, що охоплює будову, принципи функціонування та взаємодії ключових компонентів (процесор, пам'ять, інтерфейси). Паралельно вивчається Комп'ютерна логіка та схемотехніка, що передбачає опанування основ цифрової електроніки, булевої алгебри та принципів побудови схем,

допомагаючи зрозуміти, як здійснюються обчислення на рівні електронних компонентів.

Наступний компонент фокусується на програмному забезпеченні та методах обробки інформації: системне програмування та алгоритмізація. Це засвоєння навичок розробки програмного забезпечення, що взаємодіє безпосередньо з апаратним рівнем, наприклад, програмування мікроконтролерів. Особлива увага приділяється теорії алгоритмів, їхній оптимізації та застосуванню для вирішення інженерних завдань.

Змістовий блок включає професійно-прикладні знання, необхідні для інтеграції інженерії в педагогічну практику. Вони передбачають навички роботи з системами автоматизованого проектування (САПР), симуляторами та іншими інструментами, які використовуються для розробки та моделювання технічних рішень. Ці знання дозволяють майбутнім вчителям не лише розуміти інженерні процеси, але й ефективно навчати їм учнів. Змістовий блок, таким чином, гарантує, що підготовка охоплює всі ключові аспекти комп'ютерної інженерії, роблячи майбутнього вчителя компетентним у технічній сфері.

3. *Процесуальний блок* деталізує механізми та умови реалізації навчання, відповідаючи на питання, як зміст, визначений у попередньому блоці, перетворюється на стійкі знання та компетентності. Він охоплює як технології навчання, так і необхідне організаційно-педагогічне забезпечення.

4. Технології навчання складаються з активних та інтерактивних методів, спрямованих на розвиток інженерного мислення та практичних навичок. Серед них ключове місце займає проектне навчання, де здобувачі працюють над комплексними інженерними завданнями (наприклад, розробка автоматизованих пристроїв або програмного забезпечення). Це дозволяє їм інтегрувати знання з архітектури, схемотехніки та програмування. Доповнюється це

лабораторними практичними роботами, які забезпечують безпосередню роботу з апаратним забезпеченням та інженерним ПЗ, що є критично важливим для формування практичних навичок. Використання кейс-технологій сприяє аналізу типових технічних проблем і пошуку оптимальних рішень.

5. Організаційно-педагогічні умови створюють сприятливе середовище для реалізації цих технологій. Це включає: матеріально-технічне забезпечення, що вимагає наявності сучасних лабораторій, оснащених актуальним обладнанням (мікроконтролери, 3D-принтери, вимірювальні прилади) та професійним інженерним програмним забезпеченням. Кадрове забезпечення, яке передбачає участь викладачів, що володіють не лише педагогічною майстерністю, а й мають високу інформатичну підготовку. Співпраця та партнерство з ІТ-компаніями та освітніми закладами дозволяє інтегрувати реальний виробничий досвід у навчальний процес і забезпечує мотивацію підготовки [4].

Таким чином, процесуальний блок є динамічною частиною моделі, що забезпечує якісний перехід від теоретичного засвоєння до практичного застосування інженерних знань.

6. *Результативно-коригуючий блок* є завершальною та критично важливою частиною моделі, призначеною для оцінки ефективності освітнього процесу, вимірювання досягнень здобувачів та забезпечення механізму зворотного зв'язку для вдосконалення всієї системи підготовки.

Цей блок реалізується через моніторинг та оцінку, де перевіряється фактичний стан сформованості знань за чотирма основними критеріями: конгитивним (оцінювання глибини, системності та усвідомленості теоретичних знань); потрібно-мотиваційним (оцінка інтересу та професійної спрямованості); теоретичним (глибина і системність

засвоєних знань) та практичним (здатність застосовувати знання у програмуванні, моделюванні та роботі з обладнанням).

Оцінювання відбувається відповідно до етапів педагогічного експерименту. На підставі отриманих даних встановлюються. Визначені рівні сформованості знань (високий, достатній, задовільний, низький).

Кінцевою точкою є фіксація результатів сформованості компетентностей, що є кількісним та якісним виміром успішності досягнення цілей моделі.

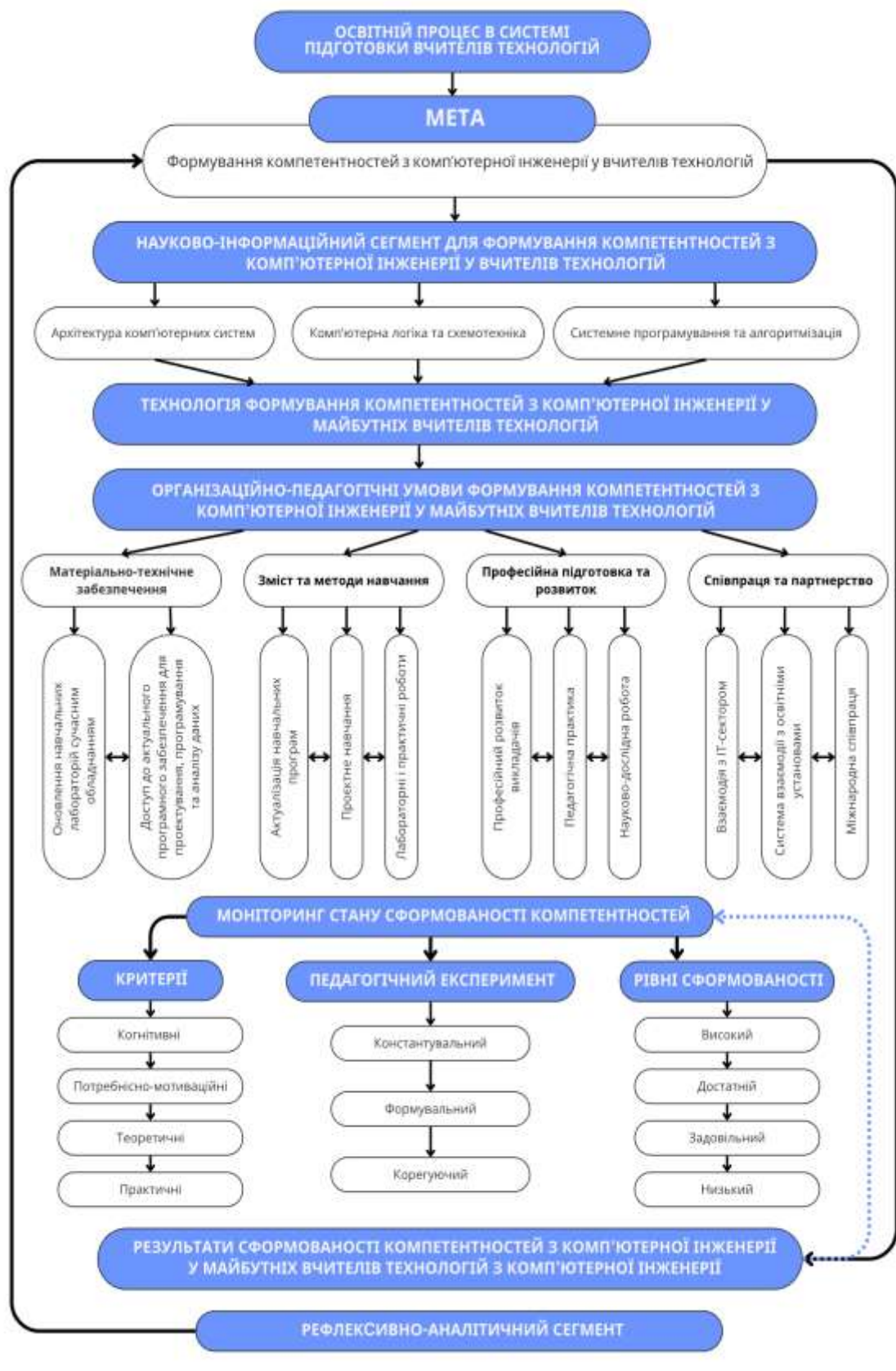


Рис. 2.1. Модель формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій

Далі ці результати підлягають критичній аналітиці у рефлексивно-аналітичному сегменті. Його функція полягає у коригуванні та вдосконаленні процесуального та змістового блоків. Якщо результати моніторингу виявляють значні прогалини (наприклад, низький рівень за практичними критеріями), рефлексивний аналіз вимагає перегляду ефективності застосованих технологій навчання чи актуальності матеріально-технічного забезпечення. Таким чином, цей блок замикає цикл моделі, забезпечуючи її постійний розвиток та адаптацію до сучасних інженерних вимог. В разі необхідності корекції результати тут передбачений зворотній зв'язок, як показано на рисунку 2.1.

Отже, формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій є багатогранною і складною проблемою, що вимагає системного підходу. Розроблена модель, яка включає взаємопов'язані блоки, забезпечує послідовну і комплексну підготовку педагогів. Її реалізація через послідовні етапи дозволяє подолати існуючий розрив між теоретичними освітніми стандартами та практичними потребами сучасної школи. Таким чином, вдосконалення системи підготовки педагогічних кадрів через впровадження запропонованої моделі дозволить забезпечити якісну технологічну освіту для здобувачів, що є ключовим для їхньої успішної адаптації в умовах цифрового суспільства.

2.2. Педагогічні умови реалізації розробленої методики формування компетентностей з у майбутніх вчителів технологій з комп'ютерної інженерії

Питання розвитку компетентностей майбутніх викладачів технологій у галузі комп'ютерної інженерії набуває дедалі більшої актуальності в науковому середовищі - як вітчизняному, так і

зарубіжному. Особливої гостроти ця проблематика виникає в контексті масштабної цифровізації освітнього простору та активного запровадження інтегрованих підходів STEM і STEAM до організації навчального процесу.

Паралельно в сучасній і світовій педагогічній науці посилюється дослідницький інтерес до проблеми становлення фахової майстерності європейських педагогів технологічного спрямування та спеціалістів у галузі комп'ютерної інженерії. Науковці різних країн шукають ефективні моделі та підходи, здатні забезпечити належний рівень підготовки фахівців, готових працювати в умовах динамічного технологічного середовища.

У публікації G. Kiryakova, V. Angelova та M. Yordanova [5] «The Digital Competences Necessary for the Successful Professional Realization of Future Teachers» (MDPI) наголошується, що «однією з провідних педагогічних умов підготовки майбутніх учителів є створення інтегрованого цифрового освітнього середовища». Автори підкреслюють, що «формування компетентностей майбутніх педагогів залежить від використання цифрових платформ, хмарних технологій, систем дистанційного навчання та мультимедійних ресурсів, які стимулюють розвиток професійної мобільності, критичного мислення та креативності студентів».

Дослідження S. Malakul [6] «Evaluating Computer Science Teaching Competence» спрямоване на «розроблення моделі оцінювання компетентності викладачів і студентів інженерно-педагогічних спеціальностей». У роботі обґрунтовано, що «педагогічні умови ефективного формування компетентностей передбачають поєднання теоретичних знань з практичною діяльністю, використання проєктних методів, самооцінювання та тьюторського супроводу». Автор пропонує «чотирикомпонентну структуру компетентності (когнітивну, методичну,

технологічну та комунікативну), що може бути адаптована для підготовки майбутніх учителів технологій».

Дослідження Tondeur, Jo; Trevisan, Ottavia; Howard, Sarah & van Braak, Johan [7] присвячені «проблемі підготовки майбутніх учителів до ефективного використання цифрових технологій у навчальному процесі». Науковці висвітлюють «сучасні стратегії і практичні шляхи підвищення ефективності професійної підготовки педагогів у цифрову епоху».

Аналіз зарубіжних наукових джерел засвідчує, що вчені різні країни сформували достатньо узгоджену позицію щодо педагогічних умов, яка була якістю підготовки майбутніх учителів технологій та інженерів у галузі комп'ютерних технологій. який, наголошується на визначальній ролі цифрового освітнього середовища як невід'ємного компонента сучасного навчального процесу. Не менше визнається формування у педагогів здатності до цифрового проектування навчального контенту — як окремої професійної культури, що потребує цілеспрямованого розвитку. Дослідники також акцентують увагу на перевагах проектного, дуального та дослідницького навчання як форм, що найвищі вимогам сучасної інженерної освіти. Окремо підкреслюється цінність горизонтальної взаємодії між викладачами та студентами як потужного ресурсу позаємного професійного розвитку.

У площині вітчизняної педагогічної думки проблема компетентнісної підготовки майбутніх учителів на статусі стратегічного орієнтиру в процесі модернізації вищої педагогічної освіти. Українські науковці наполягають на необхідності системного перегляду контенту, форм і методів підготовки педагогічних кадрів з метою приведення їх у відповідність реаліям цифрової епохи та актуальним запитам сучасного суспільства.

С. Л. Яценко [10] у своєму дослідженні «Формування професійної компетентності майбутніх учителів: теоретичні засади й методичні

підходи» проведено «узагальнення теоретико-методологічних засад розвитку професійної компетентності педагога». Автор аналізує «сутність поняття «професійна компетентність» у контексті сучасних викликів педагогічної діяльності та визначає провідні умови її формування. Серед них - інтеграція теоретичної та практичної підготовки, розвиток критичного мислення, застосування інформаційно-комунікаційних технологій і створення умов для творчої самореалізації студентів».

Дослідження О. Тітової [9] «Педагогічні умови розвитку професійної компетентності» присвячене «визначенню ефективних педагогічних засобів і методів підвищення професійного рівня студентів педагогічних спеціальностей». Авторка наголошує на «важливості створення інтерактивного освітнього середовища, використання кейс-технологій, проєктного навчання та формування у студентів здатності до рефлексії та самооцінювання». У статті підкреслюється «роль викладача як наставника і фасилітатора, що забезпечує партнерську взаємодію у процесі навчання».

У праці О. Дубасенюк і М. Мороз [8] «Педагогічні умови формування професійної компетентності майбутніх учителів у закладах вищої освіти» узагальнено «теоретичні та практичні напрацювання у сфері професійної підготовки педагогів». Автори визначають «систему педагогічних умов, яка передбачає особистісно орієнтований підхід, застосування інноваційних технологій навчання, інтеграцію навчальної і виховної діяльності, а також створення ситуацій успіху для формування позитивної мотивації до професійного розвитку». Водночас обґрунтовано «необхідність поєднання освітнього та виховного потенціалу педагогічного процесу, що сприяє комплексному розвитку професійної компетентності студентів».

Спільним знаменником усіх опитаних є переконання в тому, що якісна підготовка фахівців неможлива без цілеспрямованого конструювання освітнього середовища, в якому гармонійно поєднуються цифровий інструментарій, активна самостійна діяльність студентів, кваліфікована педагогічна підтримка та здатність до рефлексивного осмислення власного досвіду. Сукупність цих наукових положень створює міцне теоретико-методичне підґрунтя для обґрунтування педагогічних умов формування компетентностей майбутніх учителів технологій в галузі комп'ютерної інженерії.

Досягнення високого рівня сформованості відповідних компетентностей зумовлюється дотриманням системи взаємопов'язаних педагогічних умов, що в сукупності створюють сприятливе середовище для становлення професійно-інженерного мислення, опанування практичних навичок і формування готовності до інноваційної педагогічної діяльності.

Серед умов ключове місце посідають:

- поєднання теоретичної та практичної складової підготовки; побудова навчального середовища з чіткою орієнтацією на реальну професійну діяльність; послідовне застосування компетентнісного та діяльнісного підходів;

- інтеграція сучасних освітніх технологій; професійно спрямована педагогічна практика;

- впровадження рефлексивної культури майбутнього педагога; а також науково-методичний супровід і тьюторська підтримка впродовж усього навчального процесу.

Окреслені педагогічні умови містять органічне поєднання теоретичної та практичної підготовки. Це забезпечує реалізацію цільного системного підходу, для якого теоретичні знання не відокремлені від практики, а також підкріплюються нею, тоді як практична діяльність

спирається на науково обґрунтовану концепцію та закономірності. Взаємне проникнення теорії і практики забезпечує глибину й осмисленість засвоєння матеріалу.

У контексті підготовки майбутніх учителів технологій досягається збалансований синтез інженерно-технічної, інформаційної та педагогічної складових, що дозволяє здобувачам не обмежуватися засвоєнням суто технічних знань у галузі програмування, цифрової електроніки, мікроконтролерів і мережевих технологій, а й опанувати дієві педагогічні методи їх передачі учням. Результатом стає формування фахівця, здатного однаково впевнено орієнтуватися як в інженерно-технічному, так і в педагогічному вимірі своєї майбутньої професійної діяльності.

Практичне втілення вільної інтеграції через кілька взаємопов'язаних механізмів. Насамперед це збалансоване проектування змісту навчальної дисципліни, для якого теоретичні курси з комп'ютерної інженерії органічно доповнюються практичними поняттями, орієнтованими на створення реальних проектів, макетів або цифрових продуктів. Важливу роль відіграє також проектна діяльність, що органічно поєднує інженерні та педагогічні завдання - наприклад, розроблення власного навчального модуля або інтерактивного тренажера для здобувачів.

Суттєвим чинником є використання міждисциплінарних зв'язків: педагогічні підходи застосовуються у викладанні технічних дисциплін, тоді як технічні засоби органічно застосовуються у педагогічному моделюванні.

Завершальною ланкою є організація навчально-виробничих практик, під час яких студенти мають можливість апробувати здобуті знання в реальних умовах - одночасно працюючи з учнями або розробляючи навчально-методичні матеріали.

Поєднання теоретичної та практичної складових забезпечує поетапне становлення професійної компетентності: від засвоєння базових теоретичних положень - через виконання лабораторних і практичних завдань - до самостійної розробки повноцінних навчальних та інженерних проектів.

Отже, інтеграція теорії і практики виступає фундаментальною педагогічною умовою реалізації розробленої технології, після чого саме вона забезпечує становлення цілісної системи професійних знань, умінь і ціннісних орієнтацій майбутнього вчителя технологій у галузі комп'ютерної інженерії.

Важливою педагогічною умовою є формування навчального середовища з виразною професійною спрямованістю. Таке середовище представляє собою багатокomпонентну систему, що охоплює матеріально-технічну базу, інформаційні ресурси, педагогічні стратегії та соціальний контекст взаємодії - це разом забезпечує активне залучення студентів до моделювання реальних професійних ситуацій. Головне призначення такого середовища створено у створенні навчальних матеріалів, максимально наближених до майбутньої педагогічної практики, в яких учитель технологій має вільно поєднувати глибокі знання з комп'ютерної інженерії з умінням ефективно та доступно їх передавати.

Навчальне середовище професійного спрямування формується з кількох взаємодоповнювальних складових.

Першою з них є належна матеріально-технічна база - сучасно оснащені лабораторії, комп'ютерні класи та навчальні майстерні, укомплектовані технічними засобами навчання: мікроконтролерами Arduino та Raspberry Pi, 3D-принтерами, робототехнічними наборами та програмними контролерами. Все це забезпечує студентам реальні умови для проведення дослідницьких і конструкторських експериментів.

Другою складовою є розвинений інформаційно-освітній простір, що охоплює цифрові ресурси, навчальні онлайн-платформи та віртуальні лабораторії - Tinkercad, Proteus, AutoCAD, Cisco Packet Tracer, Unity. Ці інструменти дають майбутнім педагогам можливість моделювати технічні процеси, розробляти навчальні симуляції та створювати власні електронні освітні продукти.

Третьою складовою є якісне методичне забезпечення, що включає навчально-методичні комплекси, електронні підручники, детальні інструкції та проектні завдання різного рівня складності. Їх наявність створює умови для самостійного та усвідомленого набуття знань і практичних умінь.

Четвертою складовою є педагогічна підтримка в різних її формах - наставництво, тьюторський супровід, групова робота та індивідуальні консультації викладачів. Саме цей компонент відповідає формуванню професійного мислення, стійкої навчальної мотивації та прагнення до постійного саморозвитку.

П'ятою складовою є соціально-комунікативний компонент, що реалізується через різноманітні колективні форми навчальної взаємодії — хакатони, навчальні стартапи, конкурси технічної творчості. Участь у подібних заходах сприяє розвитку комунікативних навичок, лідерських якостей і здатності до ефективної командної роботи.

Навчальне середовище, сформоване на основі зазначених складових, забезпечує глибоке занурення студентів у професійний контекст і розвиток переходу від пасивного сприйняття навчального матеріалу до активної, творчої діяльності. Воно формує практичний досвід застосування інформаційних технологій у педагогічній роботі, розвиває самостійність, ініціативність і готовність до нестандартного вирішення фахових завдань. Водночас таке середовище виконує потужну

мотиваційну функцію - студенти мають можливість відчутти практичну цінність отриманих знань і побачити реальний результат своїх зусиль.

Отже, цілеспрямоване створення навчального середовища з виразною професійною орієнтацією є невід'ємною передумовою успішної реалізації розробленої технології формування фахової компетентності. Саме воно надає освітньому процесу практичного спрямування, сприяє інтеграції теоретичних знань і набутого досвіду та формує у майбутніх учителів технологічну готовність упевнено й ефективно діяти в умовах сучасного цифрового освітнього простору.

Ще однією визначальною педагогічною умовою успішного впровадження технології формування фахової компетентності майбутніх вчителів технологій в галузі комп'ютерної інженерії є послідовне застосування компетентнісного та діяльнісного підходів в організації навчального процесу.

Сутність компетентнісного підходу виникає в переорієнтації освітнього процесу з простого накопичення знань, умінь і навичок на формування здатності свідомо й ефективно використовувати їх у реальних професійних умовах. Головним критерієм якості підготовки фахівця стає не кількість засвоєного матеріалу, а рівень його практичної готовності - вміння приймати виважені рішення в нестандартних ситуаціях, самостійно розв'язувати складні фахові проблеми, створювати суспільно корисні продукти та результативно передавати знання іншим. Таким чином, акцент зміщується з процесом навчання на його результат, вимірюваний реальними діями та досягненнями майбутнього педагога.

Згідно з положеннями сучасної педагогічної науки (І. Зязюн, О. Пометун, Н. Ничкало, В. Кремень), «компетентнісний підхід сприяє переходу від традиційної знаннєвої парадигми освіти до практико-орієнтованої, у межах якої майбутній учитель стає активним суб'єктом професійного становлення».

У поєднанні з цим, діяльнісний підхід забезпечує формування компетентностей через власну активну діяльність студента. Знання і вміння не передаються у готовому вигляді, а здобуваються у процесі розв'язання професійно значущих завдань, досліджень, проєктів, розробок і педагогічних експериментів.

Практичне втілення компетентнісного та діяльнісного підходів створюється через різноманітні форми організації навчальної діяльності.

Проєктне навчання забезпечує самостійне створення студентами реальних технічних або педагогічних продуктів - навчальних модулів із основ комп'ютерної інженерії, програмних симуляторів, цифрових освітніх ресурсів тощо. Такий формат роботи дозволяє інтегрувати знання з різних дисциплін і складати їх для досягнення конкретного практичного результату.

Проблемне навчання спрямоване на розвиток критичного мислення та здатності самостійно знаходити шляхи розв'язання складних інженерно-педагогічних завдань. Зіштовхуючись із реальними професійними викликами, здобувачі вчаться аналізувати сумно, висувати гіпотези та обґрунтовувати прийняті рішення.

Інтерактивні методи — ділові ігри, кейс-методи, тренінги та рольові ситуації — створюють умови для занурення в модельовані професійні характеристики, максимально наближені до реальної діяльності вчителя технологій. Це дозволяє студентам отримати практичний досвід ще в межах навчального процесу.

Індивідуальні освітні траєкторії забезпечують кожному здобувачу можливість зосередитись на розвитку тих аспектів фахової компетентності, які найбільше забезпечують його особистим професійним інтересам і цілям.

Обов'язковою умовою ефективності всіх перерахованих підходів є систематичний рефлексивний аналіз власної діяльності. Самооцінка,

осмислення досягнутих результатів і визначення напрямів подальшого вдосконалення перетворюють навчальний процес на свідомість і цілеспрямоване професійне зростання.

Компетентнісний та діяльний підходи реалізуються на практиці через широкий спектр форм організації навчальної діяльності.

В основі об'єктного навчання лежить самостійна розробка студентів конкретних технічних або педагогічних продуктів - навчальних модулів із комп'ютерної інженерії, програмних симуляторів, цифрових освітніх матеріалів. Цей формат спонукає до міждисциплінарного синтезу знань і орієнтує на отриманий результат практичного результату.

Проблемне навчання формує у студентів критичне мислення та навички самостійного пошуку рішень у складних інженерно-педагогічних ситуаціях. Стикаючись із реальними фаховими викликами, майбутні педагоги вчаться всебічно аналізувати проблему, висувати обґрунтовані гіпотези та аргументовано відстоювати прийняті рішення.

Інтерактивні методи - ділові ігри, кейс-аналіз, тренінги та рольові вправи - моделюють реальний професійний статус, з якими стикається вчитель технологій у повній практиці. Завдяки цьому студенти отримують практичний досвід ще в межах навчального середовища, що суттєво скорочує адаптаційний період на початку професійної діяльності.

Індивідуальні освітні траєкторії надають кожному студенту можливість зосередитися на розвитку тих складових фахової компетентності, що найбільше забезпечує його особистим інтересам і професійним прагненням.

Неодмінною умовою результативності всіх зазначених підходів є регулярний рефлексивний аналіз власної навчальної діяльності. Здатність об'єктивно оцінювати свої досягнення, осмислювати набутий досвід і визначати конкретні напрямки подальшого вдосконалення перетворює

навчання на усвідомлений і цілеспрямований процес професійного становлення.

Ще однією ключовою педагогічною умовою впровадження технології формування компетентностей у майбутніх учителів технологій з комп'ютерної інженерії є інтеграція інноваційних освітніх підходів у навчальний процес. Сучасна підготовка педагога в галузі технологій вимагає відходу від традиційних методів до інноваційних, інтерактивних, цифрових та дослідницьких форм навчання, які сприяють розвитку технічного, алгоритмічного, критичного та творчого мислення у студентів. Інноваційні технології виконують подвійний роль:

- вони слугують засобом навчання, що підвищує ефективність засвоєння матеріалу;

- є предметом професійної підготовки, оскільки майбутній вчитель технологій повинен вміти самостійно застосовувати їх у своїй педагогічній практиці.

До переліку інноваційних освітніх підходів, інтеграція яких є вкрай важливою при підготовці майбутніх учителів з комп'ютерної інженерії, належать:

- STEM/STEAM-підходи - міждисциплінарні практики, що об'єднують природничі науки, технології, інженерію, математику (іноді мистецтво) у вигляді практичних проєктів, спрямованих на розв'язання реальних технічних або соціально значущих задач.

- Проєктно-дослідницькі методи, які розвивають здатність студентів самостійно планувати, реалізовувати і презентувати інженерні та педагогічні проєкти.

- Хмарні сервіси та цифрові освітні платформи (наприклад, Google Workspace for Education, Moodle, Canva, Tinkercad, Scratch, AutoCAD, Unity), що забезпечують гнучкий, інтерактивний формат навчання.

- Змішані та дистанційні форми навчання, які поєднують аудиторну роботу з онлайн- та самостійною діяльністю, сприяючи підвищенню цифрової компетентності й самоорганізації студентів.

- Ігрові технології (гейміфікація) - застосування змагальних елементів, систем балів, квестів і технічних викликів для підвищення мотивації та залучення студентів.

- Технології доповненої й віртуальної реальності (AR/VR), що дають змогу моделювати навчальні сценарії, візуалізувати складні технічні процеси та створювати інтерактивні освітні середовища.

Інтеграція інноваційних технологій сприяє наступному:

- підвищенню мотивації студентів, оскільки сучасні цифрові засоби роблять навчання більш динамічним і практично орієнтованим;

- розвитку творчих і технічних здібностей майбутніх учителів;

- формуванню інформаційно-цифрових компетентностей, необхідних для ефективної роботи в умовах цифрової трансформації освіти;

- активізації самоосвітньої та дослідницької діяльності студентів;

- створенню передумов для впровадження інноваційної педагогічної практики, зокрема застосування 3D-моделювання, програмування й робототехніки при навчанні здобувачів.

Впровадження інноваційних технологій у підготовку майбутніх учителів технологій із комп'ютерної інженерії відповідає принципам «Нової української школи», ідеям цифрової освіти та світовим трендам оновлення педагогічної освіти. Таким чином, інтеграція сучасних освітніх практик є не лише засобом ефективного засвоєння професійних знань, а й ключовим фактором у формуванні сучасного вчителя-технолога, який постійно оновлює свої компетенції, мислить творчо та впроваджує передові педагогічні підходи в галузі комп'ютерної інженерії.

Однією з необхідних педагогічних умов реалізації технології формування фахової компетентності є професійно спрямована педагогічна практика. Вона забезпечує перехід від теоретичних знань до практичної педагогічної діяльності, дає студентам можливість відпрацювати й застосувати набуті знання, вміння та навички в реальному освітньому середовищі.



Рис.2.2. Основні завдання професійно-орієнтованої педагогічної практики

Педагогічна практика виступає головним засобом професійного формування майбутнього вчителя, оскільки сприяє розвитку його педагогічних, інформаційно-комунікаційних, технологічних та дослідницьких компетенцій. Її завдання - інтегрувати інженерно-технічні знання з педагогічною діяльністю: навчити студента не лише опанувати технічні засоби, а й ефективно застосовувати їх у навчальному процесі для роботи з учнями.

Основні завдання професійно-орієнтованої педагогічної практики такі (рис. 2.2):

- реалізація теоретичних знань із фахових і психолого-педагогічних дисциплін у реальному навчальному середовищі;

- набуття вмінь проєктувати, організовувати та проводити уроки технологій із застосуванням сучасних ІКТ, цифрових платформ, засобів візуалізації та програмування;

- удосконалення навичок підготовки навчально-методичних матеріалів (електронних курсів, інструкцій, демонстрацій, мініпроєктів);

- відпрацювання комунікативних і організаційних умінь, уміння працювати в команді, мотивувати учнів і підтримувати їхню пізнавальну активність;

- формування рефлексивних компетентностей: уміння аналізувати власну педагогічну практику, оцінювати її результативність і визначати напрями професійного зростання.

Сутність такої практики полягає в її професійній орієнтації: вона має відтворювати специфіку роботи вчителя технологій, який поєднує педагогічні, конструкторські, технічні та ІКТ-навички. Під час практики здобувачі виконують реальні професійні завдання, зокрема:

- проведення занять з елементами STEM-освіти;

- застосування цифрових лабораторій або мікроконтролерів у навчальних проєктах;

- створення навчальних симуляцій та інтерактивних освітніх матеріалів;

- розробка й впровадження власних мініпроєктів для здобувачів.

Під час проходження практики важливо забезпечити методичний супровід і тьюторську підтримку з боку викладачів вишу та наставників на базових школах. Така організація створює систему наставництва, де

відбувається обмін досвідом, консультування та спільний аналіз результатів роботи практикантів.

Професійно-орієнтована педагогічна практика, підкріплена методичним супроводом і тьюторською підтримкою від університету та шкіл-баз, є ключовим механізмом формування компетентностей майбутніх учителів технологій із комп'ютерної інженерії. Вона поєднує теорію з практикою, стимулює професійне зростання, розвиває педагогічну, технічну та дослідницьку майстерність, а також сприяє становленню професійної ідентичності викладача як інноватора, організатора та дослідника в умовах цифрової освіти.

Однією з ключових педагогічних умов успішної реалізації технології формування фахової компетентності майбутніх учителів технологій із комп'ютерної інженерії є розвиток їхньої рефлексивної культури. Рефлексивна культура розуміється як вміння усвідомлювати власну професійну діяльність, її результати, виявляти труднощі та шукати шляхи їх подолання; це передбачає високий рівень самопізнання, самоконтролю та прагнення до постійного професійного вдосконалення. Для майбутнього вчителя технологій, який поєднує технічну, педагогічну та дослідницьку діяльність, рефлексія є визначальним механізмом саморозвитку, професійного зростання та формування компетентностей.

Розвиток рефлексивної культури у майбутніх учителів технологій є багатограним процесом, що включає взаємопов'язані складові й вимагає цілеспрямованої педагогічної роботи. Нижче наведено розгорнутий опис кожного аспекту з прикладами практичних заходів, які допомагають формувати відповідні навички, без відтворення оригінальних формулювань:

- Когнітивний аспект. Передбачає усвідомлення сутності професійної діяльності: розуміння цілей навчання, вибору методів, логіки уроку та очікуваних результатів. Розвиток цього аспекту досягається

через аналіз уроків (власних і зразкових), планування з обґрунтуванням методичних рішень, ведення педагогічного щоденника та участь у методичних семінарах. Практичний приклад: студент готує конспект уроку з поясненням вибору ІКТ-інструментів і після проведення уроку порівнює очікувані й фактичні результати, фіксує висновки.

- Емоційно-ціннісний аспект. Включає формування ставлення до саморефлексії як до цінності, готовності приймати конструктивну критику, відкритості до нового досвіду і розвитку професійної емпатії. Підтримується через групові рефлексивні сесії, фасилітацію обговорень, коучинг і тренінги з емоційного інтелекту. Приклад: після практичного заняття студенти діляться враженнями в форматі «плюс-мінус-цікаво», обговорюють труднощі й емоційні реакції учнів на використані методи.

- Діяльнісний (практичний) аспект. Охоплює вміння систематично аналізувати власну педагогічну діяльність, виділяти сильні й слабкі сторони, формувати коригувальні дії та впроваджувати їх у наступних заняттях. Це пов'язано з опануванням методик самооцінювання, використанням відеоаналізу уроків, складанням планів удосконалення. Практичний приклад: запис уроку на відео, спільний перегляд з тьютором, складання конкретного плану змін (наприклад, інші форми мотивації учнів або інша візуалізація матеріалу).

- Морально-етичний аспект. Охоплює відповідальність у прийнятті педагогічних рішень, професійну чесність, здатність до емпатії та об'єктивну оцінку власної роботи. Формується через етичні дискусії, кейс-розбори складних ситуацій, наставництво й моделювання дилем (наприклад, як діяти при конфлікті в класі або при нерівному доступі учнів до цифрових ресурсів). Приклад: аналіз етичного кейсу в групі з формулюванням варіантів рішень і наслідків для учнів.

Розвиток рефлексивної культури включає також інтеграцію кількох методів і форм організації освітнього процесу:

- Систематичне ведення рефлексивних записів: педагогічні щоденники, журнали самоаналізу, електронні портфоліо з коментарями до виконаних уроків і проєктів.
- Регулярні супервізії та тьюторські сесії: індивідуальні консультації, зворотний зв'язок від наставників і колег, спільний аналіз досягнень і помилок.
- Використання відео- та цифрових інструментів для самоаналізу: запис уроків, аналітика участі та результатів учнів, опитування для збору зворотного зв'язку.
- Колективна рефлексія: педагогічні майстерні, воркшопи, круглі столи, де студенти обмінюються досвідом, порівнюють підходи й отримують підтримку.
- Проєктна та дослідницька робота: виконання міні-досліджень щодо ефективності прийомів і технік, оформлення звітів з рекомендаціями для практики.
- Формалізація критеріїв самооцінювання: чек-листи, рубрики й стандарти, що допомагають студенту об'єктивно оцінити рівень володіння компетентностями.

Рефлексивна культура для вчителя технологій має свої специфічні прояви: рефлексія щодо вибору технічних засобів і програм, оцінювання впливу ІКТ на навчальні результати, аналіз економічної й ресурсної доцільності впровадження інновацій. Тому корисно включати вправи на порівняння альтернативних технічних рішень, тестування прототипів у класі й рефлексивні звіти про застосування нових цифрових інструментів.

Розвитку рефлексивної культури сприяє формування здатності системно й усвідомлено аналізувати власну професійну діяльність, адаптуватися до змін, цілеспрямовано планувати професійне зростання та відповідально впроваджувати інновації в освітній практиці.

Розвиток рефлексивної культури здійснюється через цілеспрямований набір методів і організаційних форм (рис. 2.3):

- ведення рефлексивних щоденників або портфоліо, у яких здобувачі фіксують власні успіхи, труднощі й педагогічні відкриття;

- розбір педагогічних ситуацій (case-study), що стимулює критичне мислення і дозволяє розглядати альтернативні шляхи вирішення професійних проблем;

- проведення тренінгів із самооцінки та самоменеджменту для формування навичок саморегуляції і планування професійного зростання;

- організація колективних обговорень досвіду практики, які дають змогу порівняти індивідуальні результати з практиками колег і отримати конструктивний зворотний зв'язок;

- застосування цифрових інструментів для самоаналізу (електронні портфоліо, онлайн-опитування, професійні блоги).



Рис.2.3. Рефлексія у професійній підготовці майбутнього вчителя технологій з комп'ютерної інженерії

Рефлексія в процесі професійної підготовки майбутнього вчителя технологій із комп'ютерної інженерії має велике значення, оскільки вона забезпечує:

- усвідомлення власної педагогічної позиції та ролі в освітньому процесі;
- об'єктивну оцінку рівня володіння фаховими й цифровими компетентностями;
- розвиток критичного і системного підходу до аналізу професійних ситуацій;
- становлення навичок самонавчання та постійного професійного вдосконалення;
- підвищення відчуття професійної відповідальності за результати навчання і виховання.

Розвиток рефлексивної культури майбутніх учителів технологій із комп'ютерної інженерії є важливою умовою реалізації розробленої технології, оскільки через рефлексію забезпечується усвідомлений професійний саморозвиток, поступове зростання фахових компетентностей та готовність до постійного оновлення в умовах інноваційної освіти.

Науково-методичний супровід і тьюторська підтримка відіграють ключову роль у формуванні компетентностей майбутніх учителів технологій із комп'ютерної інженерії. Вони організують освітній процес системно, сприяють індивідуалізації навчання та розвитку професійних умінь. Науково-методичний супровід передбачає створення й оновлення методичних, дидактичних, інформаційних і консультаційних ресурсів, що підвищують ефективність підготовки студентів.

Науково-методична підтримка разом із тьюторством формують цілісне навчальне середовище, яке забезпечує якісну організацію освітнього процесу, індивідуалізацію підготовки та стимулює самостійну навчальну діяльність здобувачів. Це сприяє підготовці компетентного, відповідального й креативного вчителя, здатного працювати в цифровому освітньому середовищі та впроваджувати інноваційні технології в професійну практику.

Отже, формування професійних компетентностей у майбутніх учителів технологій є найбільш ефективним за умови інтеграції теоретичної підготовки, практичних навичок і методичної діяльності. Наставництво, тьюторська підтримка й системна рефлексія значно посилюють професійне зростання студентів і розвиток їхніх педагогічних умінь. Для підвищення якості підготовки рекомендується впроваджувати інтегровані практичні завдання, широко застосовувати сучасні ІКТ і інноваційні методи навчання, а також посилювати наставницьку

підтримку й механізми зворотного зв'язку для більш усвідомленого засвоєння знань і їхнього практичного застосування.

2.3. Формування змісту навчальних програм вибіркового курсу для вивчення комп'ютерної інженерії вчителями технологій

Формування змісту вивчення питань комп'ютерної інженерії у процесі фахової підготовки майбутніх учителів технологій передбачає інтеграцію сучасних цифрових тенденцій, які визначають характер технологічної освіти у XXI столітті. Розвиток штучного інтелекту, інтелектуальних систем управління даними, мікропроцесорної техніки, робототехніки та аналітичних цифрових платформ зумовлює необхідність переосмислення змісту технолого-інженерної підготовки педагогічних кадрів. Зміна технологічного ландшафту призводить до зростання вимог до компетентностей учителя, що має працювати не лише з традиційними інструментами технологічної освіти, а й із сучасними засобами цифрового моделювання, мікроконтролерного проєктування, генеративними моделями та інтелектуальними освітніми системами.

У цьому контексті розроблені дві навчальні програми вибіркового освітніх компонентів «Штучний інтелект в освіті» (рис.2.4.) та «Комп'ютерна інженерія» (рис.2.3.) які займають важливе місце у формуванні інженерної та технолого-педагогічної компетентності майбутніх учителів, оскільки забезпечує системне опанування фундаментальних понять, інструментів і методів використання штучного інтелекту як складової сучасної комп'ютерної інженерії.

Сутність формування змісту навчальної дисципліни «Штучний інтелект в освіті» полягає у врахуванні особливостей цифрової трансформації освітнього процесу, яка зумовлює необхідність оволодіння майбутніми педагогами сучасними цифровими сервісами, аналітичними

системами, інженерними програмними комплексами та технологіями автоматизації. Першочерговим завданням стає формування цілісного уявлення про природу штучного інтелекту, його основні види, методи навчання, структуру і логіку функціонування інтелектуальних систем. Опанування таких знань створює підґрунтя для усвідомлення місця штучного інтелекту в сучасних інженерних системах та можливостей його застосування у навчанні дисциплін технологічного напрямку.

У межах програми студенти знайомляться з ключовими категоріями, що визначають зміст сучасних інтелектуальних технологій: машинним та глибинним навчанням, експертними системами, інтелектуальними агентами, генеративними моделями, адаптивними цифровими платформами. Особлива увага приділяється історії розвитку штучного інтелекту, його впровадженню в освіту, трансформації ролі вчителя в умовах широкого поширення інтелектуальних систем. Майбутні педагоги усвідомлюють як потенціал ШІ, так і його обмеження, що є важливою передумовою відповідального та педагогічно доцільного його використання.

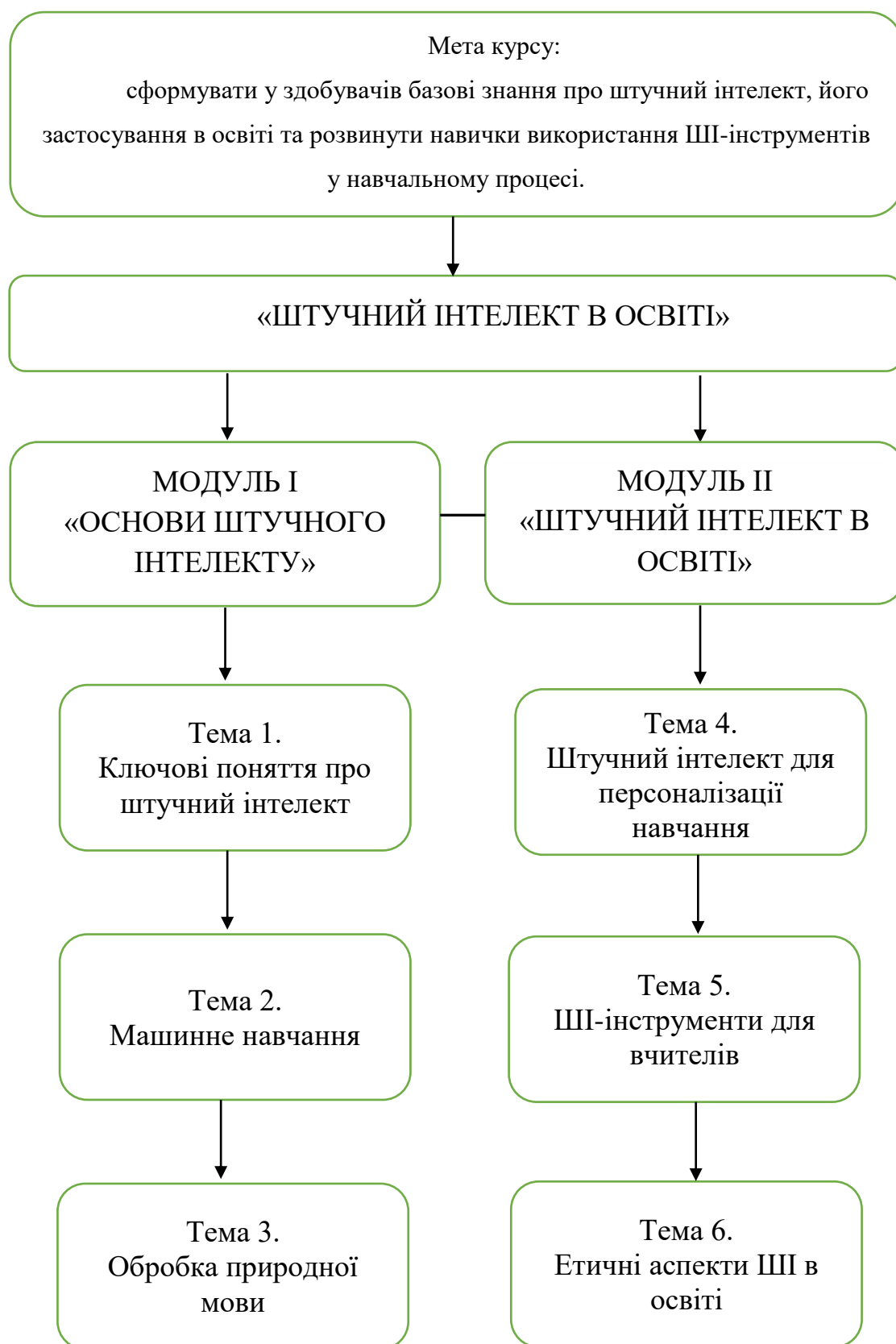


Рисунок 2.4. Зміст вибіркового освітнього компонента «Штучний інтелект в освіті»

Формування змісту вивчення передбачає також включення практичних інструментів, які забезпечують формування цифрово-інженерних умінь. Програма орієнтує майбутніх учителів на активне використання цифрових платформ управління навчанням, здатних здійснювати автоматичний аналіз освітніх результатів, персоналізувати завдання, збирати й інтерпретувати дані для формувального оцінювання. Ознайомлення з такими платформами, як Google Classroom, Moodle, Canvas чи Microsoft Teams, сприяє формуванню розуміння принципів роботи інтелектуальних освітніх систем та логіки їх використання у шкільному курсі технологій. Водночас здобувачі оволодівають навичками роботи з інструментами, які забезпечують інтерактивність навчального процесу: Kahoot, Quizlet, LearningApps. У контексті вивчення комп'ютерної інженерії ці інструменти розглядаються не лише як засоби контролю знань, а й як приклади цифрових систем, що використовують алгоритми автоматичної генерації завдань та адаптації до потреб користувача.

Важливим елементом змісту є розвиток умінь формувати ефективні запити до генеративних моделей штучного інтелекту, що сьогодні виступає невід'ємною складовою цифрової грамотності педагога. Студенти опановують основи побудови запитів, логіку prompt engineering, методи перевірки якості отриманих результатів, способи використання ШІ для створення навчальних матеріалів, презентацій, дидактичних завдань різної складності. Такі навички безпосередньо пов'язані з умінями вчителя технологій працювати з інформацією, швидко адаптувати навчальні матеріали до рівня учнів, створювати різнорівневі завдання для диференціації та індивідуалізації навчання.

Однією з ключових складових змісту програми є питання персоналізації та адаптивності освітнього процесу на основі використання інтелектуальних систем. Здобувачі вивчають можливості

використання штучного інтелекту для створення індивідуальних освітніх траєкторій, структурування завдань відповідно до навчальних потреб учнів, впровадження методів формуального оцінювання з використанням інструментів навчальної аналітики. Аналіз даних у цифровому середовищі стає важливою складовою підготовки педагога, оскільки сучасна технологічна освіта передбачає систематичний моніторинг навчального прогресу, визначення освітніх потреб та коригування змісту навчання відповідно до отриманих даних. Таким чином, майбутні вчителі опановують уміння працювати з навчальною аналітикою як з інструментом управління освітнім процесом.

Особливої уваги потребує інтеграція штучного інтелекту в STEM-орієнтовані складові підготовки вчителя технологій. У програмі значне місце займають питання використання робототехнічних платформ, мікроконтролерів та цифрових систем моделювання. У межах курсу студенти виконують завдання, пов'язані з програмуванням робототехнічних комплексів Lego Mindstorms, Arduino, Raspberry Pi, ESP32, що сприяє розвитку інженерних умінь, необхідних для організації сучасних шкільних технологічних проєктів. Опанування основ роботи з мікроконтролерами розглядається у зв'язку з вивченням комп'ютерної інженерії, оскільки ці пристрої є типовими елементами сучасних інтелектуальних систем, систем автоматизації та IoT-платформ. Студенти знайомляться з основами програмування у Scratch та Python, що забезпечує розуміння принципів побудови алгоритмів, аналізу даних та застосування елементарних моделей машинного навчання.

Окремий блок змісту присвячено питанням інженерного та творчого моделювання з використанням штучного інтелекту. Засвоюються інструменти генеративної графіки (DALL·E, Midjourney), аудіо- та відеоредагування (Descript та інші), платформи для моделювання інженерних об'єктів (Tinkercad, Fusion 360). Такий зміст

забезпечує розвиток креативності, інженерного мислення та вміння застосовувати штучний інтелект для підтримки проєктної діяльності. У майбутній професійній діяльності це дозволяє вчителям організовувати творчі та інженерні проєкти учнів, спрямовані на конструювання, розробку макетів, 3D-моделей, створення технічної документації, генерацію дизайнерських рішень.

Важливою складовою змісту є етичні та правові аспекти використання інтелектуальних технологій у професійній діяльності педагога. Майбутні вчителі вивчають принципи безпечного та відповідального використання штучного інтелекту, питання упередженості алгоритмів, ризику порушення конфіденційності, вимоги до обробки персональних даних учнів, міжнародні та національні стандарти безпеки. У програмі акцентовано увагу на необхідності критичного аналізу інтелектуальних систем, оцінювання достовірності отриманих результатів, рефлексії щодо можливих соціальних наслідків їх використання, включаючи питання цифрової нерівності та доступності технологій (додаток 1).

Таким чином, формування змісту вивчення питань комп'ютерної інженерії в межах вивчення вибіркової дисципліни «Штучний інтелект в освіті» для підготовки майбутніх учителів технологій базується на комплексному, системному підході, що поєднує фундаментальні теоретичні знання про штучний інтелект та інженерні системи з практичними вміннями роботи з інтелектуальними платформами, засобами робототехніки, цифрового моделювання, генеративними інструментами. Навчальна програма створює умови для формування цілісної цифрової, технологічної та педагогічної компетентності майбутнього вчителя, забезпечуючи інтеграцію новітніх досягнень комп'ютерної інженерії в сучасний освітній процес. Це дозволяє підготувати педагогічних фахівців, здатних ефективно реагувати на

виклики цифрової трансформації, впроваджувати інноваційні підходи до навчання та формувати в учнів інженерне мислення, необхідне для успішної діяльності у технологічно розвиненому суспільстві.

Навчальна програма вибіркового освітнього компонента «Комп'ютерна інженерія» розроблена для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова і належить до галузі знань 01 Освіта/Педагогіка за спеціальністю 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології). Основною метою освітнього компонента визначено формування у здобувачів технологій базових знань й практичних навичок з апаратної частини комп'ютерів, електроніки, мікроконтролерів і робототехніки, а також підготовку їх до ефективного використання STEM-технологій у навчальному процесі.

Загальний обсяг програми складає 3 кредити ЄКТС, що еквівалентно 90 годинам. Навчальним планом передбачено 12 годин лекцій, 14 годин лабораторних, 12 годин практичних занять та 52 години самостійної роботи студента для обох форм навчання.

Структурно зміст програми розподілений на два змістовні модулі. Модуль 1 «Апаратна та цифрова основа комп'ютерної інженерії» охоплює фундаментальні технічні засади, включаючи Архітектуру комп'ютера та апаратні компоненти (вивчення архітектури фон Неймана, будови CPU, підсистем пам'яті – RAM, ROM, SSD/HDD, периферійних пристроїв та інтерфейсів – USB, PCIe, SATA, HDMI, Ethernet, а також основи збирання ПК); Основи електроніки та цифрової логіки (вивчення електричних величин, закону Ома, електронних компонентів, схемотехніки на макетній платі, логічних елементів – AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, та побудови простих цифрових схем); а також Мікроконтролери та вбудовані системи (огляд платформ Arduino, ESP32, STM32, їх архітектури, робота із сенсорами, виконавчими пристроями та

протоколами SPI, I2C, UART , з акцентом на створенні працюючих прототипів пристроїв).

Модуль 2 «Програмування, мережі та освітні застосування» зосереджений на програмному забезпеченні та його інтеграції у педагогічну діяльність. Він містить Програмування для комп'ютерної інженерії (основи алгоритмізації, програмування на C++ для мікроконтролерів та Python для обробки даних, а також програмування пристроїв IoT); Комп'ютерні мережі та кібербезпека (вивчення моделі OSI та TCP/IP, локальних та бездротових мереж, IP-адресації, DHCP, DNS, NAT, та ключових питань кібербезпеки: загроз, фішингу, шкільних правил цифрової безпеки та захисту IoT-пристроїв); та Робототехніка та методика STEM-навчання (основи робототехніки, освітні платформи – LEGO Spike/EV3, Arduino-роботи, програмування мобільних роботів, інтеграція у шкільні проєкти, вивчення STEM-методик – проєктного навчання та міжпредметних зв'язків, а також розробка навчальних проєктів як-от «розумний дім»).

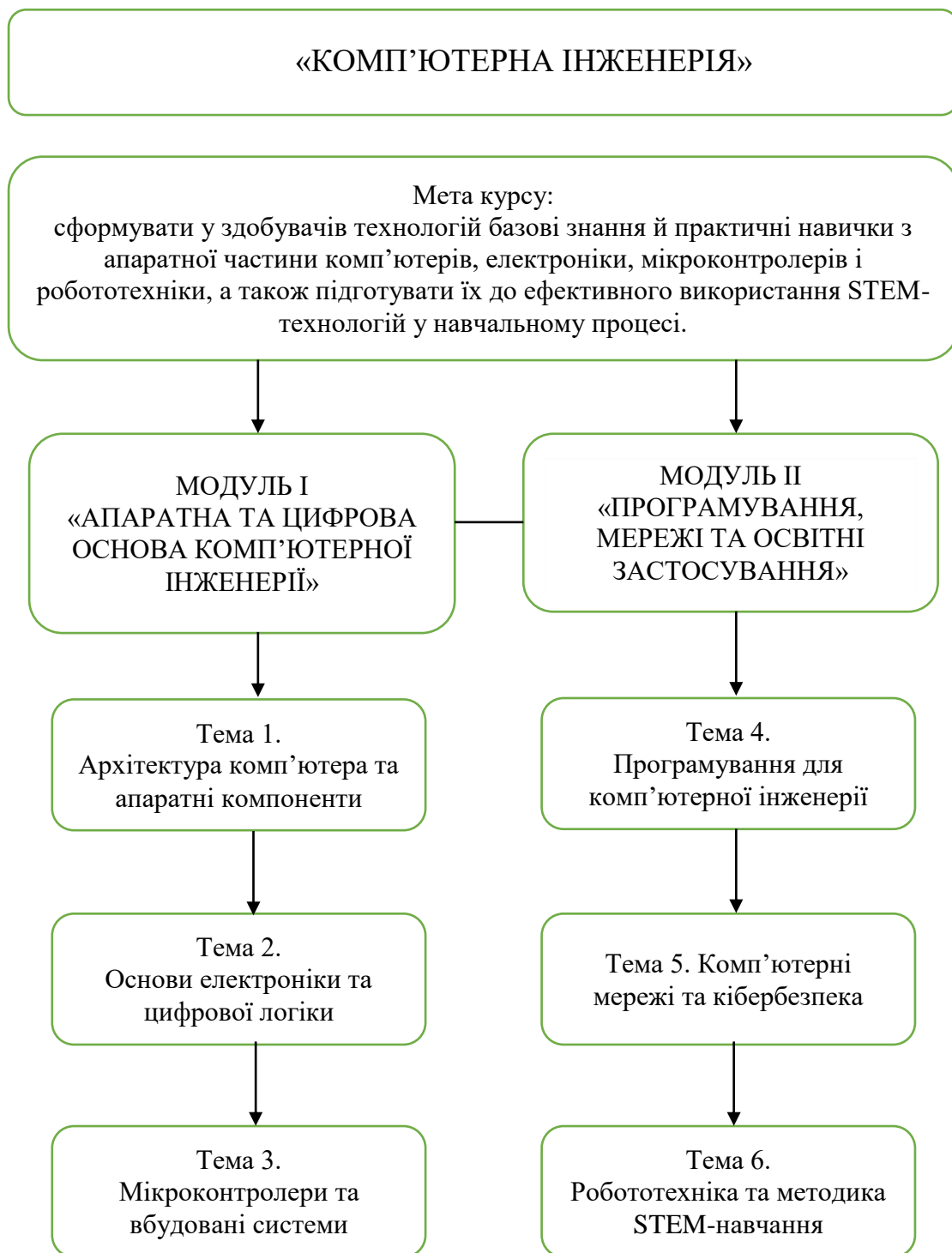


Рисунок 2.5. Зміст вибіркового освітнього компонента «Комп'ютерна інженерія»

Таким чином, навчальна програма «Комп'ютерна інженерія» є цілісним та актуальним освітнім компонентом, що забезпечує двоєдину підготовку майбутнього педагога: як технічно компетентного фахівця (інженера-практика), здатного працювати з апаратним забезпеченням, мікроконтролерами та програмуванням, так і методично підготовленого викладача, що вміє ефективно застосовувати та інтегрувати ці знання через STEM-технології у закладах середньої освіти.

Висновки до розділу 2

Розділ присвячено обґрунтуванню методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій, що ґрунтується на системному підході та поєднує теоретичні засади, педагогічні умови та практичні механізми реалізації. Аналіз сучасного стану професійної підготовки засвідчив наявність суттєвого розриву між вимогами шкільної технологічної освіти й реальним рівнем сформованості інженерних компетентностей у здобувачів вищої освіти. Причинами цього є недостатня представленість дисциплін інженерного спрямування, обмеженість матеріально-технічної бази, нестача проєктно-орієнтованого навчання та фрагментарність підходів до формування цифрових і технічних умінь.

У межах розділу запропоновано модель формування компетентностей з комп'ютерної інженерії, що включає чотири взаємопов'язані блоки: цільовий, змістовий, процесуальний і результативно-коригуючий. Цільовий блок окреслює мету й завдання професійної підготовки, визначає основні принципи навчання, які забезпечують цілісність процесу формування інженерних умінь. Змістовий блок структуровано відповідно до ключових напрямів комп'ютерної інженерії - архітектури комп'ютерних систем,

схемотехніки, алгоритмізації, системного програмування, роботи з САПР і проєктувальними платформами. Процесуальний блок визначає комплекс ефективних навчальних технологій, серед яких провідними є проєктне навчання, лабораторна практика, кейсовий метод і використання цифрових інженерних середовищ. Результативно-коригуючий блок забезпечує оцінювання досягнутого рівня компетентностей, визначення критеріїв їх сформованості та здійснення зворотного зв'язку для удосконалення змісту і методів підготовки.

Встановлено, що ефективність реалізації запропонованої моделі значною мірою залежить від створення відповідних педагогічних умов. До них належать модернізація матеріально-технічного забезпечення, упровадження цифрових освітніх платформ, розвиток професійної компетентності викладачів, активне залучення студентів до проєктної та дослідницької діяльності, а також партнерство з ІТ-компаніями та освітніми інституціями. Аналіз зарубіжного досвіду, зокрема європейських країн, підтвердив актуальність таких підходів і окреслив важливість інтегрованих цифрових середовищ, педагогічного дизайну та практико-орієнтованих методів.

Узагальнення теоретичних і прикладних аспектів дозволило визначити, що формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій має здійснюватися як цілісний, послідовний і науково обґрунтований процес. Його результатом є здатність педагога не лише володіти технічними знаннями, а й ефективно інтегрувати інженерні рішення у зміст шкільного курсу «Технології», формувати в учнів основи цифрової грамотності, інженерного мислення та готовності до життя в умовах цифрового суспільства. Реалізація запропонованої моделі сприятиме підвищенню якості професійної підготовки педагогів і забезпечить відповідність технологічної освіти сучасним викликам та перспективним потребам школи.

Література до 2 розділу

1. [Olesia Stoika](#). Digitalization of teacher training in Ukraine in the context of the experience of Hungary and the Republic of Poland. November 2023 Osvitohiya 12(12)
<https://www.researchgate.net/publication/376668709>
2. Освітній дискурс: збірник наукових праць. Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.journal-discourse.com/uk/>
3. Ходзицька, Н. Боринець, В. Гащак та ін. (2019). Технології (рівень стандарту): підручник для 10 (11) класів загальноосвітніх навчальних закладів. Харків: Видавництво «Ранок», 208 с.
4. Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: 2022 (Безпечне середовище для учнів та вчителів: виклики та практичні рішення) : зб. матеріалів всеукр. наук.-практ. семінару (Київ, 3 березня 2022 р.) / за заг. ред. О.В. Овчарук. Київ: Інститут цифровізації освіти НАПН України: 2022. 106 с.
5. Kiryakova, G., & Kozhuharova, D. (2024). *The Digital Competences Necessary for the Successful Pedagogical Practice of Teachers in the Digital Age. Education Sciences*, 14(5), 507. <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/5/507>
6. S. Malakul «Evaluating Computer Science Teaching Competence» *Discov Educ* 3, 257 (2024). URL: <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00363-9> (дата звернення: 05.10.2025)
7. Tondeur, Jo & Trevisan, Ottavia & Howard, Sarah & van Braak, Johan. (2025). Preparing preservice teachers to teach with digital technologies: An update of effective SQD-strategies. *Computers & Education*. 232. 10.1016/j.compedu.2025.105262.
8. Дубасенюк, О., Мороз, М. Педагогічні умови формування професійної компетентності майбутніх учителів у закладах вищої освіти. *Нові технології навчання*, № 95 (2021). URL:

<https://journal.org.ua/index.php/ntn/article/view/204> (дата звернення: 05.10.2025).

9. Тітова, О. (2023). Педагогічні умови розвитку професійної компетентності. *OIP Journal*. URL: <https://oip-journal.org/index.php/oip/article/view/230> (дата звернення: 05.10.2025).

10. Яценко, С. Л. (2022). Формування професійної компетентності майбутніх учителів: теоретичні засади й методичні підходи. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/35891/1/-96-186-191.pdf> (дата звернення: 05.10.2025)

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ У МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ

3.1. Організація та постановка педагогічного експерименту

Експериментальна робота була спрямована на перевірку ефективності розробленої методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій і ґрунтувалася на положеннях структурно-функціональної моделі, педагогічних умов та змістових компонентів навчальних дисциплін, викладених у другому розділі. Організація експерименту забезпечувала послідовний перехід від діагностики вихідного стану підготовленості студентів до цілеспрямованої реалізації методики та наступного порівняння отриманих результатів. Такий підхід дозволив всебічно оцінити зміни, що відбулися у сформованості компетентностей, та визначити вплив обраних педагогічних засобів і технологій.

Педагогічний експеримент проводився у закладах вищої освіти України, що здійснюють підготовку майбутніх учителів технологій, таких, як: Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Рівненський державний гуманітарний університет. До експерименту були залучені здобувачі освітнього рівня «бакалавр» 2–4 курсів спеціальності «Середня освіта (Трудове навчання та технології)».

Для забезпечення валідності дослідження були сформовані контрольні та експериментальні групи, співставні за чисельністю, рівнем початкових знань, досвідом роботи з цифровими технологіями та

доступом до матеріально-технічної бази. У контрольних групах навчання здійснювалося традиційними методами, тоді як в експериментальних реалізовувалася розроблена методика з урахуванням міждисциплінарних зв'язків, використання сучасних цифрових інструментів, САПР, мікроконтролерних платформ, засобів моделювання та елементів штучного інтелекту.

У процесі педагогічного експерименту визначення рівня сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій здійснювалось за чотирма взаємопов'язаними критеріями: когнітивним, потребно-мотиваційним, теоретичним та практичним. Кожен із критеріїв відображає окремий аспект професійної готовності студентів і дає змогу комплексно оцінити як інтелектуальну, так і діяльнісну складові їхньої підготовки.

1. *Когнітивний критерій*, який відображає рівень сформованості інтелектуальної складової професійної компетентності, що визначає здатність студента розуміти, пояснювати та інтерпретувати технічні процеси й явища, властиві комп'ютерній інженерії. Він характеризує якість засвоєння базових і поглиблених уявлень про архітектуру комп'ютерних систем, мікропроцесорні та мікроконтролерні пристрої, цифрову логіку, електронні компоненти та принципи їх взаємодії.

За цим критерієм оцінюється, наскільки знання студента є цілісними, структурованими та здатними до інтеграції між дисциплінами. Особлива увага приділяється усвідомленості опанування матеріалу: умінню аналізувати технічну інформацію, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, інтерпретувати схемні рішення, використовувати технічну термінологію в науково обґрунтованому контексті. Когнітивний критерій засвідчує готовність студента до логічного та науково-обґрунтованого мислення в галузі інженерії.

2. *Потребно-мотиваційний критерій*. Він визначає внутрішню готовність студента до засвоєння та розвитку компетентностей з комп'ютерної інженерії. Він відображає наявність стійкого інтересу до інженерно-комп'ютерних дисциплін, розуміння їх значущості для майбутньої професійної діяльності вчителя технологій, а також рівень сформованості мотиваційних установок, спрямованих на саморозвиток, участь у проєктній та дослідницькій діяльності.

Цей критерій показує, наскільки студент готовий включитися у процес розв'язання технічних завдань, проявляти ініціативу, долати труднощі, застосовувати нові цифрові інструменти та технології. Мотиваційна складова є ключовою для визначення потенціалу студента до подальшої професійної самореалізації, оскільки без достатнього рівня внутрішньої мотивації ефективне формування інженерних компетентностей є неможливим.

3. *Теоретичний критерій*, завдяки якому деталізується та конкретизується якість засвоєння студентами теоретичного матеріалу з комп'ютерної інженерії. Він охоплює вивчення фундаментальних положень електроніки, схемотехніки, програмування, архітектури комп'ютера, мережевих технологій та алгоритмізації.

Цей критерій дає змогу оцінити, наскільки глибоко студент опанував навчальний матеріал, чи розуміє основні принципи та закономірності функціонування технічних систем, чи здатен узагальнювати й класифікувати інформацію, будувати логічні моделі та теоретично обґрунтовувати інженерні рішення. Він є важливою передумовою для формування компетентності, оскільки саме теоретичні знання забезпечують можливість переходу до творчого та дослідницько-орієнтованого рівня діяльності.

4. *Практичний критерій*, який визначає здатність студента застосовувати здобуті знання у виконанні інженерно-технічних завдань.

Він характеризує рівень володіння практичними навичками програмування мікроконтролерів, створення та тестування технічних прототипів, використання САПР і симуляторів, проведення вимірювань, аналізу та оптимізації технічних систем.

За цим критерієм оцінюється вміння студента працювати з лабораторним обладнанням, виконувати практичні й проєктні завдання різного рівня складності, знаходити та усувати несправності, приймати технічно обґрунтовані рішення. Практичний критерій демонструє сформованість операційно-діяльній складовій компетентності та визначає реальну готовність студента до професійної діяльності, де практична взаємодія з технічними засобами є невід'ємною складовою.

Експеримент складався з констатувального, формувального та корегуючого етапів. На констатувальному етапі було здійснено діагностику вихідного рівня сформованості компетентностей, що дозволило визначити як загальний стан підготовленості студентів, так і характерні труднощі у засвоєнні теоретичного й практичного матеріалу. Результати констатувального зрізу підтвердили, що рівень обізнаності більшості студентів має фрагментарний характер, що виявилось у слабкій системності теоретичних знань, недостатньому розумінні принципів роботи комп'ютерних систем, складнощах під час виконання практичних інженерних завдань та низькому рівні внутрішньої мотивації до вивчення комп'ютерної інженерії.

Реалізація *формувального етапу* була організована відповідно до змістово-процесуального блоку моделі та передбачала включення студентів у різноманітні форми діяльності: лабораторні роботи, інженерні та програмні проєкти, моделювання технічних систем, програмування мікроконтролерів, аналіз схем і систем, роботу з цифровими освітніми платформами, виконання завдань дослідницького характеру. Під час навчання застосовувалися проблемні, проєктні й практико-орієнтовані

методи, що сприяло активізації пізнавальної діяльності, розвитку технічного мислення, здатності до критичного аналізу та самостійного прийняття інженерних рішень. Важливою складовою цього етапу було формування здатності студентів до рефлексії, самооцінювання професійного зростання та усвідомлення власної освітньої траєкторії.

Коригуючий етап був спрямований на уточнення, удосконалення та адаптацію методики формування компетентностей відповідно до виявлених у процесі формувального навчання труднощів і особливостей засвоєння матеріалу студентами. На основі проміжних результатів спостереження, аналізу виконаних робіт, рефлексивних звітів та індивідуальних консультацій було визначено низку аспектів, які потребували доопрацювання. Зокрема, у частини студентів спостерігалися неточності у використанні технічної термінології, труднощі з побудовою логічних схем взаємодії компонентів комп'ютерних систем, недостатня самостійність під час виконання складних практичних завдань, а також проблема нерівномірного розвитку мотиваційної сфери.

З метою підвищення ефективності формувального впливу на цьому етапі були внесені корективи до змісту й організації навчання: здійснено додаткове пояснення теоретичних положень, поглиблено блоки, присвячені архітектурі комп'ютерних систем, цифровій логіці та принципам роботи мікроконтролерів, розширено спектр практичних завдань за рахунок прикладних інженерних кейсів і проблемно-пошукових ситуацій. Крім того, частина лабораторних робіт була адаптована таким чином, щоб забезпечити більшу самостійність студентів і надати можливість для творчого застосування набутих знань.

Особлива увага на коригуючому етапі приділялася підтримці й розвитку мотиваційної складової: було організовано додаткові консультації, професійні міні-лекції, обговорення актуальних тенденцій

комп'ютерної інженерії, демонстрацію сучасних технічних рішень та прикладів інтеграції інженерних технологій у шкільну предметну діяльність. Застосування індивідуальних траєкторій навчання та рефлексивних завдань сприяло усвідомленню студентами власного поступу, формуванню позитивної самооцінки й виявленню зон подальшого розвитку.

У результаті реалізації коригуючого етапу було забезпечено підвищення узгодженості між теоретичними знаннями і практичними вміннями, зростання самостійності студентів у виконанні інженерних завдань, а також зміцнення їх мотиваційно-професійної спрямованості. Корекція методики дала змогу оптимізувати навчальний процес і створити умови для досягнення студентами більш високих результатів на підсумковому етапі експерименту.

Таблиця 3.1.

**Хронологія та характеристика етапів педагогічного
експерименту
(2022–2025 рр.)**

Етап експерименту	Термін проведення	Зміст та основні види діяльності	Отримані результати / Значення етапу
Констатувальний	2022-2023 рік	<p>-Діагностика вихідного рівня сформованості компетентностей.</p> <p>– Тестування, анкетування, опитування, аналіз навчальних робіт.</p> <p>– Визначення труднощів у теоретичній і практичній підготовці студентів.</p> <p>– Виявлення рівня мотивації та професійної спрямованості.</p>	<p>-Встановлено переважання фрагментарних знань та низького рівня практичних навичок.</p> <p>– Визначено структурні проблеми у засвоєнні матеріалу.</p> <p>– Отримано базові дані для планування формульовального етапу.</p>

Формувальний	2023-2024 рік	<ul style="list-style-type: none"> - Впровадження змістово-процесуального блоку моделі. – Лабораторні заняття, моделювання, інженерні та програмні проекти. – Робота з мікроконтролерами, САПР, цифровими платформами. – Проблемно-пошукові й проєктні методи навчання. – Формування технічного мислення, самостійності та рефлексії. 	<ul style="list-style-type: none"> - Забезпечено зростання системності знань і практичних умінь. – Посилилася мотивація та професійна спрямованість студентів. – Виявлено індивідуальні потреби й типові труднощі, що потребують корекції.
--------------	---------------	--	---

Коригуючий	2024-2025 рік	<p>Аналіз проміжних результатів формувального навчання.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Уточнення змісту окремих тем та практичних завдань. – Додаткові консультації, мінілекції, індивідуальні траєкторії навчання. – Розширення лабораторного й проєктного блоку завдань. – Посилення рефлексивної та мотиваційної складових. 	<ul style="list-style-type: none"> – Оптимізовано методику відповідно до рівнів і потреб студентів. – Підвищено якість виконання практичних завдань. – Забезпечено гармонійне поєднання теоретичної та практичної підготовки. – Підготовлено умови для підсумкового оцінювання (березень 2025 р.).
------------	---------------	--	--

Таблиця 3.1. представляє трирічний цикл проведення педагогічного експерименту та відображає зміст, логіку, тривалість і специфіку кожного з його етапів—констатувального, формувального та коригуючого. Представлена структуризація дозволяє послідовно простежити динаміку впровадження методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій та показує, як у межах експерименту поєднувалися діагностичні, навчально-практичні та аналітичні процедури.

Оцінювання рівня сформованості компетентностей майбутніх учителів технологій з комп'ютерної інженерії здійснюється за чотирма рівнями: високим, достатнім, задовільним і низьким, що відповідає логіці поступового переходу від початкового оволодіння знаннями до творчого й самостійного професійного застосування. Кожен рівень визначається за

сукупністю показників, що відображають теоретичну підготовку, практичні вміння, мотивацію та здатність до рефлексії.

Низький рівень характеризується фрагментарним, поверховим засвоєнням знань, відсутністю розуміння внутрішніх і міждисциплінарних зв'язків. Студент здатний відтворити лише окремі поняття після нагадування, не володіє базовими навичками аналізу технічних процесів. Практичні завдання виконуються повільно, з численними помилками, виключно під керівництвом викладача. Мотивація до вивчення дисциплін низька, самостійна рефлексія практично відсутня.

Задовільний рівень. Студент володіє основними поняттями та демонструє початкове розуміння теоретичного матеріалу. Знання мають несистемний характер, однак дають можливість виконувати типові навчальні завдання за відомими алгоритмами. Практична діяльність здійснюється з опорою на інструкції; у нестандартних ситуаціях виникають труднощі. Мотивація нестійка, рефлексивні вміння частково сформовані, але здебільшого потребують зовнішньої підтримки.

Достатній рівень. Для цього рівня характерні цілісність і системність знань, уміння встановлювати логічні зв'язки між теоретичними положеннями та практичними способами їх реалізації. Студент упевнено виконує типові та ускладнені завдання, застосовує знання у програмуванні, моделюванні, роботі з обладнанням. Мотивація виражена, наявне прагнення до професійного вдосконалення, здатність здійснювати самооцінювання та корекцію власної діяльності відповідно до поставлених цілей.

Високий рівень. Студент володіє глибокими, інтегрованими знаннями, здатний до критичного осмислення, аналізу та синтезу інформації, прийняття технічно обґрунтованих рішень у нових або нестандартних умовах. Практична діяльність має творчий і проектний

характер: виконуються складні завдання, здійснюється оптимізація технічних систем, пропонуються інноваційні рішення. Професійна мотивація висока, студент демонструє здатність до саморозвитку, проявляє лідерські якості та готовність консультиувати інших.

Використання чотирирівневої шкали (високий, достатній, задовільний, низький) дозволяє комплексно оцінювати сформованість компетентностей та забезпечує можливість порівняння динаміки розвитку студентів у процесі реалізації методики формування компетентностей з компютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій.

Таблиця 3.2.

Порівняльна характеристика рівнів сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій

Критерій / Рівень	Низький	Задовільний	Достатній	Високий
Когнітивний (розуміння теоретичного матеріалу, глибина та системність знань)	Знання фрагментарні, несистемні; відсутнє розуміння принципів функціонування комп'ютерних систем; складнощі у використанні термінології.	Знання частково структуровані; студент розуміє окремі закономірності, але не завжди може пояснити їх взаємозв'язок; допускає помилки у тлумаченні технічних понять.	Знання системні, логічно пов'язані; студент уміє пояснити основні технічні процеси та застосувати поняття у типових ситуаціях.	Знання глибокі, інтегровані; студент здатен до аналізу, синтезу, узагальнення та пояснення складних інженерних процесів; термінологією володіє на високому науковому рівні.
Теоретичний (оволодіння фундаментальними положеннями інженерії)	Оперує окремими поняттями, не бачить структури дисципліни; відсутнє розуміння базових взаємозв'язків.	Розуміє основні принципи функціонування комп'ютерних систем; пояснює прості закономірності, але не може застосувати їх у складніших ситуаціях.	Володіє цілісною системою понять; може аналізувати і пояснювати процеси, будувати логічні теоретичні моделі.	Оперує теоретичними знаннями на рівні професійного узагальнення; здатен обґрунтовувати складні технічні рішення та будувати індивідуальні теоретичні конструкції.
Потребно-мотиваційний (інтерес, професійна спрямованість, готовність до розвитку)	Мотивація слабка, нестійка; студент не усвідомлює цінності інженерних знань; низький рівень	Мотивація ситуативна; студент виявляє інтерес до окремих тем; прагнення до розвитку нестабільне.	Виражена позитивна мотивація; студент розуміє значущість інженерної підготовки; виявляє цілеспрямованість	Висока внутрішня мотивація; стійкий інтерес; професійне самовизначення; готовність до інновацій,

	професійної спрямованості.		і прагнення до самовдосконалення.	участі у складних проєктах, самоосвітньої діяльності.
Практичний (здатність застосовувати знання у програмуванні, моделюванні, роботі з обладнанням)	Здатний виконувати лише найпростіші дії за чіткою інструкцією; часті помилки; відсутність самостійності; труднощі з обладнанням.	Виконує типові практичні завдання з опорою на алгоритм; у нестандартних ситуаціях потребує допомоги; має базові навички програмування.	Самостійно виконує стандартні лабораторні та проєктні завдання; упевнено застосовує знання у моделюванні, програмуванні, роботі з обладнанням.	Демонструє творче застосування знань; розробляє проєкти, оптимізує технічні рішення; володіє високим рівнем технічної самостійності; здійснює налагодження та тестування обладнання.

В таблиці 3.2 подано узагальнений науковий опис таблиці, яка характеризує рівні сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії за чотирма критеріями. Текст написано у стилі дисертаційного викладу, без дублювання змісту таблиці, але з акцентом на її аналітичну сутність та значення для експерименту.

За когнітивним критерієм таблиця демонструє поступове зростання від фрагментарності й несистемності знань (низький рівень) до здатності здійснювати глибокий аналіз, синтез і наукове узагальнення інформації (високий рівень). Це відображає логіку формування інтелектуальної складової професійної компетентності, що є основою для оволодіння складними технічними процесами.

У межах теоретичного критерію таблиця фіксує еволюцію від елементарного володіння окремими поняттями до сформованої здатності осмислювати закономірності функціонування комп'ютерних систем та використовувати теоретичні моделі для обґрунтування інженерних

рішень. На високому рівні майбутній учитель демонструє цілісну, логічно побудовану систему знань, що відповідає сучасним вимогам технічної освіти.

Потребно-мотиваційний критерій у таблиці відображає зміни у внутрішній професійній позиції студентів: від низької або ситуативної мотивації на початкових рівнях — до стійкого інтересу, професійної спрямованості та готовності до інноваційної діяльності на достатньому й високому рівнях. Цей аспект є визначальним для забезпечення успішного засвоєння інженерних дисциплін і подальшого професійного зростання.

Практичний критерій демонструє якісну динаміку опанування прикладних навичок: від обмеженої здатності виконувати дії лише за інструкцією - до самостійного й творчого застосування знань у проєктній, лабораторній та дослідницькій діяльності. На високому рівні студент не лише виконує складні технічні завдання, а й здатен оптимізувати інженерні системи та розробляти інноваційні рішення.

Отже, таблиця відображає системну взаємодію чотирьох критеріїв і демонструє логіку професійного розвитку майбутніх учителів технологій: від елементарного рівня сприйняття й відтворення інформації - до високого рівня професійної майстерності, інженерної самостійності та здатності до інноваційної діяльності. Її використання дає змогу об'єктивно оцінити результати експериментальної роботи та підтвердити ефективність розробленої методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії.

Таким чином, нами розкрито зміст і послідовність дій на кожному етапі експерименту, обґрунтовано добір контингенту учасників, описано принципи формування контрольних та експериментальних груп, а також визначено методи, інструменти та умови, необхідні для перевірки функціональності розробленої методики.

3.2. Аналіз результатів експерименту та визначення ефективності розробленої методики навчання технології формування компетентностей з комп'ютерної інженерії

Метою аналізу результатів педагогічного експерименту було визначення ефективності розробленої методики навчання технології формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій, а також з'ясування динаміки змін рівнів їх сформованості за період експерименту. Аналіз здійснювався у логіці трьох послідовних етапів – констатувального, формувального та коригуючого, – що дозволило простежити розвиток компетентностей у часі та виявити внесок кожного етапу в досягнення кінцевих результатів.

Оцінювання здійснювалося за чотирма взаємопов'язаними критеріями: когнітивним, теоретичним, потрібно-мотиваційним та практичним. Для кожного критерію виділялися чотири рівні сформованості компетентностей: високий, достатній, задовільний і низький. Узагальнена характеристика критеріїв та рівнів подана у таблицях 3.1–3.2, що створюють концептуальну основу для подальшого кількісного та якісного аналізу.

З метою забезпечення об'єктивності та надійності результатів був використаний комплекс сучасних методів математичної статистики: критерій χ^2 Пірсона – для аналізу розподілу студентів за рівнями сформованості компетентностей у контрольних та експериментальних групах; t-критерій Уелча – для порівняння середніх показників сформованості компетентностей за бальною шкалою; коефіцієнти Cohen's d та Cramer's V – для визначення сили педагогічного ефекту розробленої методики.

На констатувальному етапі (2022–2023 рр.) було проведено первинну діагностику вихідного рівня сформованості компетентностей з

комп'ютерної інженерії у студентів контрольних та експериментальних груп. Діагностичні процедури включали тестові завдання з основ комп'ютерної інженерії, виконання типових практичних завдань (складання простих електронних схем, базові операції програмування мікроконтролера, робота в середовищі моделювання), анкетування та мотиваційні опитувальники, а також аналіз навчальної документації й портфоліо здобувачів.

Таблиця 3.3

Рівні сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії на констатувальному етапі експерименту (2022–2023 н.р.)

Критерії / Рівні	Низький	Задовільний	Достатній	Високий
Когнітивний	38 %	49 %	11 %	2 %
Теоретичний	36 %	50 %	12 %	2 %
Потребно-мотиваційний	41 %	46 %	11 %	2 %
Практичний	40 %	48 %	10 %	2 %

Розподіл здобувачів контрольних та експериментальних груп був статистично однорідним (χ^2 , $p > 0,05$), що свідчить про коректність подальших порівнянь.

Отримані на цьому етапі результати, зведені у таблицю 3.3, засвідчили, що за всіма критеріями у більшості студентів як контрольних, так і експериментальних груп домінували низький та задовільний рівні. Частка студентів із достатнім рівнем була порівняно невеликою, а високий рівень сформованості компетентностей зустрічався поодиноким. Це проявлялося у фрагментарності знань з архітектури комп'ютерних систем, нечіткому розумінні принципів роботи мікропроцесорних і

мікроконтролерних пристроїв, труднощах при поясненні логіки роботи цифрових схем і алгоритмів.

За когнітивним і теоретичним критеріями було виявлено, що значна частина студентів оперує окремими термінами та поняттями без усвідомлення їхніх взаємозв'язків, не вміє системно пояснити будову комп'ютерних систем, послідовність обробки даних, принципи функціонування апаратних і програмних компонентів. Це підтверджувалося характером типових помилок у виконанні тестових завдань та пояснювальних відповідей.

За практичним критерієм у більшості студентів спостерігалася обмежена здатність до застосування знань у реальних або змодельованих інженерних ситуаціях: виконання лабораторних робіт здійснювалося повільно, з опорою на покрокові інструкції, із значною кількістю технічних помилок. Робота з обладнанням (макетними платами, вимірювальними приладами, мікроконтролерними платформами) викликала ускладнення, студенти часто потребували допомоги викладача навіть на елементарних етапах.

Потребно-мотиваційний критерій засвідчив переважання ситуативної або зовнішньо зумовленої мотивації. Для значної частини здобувачів дисципліни комп'ютерно-інженерного спрямування сприймалися як складні, другорядні або такі, що мають обмежений зв'язок із майбутньою педагогічною діяльністю. Лише незначна частина студентів демонструвала стійкий професійний інтерес до інженерно-технічної проблематики та готовність до систематичної самоосвіти в цій сфері.

Статистичний аналіз результатів констатувального етапу за критерієм χ^2 Пірсона засвідчив відсутність статистично значущих відмінностей між контрольними та експериментальними групами за усіма критеріями ($p > 0,05$), що підтвердило їхню початкову однорідність та

коректність подальшого порівняння. Розподіл рівнів сформованості на констатувальному етапі представлено на рис. 3.1

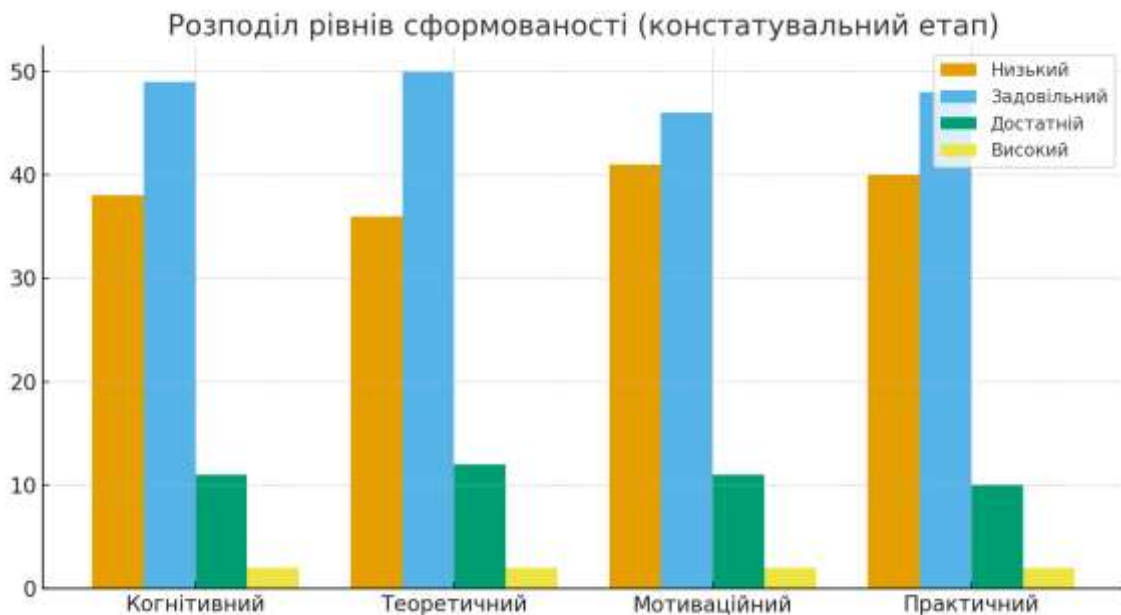


Рис. 3.1. Розподіл рівнів сформованості (констатувальний етап)

Формувальний етап (2023–2024 рр.) був спрямований на цілеспрямоване впровадження розробленої методики навчання технології формування компетентностей з комп'ютерної інженерії. У межах цього етапу в експериментальних групах реалізовувався змістово-процесуальний блок моделі, який передбачав:

- інтеграцію теоретичних і практичних занять на основі інженерних кейсів;
- широке використання САПР, симуляторів, мікроконтролерних платформ, цифрових освітніх середовищ;
- виконання комплексних лабораторних і проектних робіт, пов'язаних із розробкою, налагодженням і тестуванням технічних рішень;
- систематичне залучення студентів до рефлексії, самооцінювання власних досягнень та планування індивідуальної освітньої траєкторії.

У контрольних групах освітній процес здійснювався за традиційною методикою, з переважанням пояснювально-ілюстративних та репродуктивних форм роботи, обмеженим використанням проєктної діяльності та сучасних цифрових інструментів (рис.3.2).

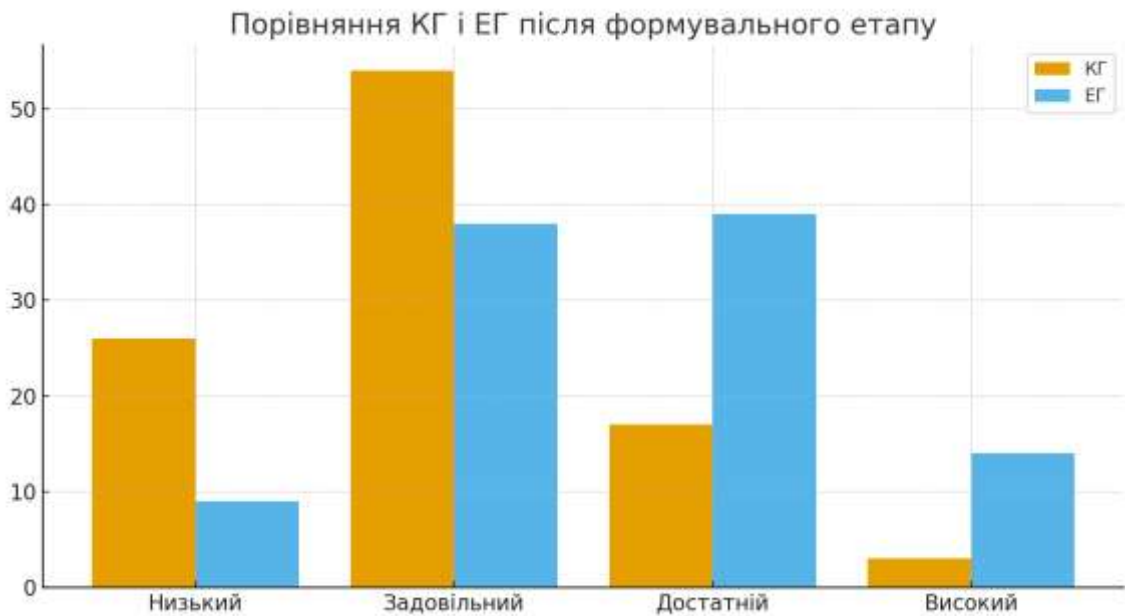


Рис. 3.2. Порівняння контрольних груп (КГ) і експериментальних груп (ЕГ) після формувального етапу

Після завершення формувального етапу було проведено повторну діагностику рівня сформованості компетентностей (табл. 3.4), результати якої продемонстрували чітко виражену позитивну динаміку в експериментальних групах та значно скромніші зміни – у контрольних.

При цьому виявлено статистично значущі відмінності між групами (χ^2 , $p < 0,01$). t-критерій Уелча засвідчив достовірні відмінності середніх значень ($p < 0,001$); Cohen's $d = 0,78$ – середній педагогічний ефект.

Таблиця 3.4.

Динаміка сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії після формувального етапу (2023–2024 н.р.)

Критерії / Рівні	Низький	Задовільний	Достатній	Високий
КГ – когнітивний	26 %	54 %	17 %	3 %
ЕГ – когнітивний	9 %	38 %	39 %	14 %
КГ – теоретичний	25 %	55 %	17 %	3 %
ЕГ – теоретичний	8 %	40 %	38 %	14 %
КГ – мотиваційний	29 %	51 %	17 %	3 %
ЕГ – мотиваційний	10 %	35 %	40 %	15 %
КГ – практичний	27 %	52 %	17 %	4 %
ЕГ – практичний	8 %	36 %	41 %	15 %

За когнітивним та теоретичним критеріями в експериментальних групах зменшилася частка студентів із низьким рівнем та суттєво зростає частка здобувачів із достатнім рівнем. Студенти стали краще усвідомлювати структуру комп'ютерних систем, упевненіше оперувати поняттями, пов'язаними з архітектурою процесора, пам'яті, зовнішніх пристроїв, цифрових інтерфейсів; з'явилася здатність пояснювати взаємозв'язок між апаратною та програмною складовими.

За практичним критерієм у експериментальних групах спостерігалось помітне зростання здатності студентів самостійно виконувати лабораторні й проєктні завдання, працювати з мікроконтролерами, аналізувати результати моделювання, знаходити та усувати типові несправності, оптимізувати прості технічні рішення.

Частина здобувачів продемонструвала готовність до розроблення власних інженерних мініпроектів (наприклад, системи автоматизованого контролю параметрів мікроклімату, сигналізаційних пристроїв, навчальних стендів тощо).

Потребно-мотиваційний критерій зафіксував перехід частини студентів із групи пасивних виконавців у групу активних суб'єктів навчально-професійної діяльності: зріс інтерес до інженерної компоненти професії, збільшилася кількість здобувачів, які брали участь у факультативних заходах, позааудиторних технічних гуртках, конкурсах інженерних проєктів, проявляли ініціативу у виборі тем курсових та індивідуальних робіт.

Зіставлення даних контрольних та експериментальних груп за підсумками формувального етапу з використанням критерію χ^2 Пірсона виявило статистично значущі відмінності у розподілі студентів за рівнями сформованості компетентностей ($p < 0,05$) на користь експериментальних груп. Додаткове застосування t-критерію Уелча до середніх бальних показників засвідчило достовірне зростання результатів студентів експериментальних груп порівняно з контрольними. Обчислений коефіцієнт Cohen's d засвідчив середній/виражений рівень педагогічного ефекту, що ймовірно зумовлено саме впровадженням розробленої методики.

Коригуючий етап (2024–2025 рр.) був спрямований на уточнення, поглиблення та адаптацію змісту і технологій навчання відповідно до проміжних результатів формувального етапу. Аналіз попередніх зрізів виявив, зокрема, потребу в:

- додатковому опрацюванні окремих теоретичних блоків (архітектури комп'ютера, цифрової логіки, алгоритмізації);
- удосконаленні завдань, пов'язаних із самостійним проєктуванням і налагодженням технічних систем;

- посиленні індивідуалізації навчання для студентів з різними темпами й стилями пізнавальної діяльності;

- підтримці мотиваційно-ціннісної сфери через демонстрацію сучасних досягнень комп'ютерної інженерії, практичних кейсів її застосування в освіті, залучення елементів наставництва.

У ході коригуючого етапу в експериментальних групах було:

- розширено спектр інженерних і дослідницьких завдань;
- впроваджено складніші проєкти з елементами творчого конструювання;
- організовано консультаційно-рефлексивні сесії;
- посилено роботу з індивідуальними освітніми траєкторіями студентів.

Підсумкова діагностика, результати якої систематизовано в таблиці 3.5, засвідчила стійке зміщення розподілу студентів експериментальних груп у бік достатнього та високого рівнів сформованості компетентностей. Низький рівень набув поодиначного характеру, а задовільний – значно зменшив свою питому вагу.

За χ^2 Пірсона отримано $p < 0,001$ – суттєві відмінності; Cramer's $V = 0,41$ – сильний вплив методики; Cohen's $d = 0,92$ – великий педагогічний ефект.

Поряд з цим зросла частка студентів, які демонстрували здатність до самостійного аналізу інженерних задач, розроблення й реалізації авторських проєктів, усвідомленого планування власної професійної траєкторії.

Повторний статистичний аналіз із використанням критерію χ^2 Пірсона підтвердив істотні відмінності між результатами контрольних та експериментальних груп ($p < 0,01$). Коефіцієнт Cramer's V засвідчив помітну силу взаємозв'язку між типом методики (традиційною чи експериментальною) та рівнем сформованості компетентностей.

Значення Cohen's d для підсумкових середніх показників можна інтерпретувати як великий педагогічний ефект, що свідчить про високу результативність застосованої методики.

Таблиця 3.5.

Підсумкові результати сформованості компетентностей після коригуючого етапу (2024–2025 н.р.)

Критерії / Рівні	Низький	Задовільний	Достатній	Високий
КГ – когнітивний	23 %	54 %	19 %	4 %
ЕГ – когнітивний	3 %	23 %	48 %	26 %
КГ – теоретичний	22 %	55 %	19 %	4 %
ЕГ – теоретичний	3 %	25 %	47 %	25 %
КГ – мотиваційний	25 %	53 %	18 %	4 %
ЕГ – мотиваційний	4 %	23 %	48 %	25 %
КГ – практичний	23 %	52 %	21 %	4 %
ЕГ – практичний	3 %	22 %	49 %	26 %

Таблиця 3.6

Порівняння ефективності методики за результатами трьох етапів експерименту (узагальнення)

Показники динаміки	КГ (зміна у %) упродовж експерименту	ЕГ (зміна у %) упродовж експерименту
Зменшення частки студентів із низьким рівнем	–12 %	–37 %
Збільшення частки студентів із достатнім рівнем	+7 %	+38 %

Збільшення частки студентів із високим рівнем	+2 %	+24 %
Середній приріст бальних показників (усереднено за критеріями)	+0,4 бала	+1,6 бала
Інтегральний коефіцієнт ефективності методики (Cohen's d)	—	0,92 (високий ефект)

Таблиця 3.6 відображає результати порівняння рівнів сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії між контрольними та експериментальними групами за результатами підсумкового етапу експерименту із використанням критерію χ^2 Пірсона.

У таблиці подано кількісний та відсотковий розподіл студентів за чотирма рівнями (низький, задовільний, достатній, високий) для кожного з критеріїв: когнітивного, теоретичного, потребно-мотиваційного та практичного. Наведені значення χ^2 та р-рівень дозволяють визначити, чи існують статистично значущі відмінності між результатами контрольних та експериментальних груп.

Аналіз таблиці демонструє, що для всіх критеріїв були отримані статистично значущі відмінності ($p < 0,01$), що свідчить про суттєвий вплив розробленої методики на результати студентів експериментальних груп.

Характер змін проявляється у:

- значному зменшенні частки студентів із низьким рівнем, який у експериментальних групах набув поодиночного або відсутнього характеру;
- суттєвому прирості частки студентів із достатнім та високим рівнем, що найяскравіше виражено за практичним і когнітивним критеріями;
- перерозподілі здобувачів у бік підвищення системності знань і самостійності діяльнісних умінь.

Таким чином, таблиця 3.6 підтверджує статистично достовірний приріст сформованості компетентностей в експериментальних групах порівняно з контрольними, що дозволяє стверджувати про ефективність застосованої методики.

Таблиця 3.7.

Застосовані статистичні методи та їх інтерпретація

Метод / критерій	Що оцінює	Результат	Інтерпретація
χ^2 Пірсона	Розподіл рівнів у КГ та ЕГ	$p < 0,001$	Є статистично значущі відмінності
t-критерій Уелча	Середні бальні значення	$p < 0,001$	Різниця між КГ і ЕГ достовірна
Cohen's d	Сила впливу методики	0,92	Сильний педагогічний ефект
Cramer's V	Потужність зв'язку «методика → результат»	0,41	Сильний рівень впливу

Таблиці 3.6. і 3.7. підтверджують, що експериментальна методика має суттєвий, стабільний і статистично значущий вплив на формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій.

Таблиця 3.6 фіксує якісні зміни у розподілі рівнів, тоді як таблиця 3.7 дає змогу кількісно оцінити силу та інтенсивність педагогічного впливу, підтверджуючи:

- середній та сильний зв'язок між типом методики та результатами навчання (Cramer's V);

- сильний і дуже сильний приріст середніх показників сформованості компетентностей (Cohen's d).

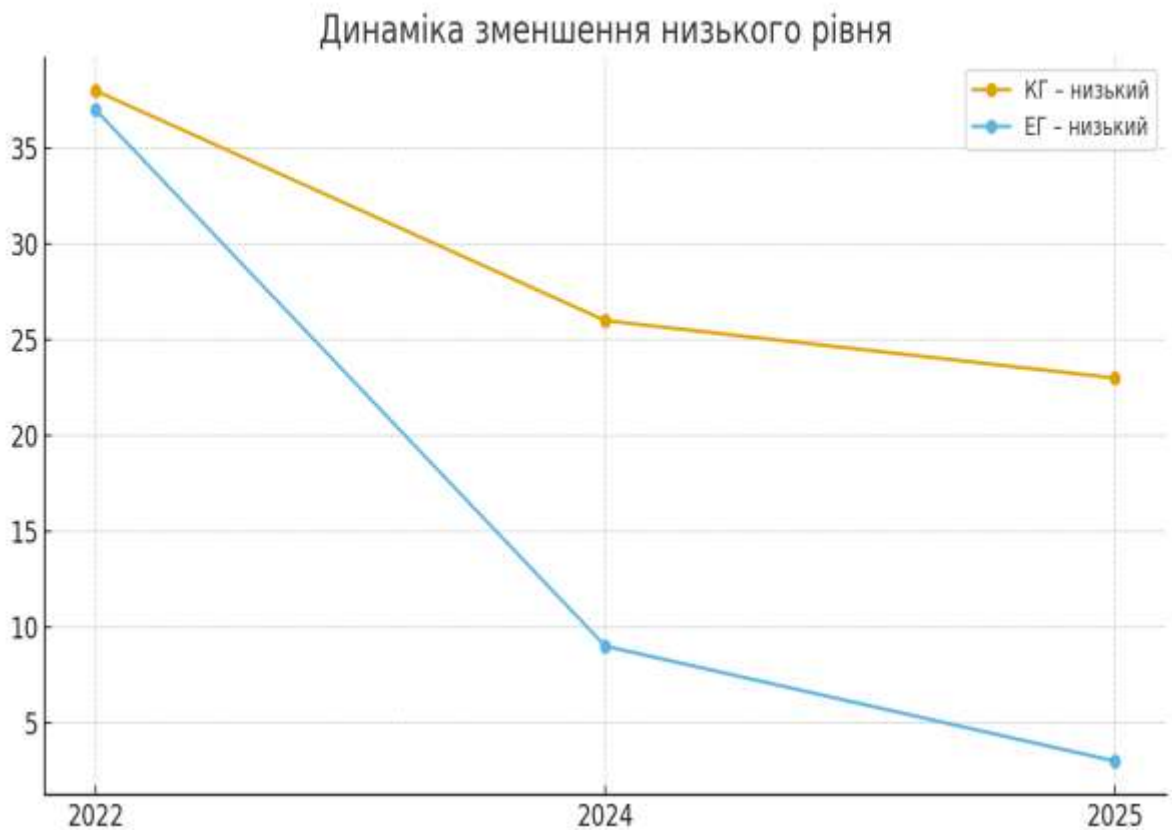


Рис. 3.3. Динаміка зменшення низького рівня

Рисунок 3.3 відображає динаміку змін рівнів сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії у студентів експериментальних груп протягом трьох етапів педагогічного експерименту: констатувального, формувального та коригуючого. Представлені на рисунку результати дозволяють простежити поступовий перехід студентів від переважно низьких і задовільних рівнів до достатнього й високого рівнів сформованості відповідних компетентностей.

На констатувальному етапі більшість студентів характеризувалися низьким і задовільним рівнями, що засвідчує їхню недостатню теоретичну підготовку, обмеженість практичних навичок та

фрагментарність знань у сфері комп'ютерної інженерії. Формувальний етап, під час якого було впроваджено розроблену методику з використанням інтегрованого поєднання теоретичних, практичних, проєктних та рефлексивних компонентів, сприяв поступовому підвищенню рівня сформованості компетентностей: зменшилася частка студентів із низьким рівнем, зросла кількість тих, хто досяг задовільного та достатнього рівня. Найбільш виразні зміни зафіксовано на коригуючому етапі, коли студенти продемонстрували здатність до самостійного розв'язання інженерних завдань, більш глибоке розуміння теоретичних положень, розвиток стійкої внутрішньої мотивації та здатність застосовувати отримані знання у нових ситуаціях. У результаті на завершальному етапі спостерігається чітке зміщення розподілу студентів у бік достатнього й високого рівнів, що свідчить про ефективність реалізованих педагогічних впливів.

Ці результати є науковим підґрунтям для висновку про ефективність запропонованої методики та доцільність її впровадження у практику підготовки майбутніх учителів технологій.

Комплексний аналіз результатів на всіх етапах експерименту дає підстави стверджувати, що розроблена методика навчання технології формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій є ефективною. Її ефективність підтверджується:

- переходом значної частини студентів експериментальних груп від низького та задовільного рівнів до достатнього й високого;
- суттєвим покращенням показників за когнітивним, теоретичним, практичним та потребно-мотиваційним критеріями;
- статистично значущими відмінностями між результатами контрольних та експериментальних груп;
- виявленою силою педагогічного ефекту за індикаторами Cramer's V та Cohen's d.

Рисунок 3.4 презентує порівняльні підсумкові результати рівнів сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії у студентів контрольних та експериментальних груп після завершення всіх етапів педагогічного експерименту. У представленому графіку чітко простежуються відмінності у розподілі студентів за рівнями сформованості компетентностей залежно від застосованої методики навчання.

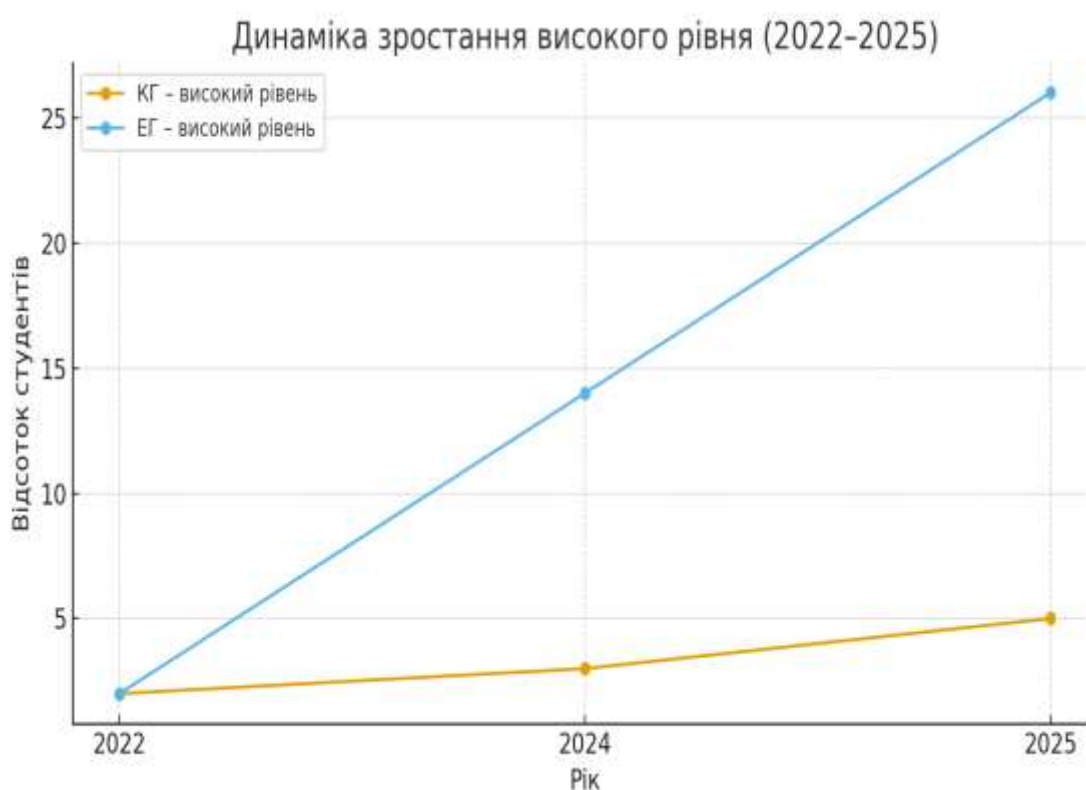


Рис. 3.4. Динаміка зростання високого рівня

У контрольних групах, де освітній процес здійснювався за традиційною методикою, переважають задовільний і частково достатній рівні. Низький рівень залишається суттєвим, що вказує на обмеженість результатів традиційного навчання для формування комплексних інженерних компетентностей. Високий рівень у контрольних групах зафіксовано у поодиноких випадках.

Натомість у експериментальних групах спостерігається значне покращення результатів: частка студентів із низьким рівнем практично зникає, кількість здобувачів із задовільним рівнем значно зменшується, натомість домінуючими стають достатній і високий рівні. Особливо помітним є суттєве збільшення частки студентів, які досягли високого рівня сформованості компетентностей, що свідчить про розвиток у них здатності до творчого та дослідницького застосування знань, самостійного конструювання технічних рішень, критичного мислення та професійної рефлексії.

Таким чином, рисунок 3.4 демонструє ефективність запропонованої методики, оскільки саме у групах, де вона була впроваджена, спостерігається істотне підвищення рівня сформованості компетентностей за всіма критеріями. Контраст між групами підтверджує переваги інноваційної методики над традиційними підходами до підготовки майбутніх учителів технологій у контексті сучасних вимог до комп'ютерної інженерії.

Таким чином, упроваджена методика забезпечує цілісний розвиток компетентностей з комп'ютерної інженерії як важливої складової професійної підготовки майбутніх учителів технологій та може бути рекомендована для подальшого використання й поширення у системі вищої педагогічної освіти.

Висновки до третього розділу

У третьому розділі дисертації теоретично обґрунтовано, організовано та реалізовано педагогічний експеримент, спрямований на перевірку ефективності розробленої методики формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій. Визначено структуру, етапи (констатувальний, формувальний, коригуючий), умови проведення експерименту, склад

контрольних і експериментальних груп, а також систему критеріїв (когнітивний, теоретичний, потрібно-мотиваційний, практичний) і рівнів сформованості компетентностей (низький, задовільний, достатній, високий). Це забезпечило цілісність і наукову валідність дослідно-експериментальної роботи.

Результати констатувального етапу засвідчили переважання низького та задовільного рівнів сформованості компетентностей у більшості студентів, фрагментарність теоретичних знань, недостатність практичних умінь і нестійку мотивацію до опанування комп'ютерної інженерії. Формувальний етап, у межах якого в експериментальних групах було впроваджено змістово-процесуальний блок моделі (інтеграція теорії й практики, використання САПР, мікроконтролерів, симуляторів, проєктних і проблемно-пошукових завдань, рефлексивних методик), забезпечив позитивну динаміку показників за всіма критеріями. Коригуючий етап дозволив уточнити зміст і технології навчання, посилити індивідуалізацію та мотиваційно-ціннісну складову, що привело до подальшого зростання частки студентів з достатнім і високим рівнями сформованості компетентностей.

Комплексний кількісний аналіз результатів (застосування χ^2 Пірсона, t-критерію Уелча, коефіцієнтів Cohen's d та Cramer's V) підтвердив статистично значущі відмінності між контрольними та експериментальними групами на підсумковому етапі, а також виявив середній і високий рівні педагогічного ефекту розробленої методики. Зокрема, в експериментальних групах суттєво зменшилася частка студентів із низьким рівнем, істотно зросли показники достатнього та високого рівнів, посилювалися когнітивна, теоретична, практична й мотиваційна складові професійної готовності.

Отримані емпіричні дані та їх статистична інтерпретація дають підстави стверджувати, що запропонована методика формування

компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій є ефективною, забезпечує цілісний розвиток інженерної складової їхньої професійної підготовки та може бути рекомендована для широкого впровадження в освітній процес закладів вищої педагогічної освіти.

Список використаної літератури до 3 розділу

1. Mykola Korets, Oleksandr Ishchenko. Didactic approaches to the introduction of artificial intelligence basics in technological education KELM (Knowledge, Education, Law, Management) 2025 № 1 (69). Стор. 21-26. <https://kelmczasopisma.com/ua/jornal/96>

2. Іщенко О.В. Особливості методики навчання автоматизації технологічних процесів майбутніх технологів. Науковий часопис Серія 5: педагогічні науки. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2023. Випуск 91. С. 112-117 <https://chasopys.ps.npu.kiev.ua/archive/91/23.pdf>

3. Іщенко О.В., Шатова О.В. Формування цифрових компетентностей майбутніх учителів технологій засобами фреймворків та технологій штучного інтелекту НАУКОВИЙ ЧАСОПИС УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ МИХАЙЛА Драгоманова. Серія 6. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Збірник наукових праць / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т імені Михайла Драгоманова. – Випуск 105. – Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2025.

4. Концептуально-референтна рамка цифрової компетентності педагогічних й науковопедагогічних працівників https://osvita.diia.gov.ua/uploads/0/2622-ramka_cifrovoi_kompetentnosti_pedagogicnih_j_naukovo_pedagogicnih.pdf

5. Корець М. С., Іщенко О.В. Оновлений підхід до навчання основ систем автоматичного проєктування старшокласників на уроках

технологій. Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Випуск 18. 2024. С. 62-69.
<http://journals.kogpa.te.ua/index.php/pedagogy/article/view/126>

6. Корець М.С., Іщенко О.В. Основні етапи формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій «Актуальні питання у сучасній науці (Серія «Педагогіка»): журнал. 2025. № 6 (36) 2025.

7. Корець М.С., Іщенко О.В. Педагогічні умови реалізації процесу формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. Бердянськ : БДПУ, 2025. Вип. 3.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні теоретично обґрунтовано, розроблено та експериментально перевірено методичні засади формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій. Отримані результати дали змогу розв'язати поставлені завдання та підтвердити ефективність запропонованої методики.

У результаті аналізу наукової літератури та чинної освітньої нормативної бази встановлено, що підготовка майбутніх учителів технологій не повною мірою відповідає сучасним викликам цифрової трансформації освіти. Виявлено низку проблем: фрагментарність наукових підходів до навчання комп'ютерної інженерії, недостатність практико-орієнтованого змісту, брак лабораторних і проєктних завдань, невідповідність навчальних програм сучасним тенденціям розвитку мікропроцесорної техніки, комп'ютерних мереж і технологій автоматизації. Обґрунтовано потребу в системній методиці формування інженерно-комп'ютерних компетентностей.

Проведений огляд змісту навчання технологій у профільних класах засвідчив активну інтеграцію ІКТ, STEM-напрямів, елементів штучного інтелекту та комп'ютерного моделювання у шкільні програми. Визначено перспективи й вимоги до професійної підготовки педагогів, які мають володіти сучасними інструментами комп'ютерної інженерії, методиками проєктно-орієнтованого і практико-спрямованого навчання. З'ясовано, що оновлення змісту передбачає підготовку вчителя, здатного працювати у цифровому освітньому середовищі та реалізовувати міжпредметну інтеграцію.

Науково обґрунтовано структуру компетентностей з комп'ютерної інженерії, яка включає когнітивний, операційно-діяльнісний, ціннісно-

мотиваційний і рефлексивно-аналітичний компоненти. Розроблено структурно-функціональну модель методики, що містить три блоки:

- опорно-цільовий (мета, завдання, принципи, очікувані результати);
- змістово-процесуальний (дисципліни, форми, методи, засоби, навчальні технології);
- результативний (критерії, показники, рівні сформованості компетентностей).

Обґрунтовано педагогічні умови реалізації методики: використання випереджальної освіти, організація самоосвітньої діяльності, впровадження інноваційних технологій, створення сприятливого освітнього середовища.

Спроектовано зміст навчальних програм вибіркових дисциплін «Комп'ютерна інженерія» та «Штучний інтелект в освіті», що забезпечують поетапне формування компетентностей: від опанування комп'ютерної логіки, електроніки, архітектури та схемотехніки — до системного програмування, мережевих технологій, баз даних, адміністрування та програмної інженерії. Запропоновані програми відзначаються практичною спрямованістю, міждисциплінарністю та відповідністю сучасним стандартам підготовки педагогів.

У ході педагогічного експерименту перевірено ефективність запропонованої методики. Результати порівняння експериментальних і контрольних груп засвідчили статистично значущий приріст рівнів сформованості компетентностей у студентів експериментальної групи (13–15 % проти 3,2 % у контрольній). Встановлено позитивні зміни за всіма критеріями: когнітивним, операційно-діяльним, мотиваційним і рефлексивним. Це підтверджує доцільність і результативність розробленої моделі.

Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено організаційно-педагогічні умови, що забезпечують ефективне формування компетентностей: інтеграція сучасних ІКТ, застосування проєктно-орієнтованих і практико-діяльнісних форм навчання, системність та логічна послідовність змістового наповнення, використання електронних освітніх ресурсів, розвиток самоосвітньої діяльності майбутніх педагогів.

Практичне значення дослідження полягає у створенні, апробації та впровадженні навчальних програм, методичних рекомендацій, електронних курсів і системи моніторингу сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії. Результати впроваджені в освітній процес низки ЗВО, що підтверджено офіційними довідками.

Отже, дисертаційне дослідження підтвердило, що цілеспрямоване, науково обґрунтоване формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх учителів технологій є необхідною умовою модернізації технологічної освіти. Розроблена методика забезпечує комплексний, системний і практико-орієнтований підхід до професійної підготовки педагогів, а результати експерименту свідчать про її високу ефективність і можливість широкого впровадження у закладах вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Barandych, K.S., Podolyan, O.O. & Hladskyy, M.M. (2021). Systemy avtomatyzovanoho proyektuvannya [Automated design systems]. Kyiv: KPI im. Ihorya Sikors'koho. [in Ukrainian].
2. Kiryakova, G., & Kozhuharova, D. (2024). The Digital Competences Necessary for the Successful Pedagogical Practice of Teachers in the Digital Age. *Education Sciences*, 14(5), 507. <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/5/507>
3. Mykola Korets, Oleksandr Ishchenko. Didactic approaches to the introduction of artificial intelligence basics in technological education KELM (Knowledge, Education, Law, Management) 2025 № 1 (69). Стр. 21-26. <https://kelmczasopisma.com/ua/jornal/96>
4. Olesia Stoika. Digitalization of teacher training in Ukraine in the context of the experience of hungary and the republic of Poland. November 2023 Osvitohiya 12(12)
<https://www.researchgate.net/publication/376668709>
5. S. Malakul «Evaluating Computer Science Teaching Competence» *Discov Educ* 3, 257 (2024). URL: <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00363-9> (дата звернення: 05.10.2025)
6. Tondeur, Jo & Trevisan, Ottavia & Howard, Sarah & van Braak, Johan. (2025). Preparing preservice teachers to teach with digital technologies: An update of effective SQD-strategies. *Computers & Education*. 232. 10.1016/j.compedu.2025.105262.
7. Васенко В. Графічна підготовка в структурі компетентностей майбутнього вчителя технологій Гуманітарний вісник Державного вищого навчального закладу Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди. Педагогіка. Психологія. Філософія В. 28 (1). 2013 р. Стр.56-59.

https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=xxVa118AAAAJ&citation_for_view=xxVa118AAAAJ:FxGoFyZp5QC

8. Вересоцька Н., Рошко Д. Інформаційно-комунікаційні технології на уроках трудового навчання. Безпека життєдіяльності, екологія і охорона здоров'я дітей і молоді XXI сторіччя: сучасний стан, проблеми та перспективи: зб. Матеріалів Міжнарод. наук. практик. інтернет-конф., 27–28 вер. 2018 р. Переяслав-Хмельницький, 2018. С. 30.

9. Вихрущ В. О. Методологія та методика наукового дослідження : підручник / В. О. Вихрущ, Ю. М. Козловський; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2020. – 336 с.

10. Галицький, О. В., & Микитенко, П. В. (2025). Особливості формування професійної компетентності фахівців комп'ютерних наук. *Педагогічна Академія: наукові записки*, (14). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14789539> <https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/view/607>

11. Гедзик А. Визначення ефективності професійно-графічної підготовки майбутніх викладачів практичного навчання в галузі комп'ютерних технологій. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми Випуск 47. Стор.134-137 2016 р. <file:///C:/Users/Svitlana/Downloads/134-138.pdf>

12. Гуревич Р. С., Гордійчук Г. Б., Кадемія М. Ю., Кобися В. М., Коношевський Л. Л., 2020 Підготовка майбутніх учителів в інформаційному освітньому середовищі педагогічних закладів вищої освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми.* Випуск 57. Стор. 5-14 <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/view/3109/2539>

13. Д. Рейнольдс, Н. Дакр. Міждисциплінарні методології дослідження в інженерній освіті
https://arxiv.org/abs/2104.04062?utm_source=chatgpt.com

14. Дубасенюк, О., Мороз, М. Педагогічні умови формування професійної компетентності майбутніх учителів у закладах вищої освіти. Нові технології навчання, № 95 (2021). URL: <https://journal.org.ua/index.php/ntn/article/view/204> (дата звернення: 05.10.2025).

15. Журнал досліджень у сфері освітніх комп'ютерних технологій
https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2190/0ew7-01wb-bkhl-qdyv?utm_source=chatgpt.com

16. Закон України «Про вищу освіту» від 31.12.2024.
URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>

17. Засєкіна Т. М., Коршунова О. В., Василяшко І. П. Модельна навчальна програма міжгалузевого курсу «STEM. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. URL: https://stemconnect.com.ua/img/navchaemo/Programa_STEM.pdf (дата звернення: 28.01.2024)

18. Іщенко О.В. Особливості методики навчання автоматизації технологічних процесів майбутніх технологів. Науковий часопис Серія 5: педагогічні науки. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2023. Випуск 91. С. 112-117 <https://chasopys.ps.npu.kiev.ua/archive/91/23.pdf>

19. Іщенко О.В., Шатова О.В. (2025) Формування цифрових компетентностей майбутніх учителів технологій засобами фреймворків та технологій штучного інтелекту. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 6. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Збірник наукових праць / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т імені Михайла Драгоманова. – Випуск 164. – Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Стор.183-193.

URL: <https://enpuir.udu.edu.ua/entities/publication/ca80a83b-b806-45fe-acb1-311b1275ce27>

20. Каталог надання грифів URL: <https://imzo.gov.ua/kataloh-nadannia-hryfiv> (дата звернення: 28.01.2024).

21. Каталог реєстрації - Профільна середня освіта https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Cs1d6hi6Y_fmKY0Y6I28XDrUxA7u02SJ/edit?gid=1125160089#gid=1125160089

22. Корець М. С., Іщенко О.В. Оновлений підхід до навчання основ систем автоматичного проєктування старшокласників на уроках технологій. Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Випуск 18. 2024. С. 62-69. <http://journals.kogpra.te.ua/index.php/pedagogy/article/view/126>

23. Корець М.С., Іщенко О.В. Основні етапи формування компетентостей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій «Актуальні питання у сучасній науці (Серія «Педагогіка»): журнал. 2025. № 12 (45) 2025. <https://perspectives.pp.ua/index.php/sn/article/view/33552>

24. Корець М.С., Іщенко О.В. Педагогічні умови реалізації процесу формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. Бердянськ : БДПУ, 2025. Стор. 11-124. Вип. 3. <https://journals.bdpu.in.ua/index.php/ped/article/view/677>

25. Корець, М. С. Методика викладання технічних дисциплін : навчальний посібник. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 240 с.

26. Кривильова, Олена; Голік, Олександр. Формування готовності майбутніх учителів технологій до використання елементів STEM у викладацькій діяльності. Наукові записки Бердянського державного

педагогічного університету. Педагогічні науки, 2024, 1: 189-197.
<https://journals.bdpu.in.ua/index.php/ped/article/view/285/255>

27. Л. Оршанський, Я. Матвісів, Володимир Я., В. Урсу (2023). Моделювання процесу формування конструкторсько-технологічної компетенції вчителів технологій. Український освітній журнал. № 2 Стор. 147-145 <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/669/686>

28. Морзе Н.В., Піх О.З. Інформаційні системи: навч. посібн. / за наук. ред. Н.В. Морзе. Івано-Франківськ:, «ЛілеяНВ», 2015. 384 с.

29. Мороз А. Застосування інноваційних технологій навчання в процесі підготовки майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії / А. Мороз, М. Дубина; наук. кер. Р.В. Жалій // Формування здорового способу життя в учнівської та студентської молоді засобами фізичної культури та спорту: зб. матеріалів IV Міжрегіонального наук.-метод. семінару, 13–14 червня 2024 р. – Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2024. – С. 65–66.

30. Навчальна програма «Технології 10-11 класи (рівень стандарту)». URL : <http://surl.li/euwg> (Дата звернення: 28.01.2024).

31. Нищак, Іван Дмитрович. Методична система навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (технічні дисципліни) / Нищак Іван Дмитрович; наук. консультант Оршанський Леонід Володимирович ; Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка. - Дрогобич, 2016. - 565 с.

32. Організація дистанційного навчання в школі методичні рекомендації https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/06/GRYF_Metodychni_rekomendatsii-_dystantsiy-na_osvita_str.pdf

33. Освітній дискурс: збірник наукових праць. Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.journal-discourse.com/uk/>

34. Основи САПР в автомобілебудуванні : навч. посіб. / О.М. Артюх, О.В. Дударенко, В.В. Кузьмін та ін. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. 168 с.

35. Рябець, С. І. (2021). Про один з підходів визначення міжпредметних зв'язків як засобу формування у студентів компетентності в галузі природничих наук, техніці і технологіях. Педагогічна освіта: теорія і практика, 30, 251-261.

36. Спирін О. М., Овчарук О. В. Цифрова компетентність // Енциклопедія освіти / Нац. акад. пед. наук України: 2ге вид., допов. та перероб. Київ: Юрінком Інтер, 2021. С. 1095-1096.
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C>

37. Твердохліб, І., Оніщенко, С. (2024). Дослідження факторів вибору мови програмування для вивчення в закладах загальної середньої освіти. Проблеми сучасного підручника, (32), 284–298.

38. Технології (рівень стандарту): підруч. для 10 (11) кл. закл. загал. серед. освіти / І. Ю. Ходзицька, Н. І. Боринець, В. М. Гащак та інші. Харків : Вид-во «Ранок», 2019. 208 с.

39. Технологічні педагогічні знання: основа для знань вчителів
https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x?utm_source=chatgpt.com

40. Титаренко, В., & Титаренко, О. (2025). Формування екологічної компетентності у майбутніх фахівців технологічної та професійної освіти при вивченні технологій сучасного виробництва. *Витоки педагогічної майстерності*, (35), 231–236. <https://doi.org/10.33989/2075-146x.2025.35.331181> <https://sources.pnpu.edu.ua/article/view/331181>

41. Тітова, О. (2023). Педагогічні умови розвитку професійної компетентності. OIP Journal. URL: <https://oip-journal.org/index.php/oip/article/view/230> (дата звернення: 05.10.2025).

42. Тітова, О.А. (orcid.org/0000-0002-6081-1812) and Лузан, П.Г. (orcid.org/0000-0002-8853-9275) (2025) *Сутність та основні ознаки технології розвитку професійної компетентності педагогічних працівників фахових коледжів* In: Інноваційна професійна освіта. Розвиток професійної освіти в умовах війни, повоєнного відновлення та євроінтеграції України: матеріали XIX Всеукраїнської науково-практичної (звітної) конференції Інституту професійної освіти НАПН України , 1 (22). IPO НАПН України, м. Київ, Україна, стор. 163-173. ISBN 978-617-8167-21-9

43. Трифонова О.М., Садовий М.І. Навчання САПР на основі інноваційних методів аналізу та синтезу знань нормативних документів ДСТУ URL: <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox?projector=1> (дата звернення: 28.01.2024)

44. Фратавчан В. Г., Фратавчан Т. М., Лукашів Т. О., Літвінчук Ю. А. *Методи та системи штучного інтелекту : навчальний посібник*. Чернівці : ЧНУ, 2023. 114 с.

45. Ходзицька, Н. Боринець, В. Гащак та ін. (2019). *Технології (рівень стандарту): підручник для 10 (11) класів загальноосвітніх навчальних закладів*. Харків: Видавництво «Ранок», 208 с.

46. *Цифрова компетентність вчителя: інструмент самооцінювання та особливості використання: методичні рекомендації:* [В.Ю.Биков, О.О.Гриценчук, О.А.Дубовик, Ю.І.Завалевський, І.В.Іванюк, О.Є.Кравчина, О.В.Овчарук,]. – К. : ІЦО НАПН України – 2022. – (57 с.). <https://lib.iitta.gov.ua/730497/>

47. *Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: 2022 (Безпечне середовище для учнів та вчителів: виклики та*

практичні рішення) : зб.матеріалів всеукр.наук.-практ.семінару (Київ, 3 березня 2022 р.) / за заг.ред. О.В. Овчарук. Київ: Інститут цифровізації освіти НАПН України: 2022. 106 с.

48. Шестаковський Л.Л., Ткаченко А. М. Програма курсу за вибором «Професійні проби» для учнів 8-11 класів «Технології комп'ютерної обробки інформації» 2023 рік. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-kursiv-za-viborom-fakultativiv> (дата звернення: 28.01.2024).

49. Яценко, С. Л. (2022). Формування професійної компетентності майбутніх учителів: теоретичні засади й методичні підходи. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/35891/1/-96-186-191.pdf> (дата звернення: 05.10.2025)

ДОДАТКИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 УМАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПАВЛА ТИЧИНИ
 20300, Черкаська обл., м. Умань, вул. Садова, 3, тел. (04744) 3-45-82, факс (04744)
 3-45-82, E-mail: post@udpu.edu.ua УДПУ імені Павла Тичини ррр UA14 820172 0343 12100 22 0000 4420,
 банк одержувача Державна казначейська служба України, м. Київ МФО 820172, код 02125639

09.12.2025 № 1963/01
 На № _____ від _____

ДОВІДКА

Г про впровадження результатів дослідження
Іщенка Олександра Віталійовича
 на тему «Методичні засади формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій», що подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології)

Цією довідкою засвідчуємо, що впродовж 2024 – 2025 рр. здійснювалося апробація та впровадження результатів наукового дослідження Іщенка О.В. у практику освітнього процесу підготовки вчителів технологій в Уманському державному педагогічному університеті імені Павла Тичини. Це проходило шляхом апробації з наступним впровадженням навчальної програми вибіркового освітніх компонентів в системі підготовки бакалаврів технологічної освіти.

Впровадження результатів дослідження в освітній процес сприяло поглибленню фахової компетентності майбутніх учителів технологій, удосконаленню їхніх знань із теорії та методики технологічної освіти, а також значно підвищило їхню здатність ефективно формувати компетентності з комп'ютерної інженерії у процесі навчання. Особлива увага приділялася розробці інтегрованих підходів до навчання, де комп'ютерні технології стають не лише інструментами для виконання завдань, але й важливою складовою професійної підготовки майбутніх педагогів.

Акцент зроблено на розвиток у здобувачів освіти умінь працювати з інженерними програмами, розуміння основ комп'ютерних систем, програмування та використання спеціалізованих програмних засобів.

Довідка про впровадження дисертаційного дослідження Іщенка О.В. на тему «Методичні засади формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій» обговорена і затверджена на засіданні кафедри технологічної освіти Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (протокол № 5 від 25 листопада 2025 р.).

12531

Перший проректор



Андрій ГЕДЗИК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул.Ст.Бандери, 12, м. Рівне, 33028, тел. (0362) 63-42-24
 E-mail: rectorat@rshu.edu.ua, код ЄДРПОУ 25736989

16.12.25 № 01-12/124

На № _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дослідження
Іщенка Олександра Віталійовича
 на тему «Методичні засади формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій», що подається на здобуття наукового ступеня
 доктора філософії зі спеціальності 014 Середня освіта
 (Трудове навчання та технології)

Протягом 2023–2025 рр. в університеті була проведена експериментальна перевірка розробленого дисертантом авторського вибіркового курсу «Штучний інтелект в освіті», адресованого майбутнім бакалаврам технологічної освіти. Результати, отримані на контрольному етапі, показали позитивну динаміку зростання рівнів сформованості компетентностей з комп'ютерної інженерії у здобувачів експериментальних груп порівняно з контрольними. Зокрема, відсоток здобувачів з високим рівнем підготовки збільшився, що свідчить про ефективність впровадження цього освітнього компонента.

О.В. Іщенко здійснив перевірку окремих модулів дистанційного курсу «Штучний інтелект в освіті», що в підсумку підтвердили дієвість запропонованої розробки.

Проведена системна експериментальна робота дозволяє зробити висновок, що дисертаційне дослідження О.В. Іщенка є актуальним, а його теоретичні положення та практичні розробки доцільно впроваджувати у освітній процес закладів вищої освіти, що здійснюють професійну підготовку вчителів технологій.

Довідка про впровадження дисертаційного дослідження О.В. Іщенка обговорено та затверджено на засіданні кафедри цифрових технологій та методики навчання інформатики Рівненського державного гуманітарного університету (протокол № 12 від 09.12.2025 р.).



Роман ПАВЕЛКІВ

Наталія ПАВЛОВА



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені Михайла ДРАГОМАНОВА
 01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9
 Телефон: 234-11-08
 E-mail: rector@du.edu.ua; код ЄДРПОУ 02125295

19.09.2023 № 319/2

ДОВІДКА

про впровадження результатів дослідження
Іщенка Олександра Віталійовича
 на тему «Методичні засади формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій», що подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології)

Результати наукового дослідження Іщенка О.В. були впроваджені у практику освітнього процесу підготовки майбутніх учителів технологій на Факультеті технологій та дизайну Українського державного університету імені Михайла Драгоманова упродовж 2023 –2025 років. Це здійснювалося шляхом апробації та подальшого впровадження навчальних програм вибіркових освітніх компонентів для бакалаврів спеціальності «Технологічна освіта» - «Штучний інтелект в освіті» та «Комп'ютерна інженерія».

Запровадження цих навчальних компонентів сприяло поглибленню фахових компетентностей здобувачів, удосконаленню їхніх знань із теорії та методики технологічної освіти, а також істотно підвищило їхню здатність формувати компетентності з комп'ютерної інженерії у навчальному процесі. Особливий акцент був зроблений на розробці інтегрованих підходів до навчання, у яких комп'ютерні технології розглядаються не лише як інструменти виконання завдань, а й як важлива складова професійної підготовки майбутніх педагогів.

Основну увагу зосереджено на формуванні у здобувачів умінь працювати з інженерними програмами, розуміти принципи функціонування комп'ютерних систем, освоювати програмування та застосування спеціалізованого програмного забезпечення.

Довідка про впровадження дисертаційного дослідження Іщенка О.В. на тему «Методичні засади формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій», була проведена та затверджена на засіданні кафедри технологічної освіти Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (протокол № 2 від 7 вересня 2023 р.).

Проректор з наукової роботи

Декан факультету
 технологій та дизайну



Григорій ТОРБІН

Тетяна ЧЕРНОВА



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ФРАНКА

вул. Івана Франка, 24, м. Дрогобич, Львівський обл., 82100; тел./факс: (03244) 3-04-74, тел.: (03244) 3-38-77
 e-mail: dsru@dsru.edu.ua, вебсайт: http://dsru.edu.ua, код згідно з Є.ДРПОУ 02125438

Від 14 10 2025 р. № 824 На № _____ від _____ 20__ р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дослідження

Ішенка Олександра Віталійовича

на тему «Методичні засади формування компетентностей з комп'ютерної інженерії у майбутніх вчителів технологій», що подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології)

Упродовж 2024-2025 років результати наукового дослідження Олександра Віталійовича Ішенка проходили апробацію та були впроваджені в освітній процес підготовки вчителів технологій у Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка. Впровадження здійснювалося шляхом апробації та інтеграції результатів досліджень, спрямованих на формування компетентностей у сфері комп'ютерної інженерії, зокрема через вибірковий освітній компонент «Штучний інтелект в освіті», призначений для студентів спеціальності 014 «Середня освіта (Трудове навчання та технології)». Ця навчальна дисципліна і методичні рекомендації щодо її викладання сприяли суттєвому вдосконаленню фахової підготовки майбутніх учителів трудового навчання і технологій, поглибленню їхніх знань з теорії та методики технологічної освіти, а також розвитку здатності формувати компетентності у галузі комп'ютерної інженерії.

Основним завданням впровадження було формування у студентів умінь працювати з інженерними програмами, а також глибокого розуміння основ комп'ютерних систем, принципів програмування та використання

спеціалізованих програмних засобів. Це забезпечувало підготовку майбутніх учителів технологій до ефективного застосування цифрових інструментів у професійній діяльності, розвиток аналітичного та критичного мислення, здатності до моделювання технологічних процесів і прийняття обґрунтованих рішень у складних умовах сучасного технологічного середовища.

Результати апробації дисципліни «Штучний інтелект в освіті» та комплексу її навчально-методичного забезпечення отримали позитивну оцінку, що дозволило розробити нові методичні підходи до підготовки майбутніх учителів цього предмету. Впровадження програми сприяло суттєвому підвищенню рівня комп'ютерної грамотності студентів, наданню їм сучасних інструментів для ефективного застосування новітніх технологій в освітньому процесі, а також формуванню навичок інтеграції цифрових рішень у педагогічну практику.

Довідка про апробацію та впровадження результатів дисертаційного дослідження Іщенко О.В. була обговорена і затверджена на засіданні кафедри технологічної та професійної освіти Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (протокол № 10 від 13 жовтня 2025 р.).

Проректор з наукової роботи,
доктор педагогічних наук, професор



Микола ПАНТЮК

Завідувач кафедри технологічної
та професійної освіти,
доктор педагогічних наук, професор

Леонід ОРШАНСЬКИЙ