

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ СФЕРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Майя Ковальчук

доктор педагогічних наук, професор кафедри вищої математики

Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, Україна, 21000, mayya.kovalchuk@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1895-1715

Ірина Клєопа

доктор філософії, старший викладач кафедри вищої математики

Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, Україна, 21000, raseka08@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8408-6515

Надія Дубова

старший викладач кафедри вищої математики

Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, Україна, 21000, dubova_n_b@vntu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-3039-6902

У статті розглянуто методологічні засади підготовки фахівців сфери інформаційних технологій у контексті цифрової трансформації вищої технічної освіти. Акцент зроблено на значенні математичної підготовки як фундаментальної основи формування професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців. Проаналізовано системний, синергетичний, акмеологічний, особистісно орієнтований, діяльнісний та компетентнісний підходи як методологічну базу навчання математики у вищих технічних навчальних закладах. Системний підхід забезпечує цілісність і взаємозв'язок компонентів освітнього процесу, синергетичний сприяє розвитку здатності студентів до самоорганізації та адаптації в умовах динамічних цифрових змін. Акмеологічний підхід орієнтований на досягнення професійної зрілості й максимальне розкриття інтелектуального потенціалу майбутніх фахівців. Особистісно орієнтований підхід передбачає врахування індивідуальних освітніх потреб, здібностей і мотивації здобувачів освіти, тоді як діяльнісний підхід акцентує увагу на активному залученні студентів до розв'язування практико-орієнтованих математичних задач, пов'язаних із майбутньою професійною діяльністю. Компетентнісний підхід розглядається як інтегративна методологічна основа, що поєднує знання, уміння, навички та досвід їх застосування у процесі професійної діяльності в умовах цифрової трансформації освіти. Обґрунтовано доцільність комплексного використання зазначених підходів для підвищення якості математичної підготовки та формування ключових і професійних компетентностей майбутніх фахівців сфери інформаційних технологій. Отримані результати можуть бути використані при модернізації освітніх програм, розробленні навчально-методичного забезпечення та впровадженні цифрових освітніх технологій у процес навчання математики.

Ключові слова: фахівці сфери інформаційних технологій, вища математика, професійна освіта, компетентнісний підхід, системний підхід, синергетичний підхід, акмеологічний підхід, особистісно-орієнтований підхід, діяльнісний підхід, цифрова трансформація.

Актуальність роботи. Стрімка цифровізація суспільства, інтенсивний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та зростання ролі інтелектуальних систем висувають нові вимоги до професійної підготовки фахівців сфери інформаційних технологій у контексті цифрової трансформації. Сучасний ринок праці

дедалі більше потребує висококваліфікованих ІТ-спеціалістів, здатних не лише володіти комплексом теоретичних знань і практичних навичок, а й демонструвати гнучкість мислення, компетентність у міждисциплінарних завданнях, здатність до саморозвитку та адаптації у динамічному цифровому середовищі. За цих умов постає необ-

хідність переосмислення традиційних підходів до організації освітнього процесу і вироблення цілісних методологічних основ підготовки майбутніх ІТ-фахівців.

Темпи розвитку ІТ-технологій створюють ситуацію, коли освітні програми, методи та форми підготовки фахівців часто не встигають за вимогами галузі. Спостерігається розрив між компетенціями, які формуються у здобувачів освіти, та компетенціями, яких потребує сучасний цифровий ринок праці. Існує суперечність між необхідністю підготовки інноваційно орієнтованих, мобільних, технічно грамотних спеціалістів — і використанням переважно традиційних, малоефективних навчальних підходів. Ця суперечність актуалізує проблему наукового обґрунтування методологічних засад підготовки фахівців сфери інформаційних технологій, які б забезпечували їхню професійну мобільність, здатність до інноваційної діяльності, самостійного навчання та ефективної роботи в умовах швидкоплинного цифрового середовища.

Мета статті – проаналізувати деякі аспекти методологічних засад підготовки фахівців сфери інформаційних технологій при навчанні математики у закладах вищої технічної освіти.

Матеріали і результати дослідження. Сучасний рівень наукових напрацювань засвідчує, що проблематика методології ІТ-освіти активно досліджується українськими науковцями в низці взаємопов'язаних напрямів, зокрема: обґрунтування теоретико-методологічних основ цифрової трансформації освіти; розроблення методології адаптивної ІТ-освіти; моделювання процесів формування професійних компетентностей; упровадження інноваційних підходів в ІТ-освітню практику; формування стратегічних засад ІТ-підготовки.

Наприклад, у монографії «Цифрова трансформація освіти: теоретико-методичні засади» розглядається широкий фундамент цифрової трансформації освіти, який включає аналіз педагогічних теорій, адаптацію ІКТ до навчального процесу, створення цифрових освітніх середовищ і розвиток ключових компетентностей ХХІ століття. Авторський колектив підкреслює міждисциплінарність підходу, що поєднує педагогіку, психологію та управління у цифровому середовищі [1].

Ярослава Сікора досліджувала методологічні підходи до проектування адаптивної системи професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців в умовах цифровізації. У роботі розгляда-

ються філософські, загальнонаукові принципи та підходи, що формують основу підготовки ІТ-спеціалістів з урахуванням швидких змін цифрового середовища [2].

У своїй публікації Володимир Кашалаба [3] аналізував моделі формування професійних компетентностей ІТ-фахівців у умовах цифрової трансформації, зокрема ефективні підходи до побудови освітніх моделей, що забезпечують гнучкість, адаптивність, проектну орієнтацію та розвиток надпрофесійних навичок. Він виділяє комбінований підхід, який включає технічну підготовку, надпрофесійні навички (soft skills), адаптивність та інтеграцію змішаного навчання з проектними методами. Такий підхід показав ефективність у розвитку гнучких компетентностей у студентів в умовах цифрової еволюції.

Інноваційні підходи до підготовки бакалаврів з інформаційних систем і технологій в умовах цифрової трансформації, описуючи педагогічні та освітні аспекти модернізації ІТ-освіти досліджували П. Гріщенко, С. Кізім, С. Петришин [4]. Автори підкреслюють, що застосування таких технологій – гейміфікація, хмарні сервіси, проектно – орієнтоване навчання – сприяє підвищенню мотивації та наближенню освітнього процесу до реальних умов професійної діяльності.

У дослідженнях О. Кудінова [5] розглядаються стратегічні підходи до розвитку інформаційних систем у підготовці менеджерів ІТ-сфери в умовах цифрової трансформації, зокрема акцент на цифрових компетентностях, медіаграмотності та управлінських навичках.

Ю. Тулашвілі [6] досліджує використання інноваційних форм і методів навчання у підготовці фахівців в умовах цифрової трансформації. Він окреслює, що цифрова трансформація вимагає переосмислення змісту та структури освіти, використання цифрових технологій і змішаних методів навчання для адаптації випускників до реалій сучасної економіки.

Гафіяк і Мірошніченко [7] аналізують роль автоматизації освітніх процесів у підготовці фахівців сфери інформаційних технологій (ІТ). Вони відзначають, що сучасна освіта неможлива без автоматизованих систем, програмного забезпечення для оцінювання знань та інтеграції інформаційно комунікаційних технологій у навчальний процес, що сприяє підвищенню якості підготовки фахівців.

У літературі [1-7] також відзначено, що цифрова трансформація освіти розглядається не тільки як технічне впровадження новітніх інстру-

ментів, а як система змін у змісті навчання, структурі освітніх програм та підходах до навчання, що вимагає комплексного науково-методологічного осмислення.

Указуючи на проблеми, науковці пропонують різні шляхи їх розв'язання, пов'язані як зі змістом освіти, так і з організацією навчання.

Досліджено, що дисципліни математичного циклу виступають теоретичною основою для вивчення загальних і спеціальних дисциплін у підготовці фахівців ІТ сфери у контексті цифрової трансформації та сприяють формуванню психологічного підґрунтя для опанування майбутньою професією, тобто забезпечують формування у студентів компонент професійної компетентності. Встановлено, що серед галузевих компетентностей у фаховій підготовці важливе значення має математична компетентність, формування якої здійснюється в три етапи: формуються базові математичні знання, вміння, навички та психологічна готовність застосовувати математичні методи при вивченні інших дисциплін; інтегруються знання різних навчальних дисциплін, формуються технологічні уміння щодо математичного моделювання в техніці, математичні методи дослідження, поглиблюються професійні орієнтації, набувається досвід застосування математичного моделювання в професійній діяльності, розуміння необхідності й здатність застосовувати математичні методи в майбутній роботі; синтезуються уміння та знання з метою їх подальшого застосування для розв'язування типових професійних завдань.

Методологічний концепт підготовки фахівців сфери ІТ у контексті цифрової трансформації ґрунтується на використанні підходів загальнонаукової та конкретно – наукової методології.

Перегляд цілей, структури та змісту підготовки фахівців сфери інформаційних технологій навчання математики, впровадження нових форм, методів і засобів навчання вимагає корегування методичної системи навчання дисциплін математичного циклу. Це зумовлює попередній аналіз, порівняння й відбір основних методологічних підходів, які складають теоретичну основу реалізації навчально-пізнавального процесу.

З огляду на те що система підготовки фахівців сфери інформаційних технологій є складно структурованим і багаторівневим об'єктом, у межах розв'язання окресленої наукової проблеми загальнонауковому компоненту методологічного підґрунтя доцільно вибудовувати на основі наскрізного застосування *системного підходу* як одного з провідних напрямів спеці-

ального наукового пізнання [8-12]. Зазначений підхід ґрунтується на розгляді об'єктів як цілісних систем і спрямовує дослідника на виявлення їх цілісності, встановлення характеру та типів взаємозв'язків між структурними компонентами й інтеграцію цих елементів у єдине ціле. Універсальність системного підходу в цьому контексті відображає пріоритети та складність актуалізованої проблематики. *Системний підхід* належить до базових класичних методологічних засад сучасного наукового пізнання.

Одним із сучасних інструментів реалізації системного підходу у підготовці ІТ-фахівців є функціональна карта спеціаліста (табл. 1).

Функціональна карта ІТ-спеціаліста виконує роль своєрідної матричної моделі, що забезпечує узгодження освітнього процесу з реальними вимогами професійної діяльності. Вона слугує засобом інтеграції теоретичних і практичних компонент навчання, формує зв'язок між освітньою програмою, навчальними модулями та конкретними професійними завданнями. Використання функціональної карти створює умови для впровадження проєктно орієнтованих, адаптивних і змішаних моделей навчання, спрямованих на формування фахових компетентностей, що є визначальними для ефективної професійної діяльності в умовах цифрової трансформації.

Функціональна карта визначає структуру професійних компетентностей, взаємозв'язок між знаннями, навичками та здатностями, необхідними для виконання професійних функцій у конкретній сфері. За допомогою функціональної карти можна формалізувати очікуваний рівень компетентності випускника, визначити ключові функції та результати його діяльності, а також організувати навчальний процес відповідно до вимог цифрового ринку праці.

Використання системного підходу як базового методологічного підґрунтя потребує доповнення таким методологічним орієнтиром, як *синергетичний підхід* – комплекс взаємопов'язаних принципів функціонування різних систем, здатних до самоорганізації.

Дослідження [13-15] математичної підготовки у системі вищої технічної освіти фахівців сфери ІТ спеціальностей вказують на доцільність урахування положень синергетичного підходу. Це зумовлено кількома ключовими чинниками.

По-перше, система професійної підготовки фахівців сфери інформаційних технологій у закладах вищої технічної освіти може бути інтерпретована як складна, відкрита та нелінійна

Функціональна карта спеціаліста сфери інформаційних технологій

1. Загальна характеристика професії	
Професійна назва: Спеціаліст з інформаційних технологій (ІТ-спеціаліст)	
Сфера діяльності: Розробка, впровадження, супровід і захист інформаційних систем та програмних продуктів.	
Основна мета діяльності: Забезпечення ефективного функціонування інформаційних процесів, оптимізація використання цифрових ресурсів підприємства, підтримка надійності та безпеки даних.	
Функціональна сфера	Зміст функції
Аналітична	Збір, аналіз і структуризація вимог користувачів; дослідження ринку ІТ-рішень; оцінка ефективності інформаційних систем.
Проектна	Розробка архітектури програмного забезпечення, баз даних і мережевих систем; моделювання інформаційних процесів.
Технологічна(проектна)	Програмування, тестування, налагодження та впровадження програмних продуктів; інтеграція з іншими системами.
Адміністративна	Управління ІТ-проектами, координація роботи команди розробників, складання технічної документації.
Інформаційно-комунікаційна	Забезпечення взаємодії з користувачами, підтримка корпоративних систем зв'язку, участь у цифровій трансформації підприємства.
Безпекова	Організація кіберзахисту, контроль доступу до даних, моніторинг інформаційної безпеки.
Навчально-методична	Підвищення власної кваліфікації, навчання персоналу, участь у впровадженні інноваційних технологій.
2. Основні професійні компетентності	
Тип компетентності	Зміст
Загальні	Аналітичне мислення, здатність до командної роботи, комунікаційна культура, відповідальність, адаптивність до змін технологій.
Професійні	Знання мов програмування, принципів розробки баз даних, операційних систем, мережевих технологій, кібербезпеки.
Управлінські	Планування ІТ-проектів, оцінювання ризиків, прийняття технічних рішень, ведення технічної документації.
Інноваційні	Використання штучного інтелекту, хмарних обчислень, блокчейну, аналітики великих даних.
3. Типові завдання діяльності	
<ul style="list-style-type: none"> – Аналіз бізнес-процесів і створення технічних завдань. – Розроблення, впровадження та тестування програмних рішень. – Підтримка роботи інформаційних систем і користувачів. – Адміністрування мереж, серверів, баз даних. – Забезпечення інформаційної безпеки підприємства. – Моніторинг новітніх ІТ-технологій і впровадження інновацій. 	
4. Взаємозв'язки за функціями	
<ul style="list-style-type: none"> – Співпраця з аналітиками, менеджерами проєктів, системними адміністраторами, користувачами, замовниками. – Підпорядкування керівнику ІТ-відділу, технічному директору або СІО. 	
5. Необхідний рівень кваліфікації	
<ul style="list-style-type: none"> – Освіта: Вища освіта за напрямом «Комп'ютерні науки», «Інформаційні технології», «Системний аналіз». – Досвід: Не менше 1–2 років практичної роботи в ІТ або проходження стажування. – Сертифікації: бажані — Cisco, Microsoft, CompTIA, AWS, Google Cloud, ITIL тощо. 	
6. Критерії оцінювання ефективності	
<ul style="list-style-type: none"> – Якість технічних рішень і відсутність критичних помилок; – Рівень інформаційної безпеки; – Задоволеність користувачів; – Ефективність витрат на ІТ-інфраструктуру. 	

система, здатна до самоорганізації й саморозвитку. У термінах синергетики така система не перебуває у стані рівноваги, однак зберігає стійкість завдяки впорядкуванню множини потенційних станів у відносно стабільні структури. Вона характеризується наявністю значних внутрішніх ресурсів, що забезпечують її динамічний розвиток і адаптацію до змін освітнього середовища.

По-друге, **освітній простір у цілому** також функціонує як складна система синергетичного типу. Йому властива нелінійність, що проявляється у відсутності прямої та однозначної залежності між зовнішніми впливами й результатами освітньої діяльності.

По-третє, синергетичний підхід сприяє формуванню **нової моделі взаємодії людини з сис-**

темою освіти та з іншими суб'єктами освітнього процесу. У межах такої моделі особливого значення набувають особистісні якості, зокрема толерантність і здатність до компромісу, відповідальність за майбутні результати діяльності, креативність, спонтанність, а також підвищена чутливість до власного внутрішнього стану й навколишнього середовища.

Формування фахової компетентності студента має синергетичну природу та реалізується через поєднання процесів самоосвітньої діяльності, розвитку студенто орієнтованого освітнього середовища, посилення міждисциплінарних і трансдисциплінарних взаємозв'язків, а також провадження відповідних методів і форм навчання інтегративного характеру.

Реалізація синергетичного підходу здійснюється через втілення принципів гуманізації, диференціації, мотивації.

Акмеологічний підхід конкретизує ідеї гуманізації освіти та переорієнтації професійної підготовки зі знаннєвої парадигми на особистісно орієнтовану, компетентнісну модель, спрямовану на безперервний саморозвиток особистості відповідно до сучасних соціальних і професійних вимог. У межах цього підходу освіта орієнтує майбутнього фахівця на досягнення максимально можливих результатів у професійній діяльності.

Основою акмеологічного підходу є розвиток професійних здібностей з урахуванням багатовимірності підготовки фахівців. Як зазначається в дослідженнях [16-18] в освітньому процесі акмеологічний підхід зосереджується на діагностиці та цілеспрямованому розвитку знань і вмінь особистості, тоді як у професійному вимірі — на аналізі шляхів і результатів професійної діяльності через визначення рівня психологічної готовності до виконання професійних функцій і ступеня соціальної відповідальності за якість та наслідки їх реалізації.

У контексті професійно спрямованого навчання математики як інтегративної основи фахової підготовки студентів акмеологічний підхід виступає методологічним підґрунтям, що забезпечує рефлексію власної професійної діяльності та створює умови для індивідуального проектування процесів самовдосконалення і професійного саморозвитку.

Оскільки математична компетентність — це інтегральна особистісна характеристика, то її формування без особистісно – орієнтованого підходу не можливе.

Особистісно – орієнтований підхід у процесі формування математичної компетентності

майбутніх інженерів дозволяє: реалізовувати навчання з урахуванням індивідуальних математичних здібностей студентів, їх інтересів та мотивації до вивчення математичних дисциплін; визначати способи взаємодії викладач-студент для підвищення ефективності даного процесу; сприяти реалізації діяльнісного та рефлексивного компонентів в питаннях застосування математичних знань в майбутній професійній діяльності.

Акмеологічний та особистісно – орієнтований підходи забезпечують орієнтацію особистості на самовдосконалення математичної компетентності як інтегральної особистісної характеристики та перманентний саморозвиток задля досягнення найвищих результатів у своїй професійній діяльності з індивідуальним проектуванням освітніх траєкторій.

Діяльнісний підхід [19] розглядається у взаємозв'язку з особистісно орієнтованим та визначається як необхідний з огляду на діяльнісну природу досліджуваної проблеми – підготовки фахівців сфери ІТ у контексті цифрової трансформації. У межах даного підходу основна увага зосереджується на формуванні та збагаченні у здобувачів освіти досвіду виконання різних видів діяльності.

Специфіка застосування діяльнісного підходу полягає в можливості розгляду процесу засвоєння майбутніми фахівцями сфери інформаційних технологій теоретичних знань і практичних умінь у їх нерозривній єдності, а також у розкритті цілей, засобів і результатів педагогічної взаємодії між викладачами та студентами та їх взаємної зумовленості.

Застосування діяльнісного підходу уможливує аналіз процесу формування математичної компетентності майбутніх фахівців сфери інформаційних технологій (ІТ) не лише з позицій його структурної побудови, а й з урахуванням функціональних зв'язків та взаємодій. У процесі проектування системи формування математичної компетентності цей підхід сприяє чіткішому визначенню психолого-педагогічних умов і структури навчальної діяльності студентів з урахуванням їхнього особистісного потенціалу, вікових та індивідуальних особливостей; передбачає аналіз провідних видів діяльності (пізнавальної, дослідницької тощо) та виділення ключових навчальних дій, що забезпечують розвиток математичних компетентностей.

Таким чином, діяльнісний підхід забезпечує можливість аналізу діяльності викладачів і студентів з єдиних методологічних позицій, що дозволяє розкрити сутність їхньої взаємодії.

Дослідження Кашалаби [3] підкреслюють, що використання загальнонаукових підходів, таких як системний, діяльнісний та компетентнісний сприяють формуванню професійних навичок.

Інтегративний підхід окреслює стратегію організації та моделювання процесу підготовки фахівців інформаційних технологій при навчанні математики й виступає методологічною основою для поєднання та взаємопроникнення математичних і інформатичних знань, а також технологічних умінь. Реалізація цього підходу сприяє формуванню нових якостей майбутнього інженера, зокрема здатності переносити набуті системні знання та методи у різні галузі наукового пізнання й сфери професійної діяльності. У даному контексті інтеграція розглядається як процес узгодження, структурування та об'єднання різно-рідних компонентів змісту освіти, що забезпечує цілісне бачення проблем, їх системне осмислення та спрямовує педагогічну систему до вищого рівня цілісності. Це, своєю чергою, позитивно впливає на якість освітнього процесу та проявляється у формуванні необхідних професійних компетентностей.

У межах проведеного дослідження інтегративний підхід розглядається як об'єднаний чинник математики та інформаційних технологій, що забезпечує: формування предметно-інтегративної системи професійної спрямованості навчання математики; оновлення змісту професійної спрямованості математичної підготовки на основі єдності таких процесів, як інтеграція знань різних навчальних дисциплін та поєднання організаційно-педагогічних умов реалізації змісту, форм і методів інтеграції професійно значущих знань.

Кінцевий результат підготовки фахівців сфери ІТ у закладах вищої технічної освіти як цілісної системи зумовлюється трансформацією пріоритетів освітньої галузі загалом – від переважно когнітивно зорієнтованої моделі до особистісно орієнтованої та утвердження компетентісно орієнтованої парадигми. Остання на сьогодні набула статусу провідної міжнародної освітньої стратегії та базується на реалізації компетентісного підходу у професійній підготовці майбутніх фахівців.

Професійна підготовка фахівців у галузі інформаційних технологій базується на сукупності загальних, фахових і спеціалізованих компетентностей (табл. 2), які забезпечують здатність випускника результативно здійснювати професійну діяльність в умовах сучасної цифрової економіки. Аналіз структури цих компетентностей дає змогу окреслити логіку формування

професійної підготовки, визначити відповідність освітньої програми актуальним запитам ринку праці та виявити наскрізні компетентнісні зв'язки між навчальними дисциплінами.

Застосування компетентісного підходу дає змогу уточнити сутність і структуру математичної компетентності майбутніх фахівців сфери інформаційних технологій, окреслити цілі та завдання її формування, а також визначити зміст, методи, засоби й освітні технології організації навчального процесу з урахуванням функціонального призначення цієї компетентності.

У дослідженнях [20-23] компетентнісний підхід розглядається як провідний критерій добору змісту освіти та розроблення навчальних програм, орієнтованих на формування у студентів професійно значущих компетентностей. За умов його реалізації математична навчальна діяльність набуває дослідницького та практико-орієнтованого характеру, що забезпечує її наближення до реальних завдань майбутньої професійної діяльності.

Підвищення якості підготовки майбутнього фахівця зумовлюється створенням реальних умов для формування й закріплення необхідних знань, умінь і навичок, тоді як кінцевий результат залежить від усвідомлення студентами багатofункціональності професійної діяльності та інтеграції її компонент як на теоретичному рівні, так і в практичній площині. У цьому зв'язку важливою ознакою оновлення фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей є її технологізація.

Реалізація *технологічного підходу*, спрямованого на модернізацію вищої освіти, актуалізується наявними суперечностями в системі ІТ-освіти, зокрема між високими темпами технологічних змін і відносною інерційністю освітніх програм; між потребою розвитку практичних навичок і домінуванням теоретично орієнтованих методів навчання; між очікуваннями роботодавців та реальними результатами підготовки випускників.

Загалом технологічний підхід у педагогічній теорії та практиці розглядається як орієнтація освітнього процесу на досягнення прогнозованого та гарантованого результату визначеного рівня. Його впровадження сприяє поєднанню різноманітних методів навчання, забезпечує методичну варіативність і створює умови для реалізації особистісно орієнтованого освітнього процесу.

Гріщенко, Кізім та Петришин [4] показали ефективність використання проєктно – орієнто-

Компетентності фахівця сфери ІТ

Група Компетентностей	Компетентність МОН України	Зміст компетентностей	Роль/ Значення
Загальні компетентності	Комунікативна компетентність	Включає здатність ефективно формулювати технічні та нетехнічні повідомлення, працювати в команді, презентувати результати.	Роль: критична для роботи розробників, аналітиків, інженерів та менеджерів проєктів; використовується під час код-рев'ю, технічної документації, роботи у кросфункціональних командах.
	Навички критичного та системного мислення	Формують здатність аналізувати складні проблеми, знаходити логічні помилки, оптимізувати рішення.	Роль: основа вирішення ІТ-задач, побудови алгоритмів, моделювання архітектури систем.
	Управління часом і самоорганізація	Включає планування роботи, постановку пріоритетів, самостійне навчання.	Роль: дозволяє ефективно працювати в умовах Agile/Scrum, дотримуватись дедлайнів, адаптуватися до швидких змін технологій.
	Інноваційність та креативність	Передбачає здатність генерувати нові ідеї, шукати нестандартні рішення, створювати інноваційні продукти.	Роль: забезпечує конкурентоспроможність фахівця на ринку.
Фахові компетентності	Алгоритмічне мислення і знання структур даних	Здатність створювати алгоритми, аналізувати їхню складність, добирати структури даних.	Значення: фундаментальна компетентність програміста, основа для бекенду, оптимізації, AI/ML.
	Програмування	Охоплює знання мов (Python, Java, C++, JavaScript), парадигм програмування, патернів та практик (OOP, FP, SOLID, DRY).	Значення: базова компетентність розробників різних напрямів.
	Розробка та проєктування інформаційних систем	Включає аналіз вимог, моделювання UML, ER-діаграм, створення архітектури системи.	Значення: необхідно для аналітиків, дизайнерів систем, техлідів.
	Робота з базами даних	Знання SQL/NoSQL, принципів нормалізації, оптимізації запитів, адміністрування БД.	Значення: критично важливо для веб-, мобільних, enterprise-рішень.
	Web-технології та мережі	Охоплює протоколи мереж (TCP/IP, HTTP), структуру Web, кібербезпеку, клієнтсько-серверну взаємодію	Значення: необхідно для full-stack і backend-розробників.
	Операційні системи та адміністрування	Робота з Windows, Linux, принципи файлової системи, управління процесами.	Значення: важливо для DevOps, інженерів інфраструктури, розробників системного ПЗ.
	Математичний апарат (лінійна алгебра, статистика, дискретна математика)	База для алгоритмів, комп'ютерної графіки, машинного навчання	Значення: ключове для Data Science, ML/AI, моделювання.
Спеціалізовані компетентності (напрямні)	Штучний інтелект та машинне навчання	Знання моделей ML, нейронних мереж, методів класифікації, регресії, NLP, CV.	Значення: потрібне для роботи у Data Science та R&D лабораторіях.
	DevOps та Cloud-компетентності	Охоплює контейнеризацію (Docker), CI/CD, хмарні сервіси (AWS, Azure, GCP).	Значення: формує здатність працювати з масштабованими системами.
	Кібербезпека	Знання криптографії, аналізу вразливостей, тестування на проникнення.	Значення: важливо для розробників, системних інженерів, адміністраторів
	UX/UI та взаємодія людина-комп'ютер	Здатність створювати інтерфейси, доступні, зрозумілі та орієнтовані на користувача.	Значення: необхідно для front-end та продуктового дизайну.
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері комп'ютерних наук, що вимагає використання теорій, методів і технологій ІТ, а також комплексного застосування фахових, когнітивних та soft-навичок.		
Відповідність ринку праці та міжнародним стандартам	Відповідність ISCO, ACM/IEEE: – Software Developer – Data Analyst / Data Scientist – DevOps Engineer – Cybersecurity Engineer – System Analyst – Business Analyst – Cloud Engineer – QA Automation Engineer		

ваного навчання, змішаних форматів та хмарних сервісів у підготовці бакалаврів з інформаційних систем і технологій; інноваційні педагогічні підходи – включають гейміфікацію, симуляційне та VR/AR-навчання, адаптивні освітні платформи та інтеграцію ІКТ у всі аспекти освітнього процесу [1, 6]. Вони дозволяють створювати диференційоване, персоналізоване навчання, яке формує компетентності XXI століття та готує студентів до роботи в динамічному цифровому середовищі; міждисциплінарний підхід – методологічна база повинна поєднувати педагогіку, психологію, управління та ІТ-технології, забезпечуючи цілісне розуміння професійної підготовки і можливість інтеграції різних освітніх й наукових дисциплін [1, 5].

Системний і комплексний характер упровадження інноваційних освітніх технологій у всі компоненти освітнього процесу за умови наявності сучасного методичного забезпечення та розвиненої інфраструктури дозволяє здійснити його реструктуризацію (зокрема шляхом оптимізації аудиторного навантаження), запровадити нові концептуальні підходи до організації й контролю навчальної діяльності, розширити можливості для самостійного та поглибленого вивчення окремих змістових модулів, оновити систему оцінювання результатів навчання та впровадити комплексну діагностику рівня сформованості компетентностей здобувачів освіти відповідно до вимог євроінтеграційних освітніх процесів.

У сучасних умовах будь-яка галузь наукового знання розглядається як засіб накопичення, збереження й опрацювання інформації, а також як основа для розроблення методів і методологій моделювання. У зв'язку з цим у методології педагогічних досліджень особливого значення набуває інформаційний підхід.

Методологічною основою інформаційного підходу є принцип інформаційності, відповідно до якого інформація розглядається як універсальна та фундаментальна категорія; усі процеси і явища мають інформаційну природу; інформація виступає носієм смислу будь-яких процесів, а взаємозв'язки між елементами системи характеризуються інформаційним змістом.

Інформаційна діяльність є невіддільною компонентою інтелектуальної праці здобувачів освіти та охоплює процеси сприйняття, збереження, опрацювання й передавання інформації. Одним із важливих аспектів такої діяльності в межах даного дослідження є взаємодія студентів з інформаційним освітнім середовищем навчального призначення.

Інформаційний підхід перебуває у тісному взаємозв'язку зі структурним і діяльним підходами. Навчально-пізнавальна діяльність

в інформаційному середовищі з позицій інформаційно-діяльного підходу забезпечує можливість подання навчальної інформації різними способами (послідовним, паралельним, синергетичним), активізує різні канали сприйняття інформації у студентів та сприяє ефективному структуруванню навчального матеріалу.

Водночас інформаційний підхід не є універсальним засобом пізнання, а має спеціалізований характер, що зумовлює доцільність його поєднання з іншими педагогічними технологіями, зокрема, з модульним навчанням.

Так, зміст дисципліни «Вища математика» для інженерних спеціальностей структурується у логічно завершені модулі з метою підвищення ефективності управління процесом засвоєння знань. Для реалізації модульного навчання розробляються модульні навчальні програми та навчально-методичні матеріали, а система контролю й оцінювання результатів навчання проектується окремо для кожного модуля; поточний контроль доповнюється модульним підсумковим оцінюванням.

Практика впровадження модульного навчання у закладах вищої технічної освіти засвідчує його значний дидактичний потенціал. Передусім принципи модульного навчання відповідають вимогам цілеспрямованості та професійної спрямованості освітнього процесу.

Формування навчального курсу на засадах модульності створює умови для раціонального перерозподілу навчального часу, збільшення частки практичних занять і розширення можливостей для самостійної роботи студентів.

Таким чином, розробка методологічної бази підготовки ІТ-фахівців є ключовим елементом, що визначає ефективність навчання, здатність студентів адаптуватися до цифрових змін і формувати комплекс компетентностей, необхідних для сучасної економіки та суспільства.

Висновки. Сукупність розглянутих методологічних підходів дає змогу осмислити процес підготовки фахівців сфери інформаційних технологій за умов цифрової трансформації з різних наукових позицій, розкрити його цілісність, виявити механізми його забезпечення, визначити характер взаємозв'язків між елементами та побудувати узагальнену модель цього процесу.

Зазначені підходи у своїй єдності формують методологічне підґрунтя підготовки фахівців сфери інформаційних технологій за умов цифрової трансформації на конкретно – науковому рівні та визначають загальнодидактичні й специфічні принципи навчання, які відображають особливості фахової підготовки студентів у контексті даного дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цифрова трансформація освіти: теоретико-методичні засади : монографія / авт. кол. : Т. О. Басюк та ін. ; за заг. ред. В. П. Сергієнка ; за наук. ред. Н. П. Франчук. Київ : Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2024. 382 с.
2. Сікора Я. Б. Філософський та загальнонауковий рівні методології проектування адаптивної системи професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2023. Т. 11, № 5. С. 67-74. DOI: 10.31110/2616-650X-vol11i5-010.
3. Кашалаба В. А. Моделі формування професійних компетентностей фахівців ІТ-сфери в умовах цифрової трансформації. *Педагогічні науки : збірник наукових праць*. 2025. № 109. С. 54-59. DOI: 10.32999/ksu2413-1865/2025-109-7.
4. Гріщенко П. С., Кізім С. С., Петришин С. І., Томчук М. А. Інноваційні підходи до підготовки бакалаврів з інформаційних систем і технологій в умовах цифрової трансформації. *Педагогічна академія: наукові записки*. 2025. № 18. DOI: 10.5281/zenodo.15563293.
5. Кудінов О. М. Стратегічні підходи до розвитку інформаційних систем у підготовці менеджерів ІТ-сфери. *Наукові перспективи*. 2025. № 6(60). С. 501-514. DOI: 10.52058/2708-7530-2025-6(60)-501-514.
6. Тулашвілі Ю. Підготовка фахівців у закладах вищої освіти в реаліях цифрової трансформації. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training*. 2022. Вип. 60. С. 116–127. DOI: 10.31652/2412-1142-2021-60-116-127.
7. Гафіяк А., Мірошніченко В. Підготовка фахівців з інформаційно-комунікаційних технологій засобами автоматизації освітніх процесів. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: педагогічні науки*. 2020. Т. 18, № 3. DOI: 10.32453/pedzbirnyk.v18i3.71.
8. Коломієць А., Кашканова Г., Ковальчук М., Прозор О. Роль системного та синергетичного підходів у фундаменталізації математичної підготовки майбутніх технічних фахівців. *Педагогіка безпеки*. 2025. Т. 10, №1. С.41-48. DOI: 10.31649/2524-1079-2025-10-1-041-048.
9. Риндюк В. Навчання математики з використанням цифрових навчальних платформ: аналіз вітчизняного досвіду. *Дидактика математики: теорія, досвід, інновації*. 2024. № 1. С. 72–80. DOI: 10.31652/3041-2277-2024-1-72-80.
10. Son T. Intelligent tutoring systems in mathematics education: a systematic literature review using the substitution, augmentation, modification, redefinition model. *Computers*. 2024. Vol. 13, No. 10. Art. 270. DOI: 10.3390/computers13100270.
11. Cevikbas M., Kaiser G., Schukajlow S. Trends in mathematics education and insights from a meta-review and bibliometric analysis of review studies. *ZDM – Mathematics Education*. 2024. Vol. 56. P. 165-88. DOI: 10.1007/s11858-024-01587-7.
12. Гуда О. В., Генсіцька-Антонюк Н. О., Сухомлинова О. В. Вплив інтерактивних методів навчання на засвоєння математичних знань. *Системні технології*. 2025. № 1. DOI: 10.34185/1562-9945-1-156-2025-15.
13. Коломієць А., Кашканова Г., Ковальчук М., Прозор О. Роль системного та синергетичного підходів у фундаменталізації математичної підготовки майбутніх технічних фахівців. *Педагогіка безпеки*. 2025. 10(1):41-48. DOI: 10.31649/2524-1079-2025-10-1-041-048.
14. Yurchenko A., Riznyk V., Shamonina V., Semenikhina O. Mutual synergistic effects of visual approach and SMART education. *Educological Discourse*. 2025. DOI: 10.28925/2312-5829/2025.2.1.
15. Риндюк В. Навчання математики з використанням цифрових навчальних платформ: аналіз вітчизняного досвіду. *Дидактика математики: теорія, досвід, інновації*. – 2024. №1:72–80. DOI:10.31652/3041-2277-2024-1-72-80
16. Ernazarova G. Methodology of applying the acmeological approach in higher education. *Journal of Pedagogical Inventions and Practices*. 2025. Vol. 49. P. 33–37.
17. Khaytmetov R. K. The mechanisms of organizing education in higher education institutions using the acmeological method. *Pedagogical Cluster – Journal of Pedagogical Developments*. 2024. Vol. 2, No. 12. P. 65–68.
18. Kunnazarova B. B. Developing the competence of future teachers in applying innovative pedagogical technologies through an acmeological approach. *Journal of Multidisciplinary Academic and Practice Studies*. 2025. Vol. 3, No. 3. <https://doi.org/10.35912/jomaps.v3i3.3450>
19. Вітюк А., Федченко Ю., Коновенко Н. Сучасні підходи до вивчення вищої математики у закладах вищої освіти. *Економічний простір*. 2025. DOI: 10.30838/EP.201.281-287.
20. Романчук Н. О. Теоретико-методологічні засади формування математичних компетентностей майбутніх інженерів у вищих технічних закладах освіти. *Академічні студії. Серія «Педагогіка»*. 2022. DOI: 10.52726/as.pedagogy/2022.2.4.
21. Вакало Р. Ю. Компетентнісний підхід у підготовці фахівців. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2025. DOI: 10.31652/2412-1142-2025-76-84-93.
22. Holubnycha L., Shchokina T., Soroka N., Besarab T. Development of competency-based approach to education. *Educational Challenges*. 2022. DOI: 10.34142/2709-7986.2022.27.2.04.
23. Крамаренко Т. Г. Формування STEM-компетентностей здобувачів освіти у навчанні математики. *Фізико-математична освіта*. 2025. Т. 40, № 1. С. 34-41. URL: https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/8477/1/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE_%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8_2023_%D0%94%D1%80%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR TRAINING INFORMATION TECHNOLOGY SPECIALISTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

Maiia Kovalchuk

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor at the Department of Higher Mathematics
Vinnytsia National Technical University, Khmelnytske Highway, 95, Vinnytsia, Ukraine, 21000,
maya.kovalchuk@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1895-1715

Iryna Klieopa

Doctor of Philosophy, Senior Lecturer at the Department of Higher Mathematics
Vinnytsia National Technical University, Khmelnytske Highway, 95, Vinnytsia, Ukraine, 21000,
paceka08@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8408-6515

Nadiia Dubova

Senior Lecturer at the Department of Higher Mathematics
Vinnytsia National Technical University, Khmelnytske Highway, 95, Vinnytsia, Ukraine, 21000,
dubova_n_b@vntu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-3039-6902

Purpose. The purpose of the article is to substantiate the methodological foundations for training information technology specialists in the context of digital transformation, focusing on the role of mathematics education in higher technical institutions.

Methodology. The study is based on the analysis and synthesis of scientific sources, comparative analysis, and generalization of pedagogical experience. Systemic, synergistic, acmeological, learner-centered, activity-based, and competence-based approaches are used as the methodological framework for organizing mathematics education in higher technical institutions.

Findings. It is determined that the systemic approach ensures the integrity and interconnection of the components of the educational process, while the synergistic approach promotes students' self-organization and adaptability to dynamic digital changes. The acmeological approach contributes to achieving professional maturity and maximizing the intellectual potential of future IT specialists. The learner-centered approach enables consideration of individual educational needs, abilities, and motivation of students. The activity-based approach emphasizes active student engagement in solving practice-oriented mathematical problems relevant to professional tasks. The competence-based approach integrates knowledge, skills, abilities, and experience required for professional activity in the digital environment.

Originality. The originality of the study lies in the comprehensive integration of modern methodological approaches to mathematics education as a foundation for training IT specialists under conditions of digital transformation.

Practical value. The results can be used in updating educational programs, developing teaching and methodological support, and implementing digital educational technologies in mathematics teaching in higher technical institutions.

Conclusions. The study confirms that the combined application of systemic, synergistic, acmeological, learner-centered, activity-based, and competence-based approaches enhances the quality of mathematics education and supports the formation of key and professional competencies of future information technology specialists in the context of digital transformation.

Key words: information technology specialists, higher mathematics, professional education, competence-based approach, systemic approach, synergistic approach, acmeological approach, learner-centered approach, activity-based approach, digital transformation.

REFERENCES

1. Tsydrova transformatsiia osvity: teoretyko-metodychni zasady : monohrafiia [Digital Transformation of Education: Theoretical and Methodological Foundations] / avt. kol. : T. O. Basiuk ta in. ; za zah. red. V. P. Serhiienko ; za nauk. red. N. P. Franchuk. Kyiv : Vyd-vo UDU imeni Mykhaila Drahomanova, 2024. 382 s. [In Ukrainian]
2. Sikora, Ya. B. (2023). Filosofs'kyi ta zahal'no-naukovyi rivni metodolohii proektuvannia adaptivnoi systemy profesiinoididhotovky maibutnikh fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnolohii [Philosophical and General Scientific Levels of Methodology for Designing an Adaptive System of Professional Training of Future Information Technology Specialists]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*. T. 11, № 5. S. 67-74. DOI: 10.31110/2616-650X-vol11i5-010. [In Ukrainian]
3. Kashalaba, V. A. (2025). Modeli formuvannia profesiinykh kompetentnosti fakhivtsiv IT-sfery v umovakh tsyfrovoyi transformatsii [Models of Professional Competence Formation of IT Specialists in the Context of Digital Transformation]. *Pedahohichni nauky : zbirnyk naukovykh prats*. № 109. S. 54-59. DOI: 10.32999/ksu2413-1865/2025-109-7. [In Ukrainian]
4. Hryshchenko, P. S., Kizim, S. S., Petryshyn, S. I., Tomchuk, M. A. (2025). Innovatsiini pidkhody do pidhotovky bakalavriv z informatsiinykh system i tekhnolohii v umovakh tsyfrovoyi transformatsii [Innovative Approaches to Training Bachelors in Information Systems and Technologies in the Context of Digital Transformation]. *Pedahohichna akademiia: naukovy zapysky*. № 18. DOI: 10.5281/zenodo.15563293. [In Ukrainian]

5. Kudinov, O. M. (2025). Stratehichni pidkhody do rozvytku informatsiinykh system u pidhotovtsi menedzheriv IT-sfery [Strategic Approaches to the Development of Information Systems in the Training of IT Managers]. *Naukovi perspektyvy*. № 6(60). S. 501-514. DOI: 10.52058/2708-7530-2025-6(60)-501-514. [In Ukrainian]
6. Tulashvili, Yu. (2022). Pidhotovka fakhivtsiv u zakladakh vyshchoi osvity v realiiakh tsyfrovoyi transformatsii [Training Specialists in Higher Education Institutions in the Realities of Digital Transformation]. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training*. Vyp. 60. S. 116-127. DOI: 10.31652/412-1142-2021-60-116-127. [In Ukrainian]
7. Hafiak, A., Miroschnichenko, V. (2020). Pidhotovka fakhivtsiv z informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii zasobamy avtomatyzatsii osvitenikh protsesiv [Training Specialists in Information and Communication Technologies through the Automation of Educational Processes]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsional'noi akademii Derzhavnoi pryboronnoi sluzhby Ukrainy. Seriya: pedahohichni nauky*. T. 18, № 3. DOI: 10.32453/pedzbimyk.v18i3.71. [In Ukrainian]
8. Kolomiets, A., Kashkanova, H., Kovalchuk, M., Prozor, O. (2025). Rol systemnoho ta synergitychnoho pidkhodiv u fundamentalizatsii matematychnoyi pidhotovky maibutnikh tekhnichnykh fakhivtsiv [The Role of Systemic and Synergetic Approaches in the Fundamentalization of Mathematical Training of Future Technical Specialists]. *Pedahohika bezpeky*. T. 10, № 1. S. 41-48. DOI: 10.31649/2524-1079-2025-10-1-041-048. [In Ukrainian]
9. Ryndiuk, V. (2024). Navchannia matematyky z vykorystanniam tsyfrovyykh navchalnykh platform: analiz vitchyznianogo dosvidu [Teaching Mathematics Using Digital Learning Platforms: An Analysis of Domestic Experience]. *Dydaktyka matematyky: teoriia, dosvid, innovatsii*. № 1. S. 72-80. DOI: 10.31652/3041-2277-2024-1-72-80. [In Ukrainian]
10. Son, T. (2024). Intelligent tutoring systems in mathematics education: a systematic literature review using the substitution, augmentation, modification, redefinition model. *Computers*. Vol. 13, No. 10. Art. 270. DOI: 10.3390/computers13100270.
11. Cevikbas, M., Kaiser, G., Schukajlow, S. (2024). Trends in mathematics education and insights from a meta-review and bibliometric analysis of review studies. *ZDM – Mathematics Education*. Vol. 56. P. 165-188. DOI: 10.1007/s11858-024-01587-7.
12. Huda, O. V., Hensitska-Antoniuk, N. O., Sukhomlynova, O. V. (2025). Vplyv interaktyvnykh metodiv navchannia na zasvoiennia matematychnykh znan' [The Impact of Interactive Teaching Methods on the Acquisition of Mathematical Knowledge]. *Systemni tekhnolohii*. № 1. DOI: 10.34185/1562-9945-1-156-2025-15. [In Ukrainian]
13. Kolomiets, A., Kashkanova, H., Kovalchuk, M., Prozor, O. (2025). The role of systemic and synergetic approaches in the fundamentalization of mathematical training of future technical specialists [The Role of Systemic and Synergetic Approaches in the Fundamentalization of Mathematical Training of Future Technical Specialists]. *Pedahohika bezpeky*. Vol. 10, no. 1. P. 41-48. DOI: 10.31649/2524-1079-2025-10-1-041-048. [In Ukrainian]
14. Yurchenko, A., Riznyk, V., Shamonina, V., Semenikhina, O. (2025). Mutual synergistic effects of visual approach and SMART education. *Educological Discourse*. DOI: 10.28925/2312-5829/2025.2.1.
15. Ryndiuk, V. (2024). Teaching mathematics using digital learning platforms: analysis of domestic experience [Teaching Mathematics Using Digital Learning Platforms: An Analysis of Domestic Experience]. *Dydaktyka matematyky: teoriia, dosvid, innovatsii*. No. 1. P. 72-80. DOI: 10.31652/3041-2277-2024-1-72-80. [In Ukrainian]
16. Ernazarova, G. (2025). Methodology of applying the acmeological approach in higher education. *Journal of Pedagogical Inventions and Practices*. Vol. 49. P. 33-37.
17. Khaytmetov, R. K. (2024). The mechanisms of organizing education in higher education institutions using the acmeological method. *Pedagogical Cluster – Journal of Pedagogical Developments*. Vol. 2, No. 12. P. 65-68.
18. Kunnazarova, B. B. (2025). Developing the competence of future teachers in applying innovative pedagogical technologies through an acmeological approach. *Journal of Multidisciplinary Academic and Practice Studies*. Vol. 3, No. 3. <https://doi.org/10.35912/jomaps.v3i3.3450>
19. Vitiuk, A., Fedchenko, Yu., Konovenko, N. (2025). Suchasni pidkhody do vyvchennia vyshchoi matematyky u zakladakh vyshchoi osvity [Modern Approaches to Teaching Higher Mathematics in Higher Education Institutions]. *Ekonomichnyi prostrir*. DOI: 10.30838/EP.201.281-287. [In Ukrainian]
20. Romanchuk, N. O. (2022). Teoretyko-metodolohichni zasady formuvannia matematychnykh kompetentnosti maibutnikh inzheneriv u vyshchykh tekhnichnykh zakladakh osvity [Theoretical and Methodological Foundations for the Formation of Mathematical Competencies of Future Engineers in Higher Technical Education Institutions]. *Akademichni studii. Seriya "Pedahohika"*. DOI: 10.52726/as.pedagogy/2022.2.4. [In Ukrainian]
21. Vakalo, R. Yu. (2025). Competence-based approach in specialist training [The Competence-Based Approach in Specialist Training]. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*. DOI: 10.31652/2412-1142-2025-76-84-93. [In Ukrainian]
22. Holubnycha, L., Shchokina, T., Soroka, N., Besarab, T. (2022). Development of competency-based approach to education. *Educational Challenges*. DOI: 10.34142/2709-7986.2022.27.2.04.
23. Kramarenko, T. H. (2025). Formuvannia STEM-kompetentnosti здобувачів освіти у навчанні математики [Formation of STEM Competencies of Learners in Mathematics Education]. *Fizyko-matematychna osvita*. T. 40, № 1. S. 34-41. URL: https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/8477/1/%D0%A%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE_%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8_2023_%D0%94%D1%80%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf [In Ukrainian]

Дата першого надходження статті до видання: 08.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 05.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.05.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)