



”

Котенко Н. Теоретико-методологічне обґрунтування інтеграції компетентностей сталого розвитку в модель професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2026. Том 14, № 6. С. 81-91. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol14i6-010>.

Kotenko N. Teoretyko-metodolohichne obgruntuvannya intehtratsii kompetentnostei staloho rozvytku v model profesiinoi kompetentnosti maibutnikh IT-fakhivtsiv [Theoretical and methodological substantiation of the integration of sustainability competences into the model of professional competence of future IT specialists]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2026. Vol. 14, No 6. S. 81-91. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol14i6-010>.

УДК 378.147:004:005.336.2:502.131.1  
DOI: 10.31110/2616-650X-vol14i6-010

**Наталія КОТЕНКО**

Державного торговельно-економічного університету, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-2675-6514>

kotenkono@knute.edu.ua

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНТЕГРАЦІЇ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В МОДЕЛЬ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ

**Анотація.** У статті теоретично обґрунтовано модель професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців в умовах сталого розвитку. Актуальність дослідження зумовлена суперечністю між високим рівнем деталізації технічних і цифрових компетентностей у сучасних міжнародних рамках та недостатньою інтегрованістю екологічного, соціального, етичного й рефлексивного вимірів професійної підготовки. Показано, що наявні ІТ-рамки переважно орієнтовані на технологічні й операційні аспекти діяльності, тоді як рамки компетентностей у сфері сталого розвитку мають загальний характер і не враховують специфіки ІТ-професії. Метою статті є теоретико-методологічне обґрунтування інтеграції компетентностей сталого розвитку в модель професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців як цілісну системну конструкцію, що поєднує технічні, цифрові й операційні вимоги ІТ-діяльності з екологічним, соціальним, етичним, аксіологічним і рефлексивним вимірами професійної підготовки. Методологічну основу дослідження становлять системний, компетентнісний, аксіологічний і трансдисциплінарний підходи; використано методи теоретичного аналізу, порівняння, узагальнення, систематизації та педагогічного моделювання. У результаті обґрунтовано трирівневу архітектуру моделі, що охоплює контекстуальний блок, компонентну структуру та динамічний блок. Визначено шість взаємопов'язаних компонентів професійної компетентності: технологічний, когнітивний, аксіологічний, діяльнісний, комунікативно-соціальний і рефлексивно-розвивальний. Доведено, що сталий розвиток у цій моделі не є зовнішнім тематичним доповненням до ІТ-підготовки, а виступає контекстом, який змінює зміст і логіку всіх компонентів компетентності. Наукова новизна полягає у фаховій специфікації та педагогічному синтезі компетентностей сталого розвитку з технічними, цифровими й операційними вимогами ІТ-діяльності в межах єдиної моделі професійної компетентності майбутнього ІТ-фахівця. Визначено, що модель має теоретико-методологічний характер і потребує адаптації до профілю конкретної освітньої програми, спеціальності, рівня підготовки та професійного контексту. Практичне значення результатів полягає в можливості використання моделі як теоретичного підґрунтя для проектування освітніх програм, конкретизації результатів навчання, розроблення критеріїв і показників сформованості професійної компетентності та подальших емпіричних досліджень її формування в майбутніх ІТ-фахівців.

**Ключові слова:** професійна компетентність; ІТ-освіта; сталий розвиток; модель професійної компетентності; педагогічне моделювання.

**Nataliia KOTENKO**

State University of Trade and Economics, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-2675-6514>

kotenkono@knute.edu.ua

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL SUBSTANTIATION OF THE INTEGRATION OF SUSTAINABILITY COMPETENCES INTO THE MODEL OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE IT SPECIALISTS

**Abstract.** The article provides a theoretical substantiation of the model of professional competence of future IT specialists in the context of sustainable development. The relevance of the study is determined by the contradiction between the high level of detail in contemporary international frameworks regarding technical and digital competences and the insufficient integration of the environmental, social, ethical, and reflective dimensions of professional training. It is shown that existing IT frameworks are primarily focused on the technological and operational aspects of professional activity, whereas sustainability competence frameworks are general in nature and do not account for the specific features of the IT profession. The purpose of the article is to provide a theoretical and methodological substantiation of the integration of sustainability competences into the model of professional competence of future IT specialists as a holistic systemic construct that combines the technical, digital, and operational requirements of IT activity with the environmental, social, ethical, axiological, and reflective dimensions of professional training. The methodological basis of the study is formed by systemic, competence-based, axiological, and transdisciplinary approaches; the methods used include theoretical analysis, comparison, generalization, systematization, and pedagogical modeling. As a result, a three-level model architecture is substantiated, comprising a contextual block, a component structure, and a dynamic block. Six interrelated components of professional competence are identified: technological, cognitive, axiological, activity-based, communicative-social, and reflective-developmental. It is proven that sustainable development in this model is not an external thematic addition to IT training, but rather a context that changes the content and logic of all components of competence. The scientific novelty lies in the professional specification and pedagogical synthesis of sustainability competences with the technical, digital, and operational requirements of IT activity within a unified model of professional competence of a future IT specialist. It is determined that the model is theoretical and methodological in nature and requires adaptation to the specific profile of an educational program, specialty, training level, and professional

context. The practical significance of the results lies in the possibility of using the model as a theoretical basis for designing educational programs, specifying learning outcomes, developing criteria and indicators for the formation of professional competence, and conducting further empirical research on its development in future IT specialists.

**Keywords:** professional competence; IT education; sustainable development; model of professional competence; pedagogical modeling.

**Постановка проблеми.** Теоретичний аналіз сучасних підходів до опису професійної компетентності ІТ-фахівця засвідчує наявність структурної прогалини: попри оновлення міжнародних рамок компетентностей та активний розвиток освітніх стратегій, технічна складова підготовки і ціннісно-відповідальний вимір професійної діяльності здебільшого розглядаються окремо. Унаслідок цього професійна компетентність ІТ-фахівця часто описується поза тим контекстом, у якому вона насправді функціонує. Технічна досконалість трактується як самодостатня характеристика, тоді як питання про суспільне призначення технологічних рішень, їх екологічні, соціальні та економічні наслідки залишається недостатньо інтегрованим у педагогічне проектування.

Конкретно ця недостатня інтегрованість виявляється в тому, що наявні моделі підготовки ІТ-фахівців переважно фіксують технічні знання, цифрові навички, операційні функції та професійні ролі, але не задають чітких механізмів включення екологічної оцінки цифрових рішень, етичного аналізу їх наслідків, соціальної відповідальності, взаємодії зі стейкхолдерами та рефлексії щодо довгострокового впливу технологій. Унаслідок цього в професійній підготовці майбутніх ІТ-фахівців ці аспекти часто залишаються фрагментарними. Вони розглядаються як окремі теми або загальні ціннісні орієнтири, а не як обов'язкові складники професійної компетентності, що мають проявлятися під час проектування, розроблення, впровадження й оцінювання цифрових рішень. І проблема дослідження полягає в необхідності теоретико-методологічного обґрунтування інтеграції компетентностей сталого розвитку в модель професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців як цілісну системну конструкцію, що не лише відображає технічні, цифрові й операційні вимоги ІТ-діяльності, а й конкретизує екологічний, соціальний, етичний, аксіологічний і рефлексивний виміри підготовки з урахуванням специфіки проектування, розроблення, впровадження й оцінювання цифрових рішень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасних наукових підходах компетентність розглядається як складне інтегративне утворення, що не зводиться до сукупності знань, умінь або окремих поведінкових характеристик. Ф. Вайнерт визначає компетентність через поєднання когнітивних здатностей і вмінь, необхідних для розв'язання конкретних проблем, а також мотиваційних, вольових і соціальних готовностей, які забезпечують можливість застосування цих здатностей у різних ситуаціях [25]. Д. Райхен і Л. Салганік у межах проекту DeSeCo акцентують на здатності особистості відповідати на складні вимоги певного контексту через мобілізацію психосоціальних ресурсів, серед яких знання, навички, ставлення і цінності розглядаються як взаємопов'язані складові [14]. Такий підхід є важливим для дослідження професійної компетентності ІТ-фахівця, оскільки дає змогу розглядати її не як статичний набір характеристик, а як здатність діяти в конкретному професійному контексті.

Проблема професійної компетентності також розкрита в працях М. Малдера, який обґрунтовує продуктивність інтегративного підходу, що поєднує поведінковий, когнітивний і холистичний виміри [10]. А. Стооф, Р. Мартенс, Й. Меррієнбоер і Т. Бастіанс, запропонувавши «граничний підхід» до визначення компетентності, наголошують, що її зміст доцільно визначати відповідно до конкретної практичної мети [19]. У контексті цього дослідження зазначене положення є принциповим, оскільки модель професійної компетентності майбутнього ІТ-фахівця розглядається не як абстрактний опис бажаних якостей, а як теоретичний інструмент для подальшого проектування системи професійної підготовки.

Окрему групу становлять міжнародні рамки цифрових та ІТ-компетентностей. Р. Вуорікарі, С. Клузер та І. Пуні у DigComp 2.2 описують цифрову компетентність у п'яти сферах, пов'язаних з інформаційною грамотністю, комунікацією, створенням цифрового контенту, безпекою та розв'язанням проблем [24]. Стандарт ACM/IEEE Computing Curricula 2020 деталізує вимоги до технічної підготовки фахівців у галузі комп'ютерних наук [1]. Європейська рамка е-компетентностей e-CF 4.0 конкретизує професійні ІКТ-компетентності, необхідні для діяльності фахівців у різних секторах цифрової економіки [6]. Водночас ці рамки переважно зосереджені на цифровому, технічному та операційному вимірах професійної діяльності, тоді як екологічний, аксіологічний і рефлексивний аспекти не набувають у них системного розкриття.

Інший напрям досліджень пов'язаний з обґрунтуванням компетентностей сталого розвитку. А. Вік, Л. Вітікомб і К. Л. Редман обґрунтували рамку п'яти ключових компетентностей сталого розвитку, що охоплює системне мислення, передбачення, нормативну, стратегічну та міжособистісну компетентності [26]. К. Брундієрс, М. Барт та ін. уточнили й розширили цю структуру за підсумками Дельфі-дослідження, додавши реалізаційну компетентність, інтраособистісну компетентність і критичне мислення [4]. Подальший розвиток зазначеного підходу представлений в дослідженні

А. Редман і А. Віка, у якому компетентності сталого розвитку розглядаються через здатність особистості сприяти реальним суспільним трансформаціям у напрямі сталості [12]. Важливим для цього дослідження є також підхід М. Рікманна, який розглядає освіту для сталого розвитку як трансформаційне й компетентнісно орієнтоване навчання, спрямоване на формування ключових компетентностей, необхідних для відповідальної участі особистості у сталих суспільних змінах [13]. Зазначені підходи є важливими для осмислення системного, ціннісного й трансформаційного вимірів професійної підготовки, однак мають загальний характер і не адаптовані безпосередньо до специфіки ІТ-діяльності.

У працях, присвячених компетентностям XXI століття та цифровим навичкам, також простежується відхід від вузькоінструментального розуміння професійної підготовки. Й. Воогт і Н. Роблін, порівнюючи міжнародні рамки компетентностей XXI століття, виокремлюють такі наскрізні категорії, як співпраця, комунікація, ІКТ-грамотність, соціальні й культурні компетентності [23]. Е. ван Лаар, А. ван Дерсен, Я. ван Дейк і Й. де Гаан доводять, що розвиток цифрових компетентностей працівників залежить від сукупності чинників, пов'язаних з особистістю, соціальним оточенням та освітнім контекстом [22]. Однак ці дослідження не формують спеціалізованої моделі професійної компетентності ІТ-фахівця саме в умовах сталого розвитку.

Питання інтеграції сталого розвитку в ІТ-освіту розглянуто у дослідженні Й. Свахи та ін., у якому проаналізовано навчальні програми ІТ-спеціальностей і встановлено, що аспекти сталості здебільшого включаються до них фрагментарно, часто у вигляді окремих курсів, а не як наскрізний принцип проектування підготовки [20]. Це підтверджує наявність розриву між значущістю проблематики сталого розвитку для ІТ-сфери та рівнем її системної інтеграції в освітні програми. У цьому контексті доречно також враховувати дослідження Л. Шевчук і Н. Котенко, у якому розкрито міжнародні регуляторні орієнтири сталого розвитку в підготовці майбутніх ІТ-фахівців [27]. Це джерело посилює обґрунтування глобального й нормативного контексту, у межах якого має здійснюватися оновлення професійної підготовки.

Аналіз досліджень і публікацій засвідчує наявність двох відносно самостійних наукових напрямів. Перший пов'язаний з описом цифрових та ІТ-компетентностей, другий – з обґрунтуванням компетентностей сталого розвитку. Водночас ці напрями недостатньо поєднані в єдину модель, адаптовану до специфіки професійної діяльності ІТ-фахівця. Саме це зумовлює потребу в теоретико-методологічному обґрунтуванні моделі професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців в умовах сталого розвитку.

**Метою дослідження** є теоретико-методологічне обґрунтування моделі професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців в умовах сталого розвитку як цілісної системної конструкції, що інтегрує вимоги ІТ-компетентностей і компетентностей сталого розвитку з урахуванням специфіки професійної діяльності в ІТ-сфері.

**Методи дослідження.** Для досягнення мети статті використано комплекс теоретичних методів дослідження. Метод теоретичного аналізу застосовано для з'ясування наукових підходів до трактування поняття професійної компетентності та визначення її інтегративної природи. Метод порівняння використано для зіставлення міжнародних рамок цифрових та ІТ-компетентностей із рамками компетентностей сталого розвитку, що дало змогу виявити недостатню інтегрованість технічного, ціннісного, екологічного, соціального й рефлексивного вимірів у наявних підходах.

Методи систематизації та узагальнення дали змогу впорядкувати наукові положення щодо структури професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців в умовах сталого розвитку. Метод моделювання використано для теоретичного обґрунтування авторської моделі професійної компетентності як цілісної системної конструкції, що поєднує контекстуальний, компонентний і динамічний блоки. Застосування системного підходу забезпечило розгляд професійної компетентності не як сукупності окремих характеристик, а як взаємопов'язаної структури, компоненти якої функціонують у контексті сучасних вимог до ІТ-діяльності та сталого розвитку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Метод моделювання посідає важливе місце в педагогічних дослідженнях, оскільки дає змогу теоретично осмислити складні освітні явища, які не можуть бути безпосередньо описані простим переліком ознак. Його значення полягає в тому, що модель уможливорює відображення внутрішньої структури досліджуваного явища, зв'язків між його елементами та логіки його розвитку. У цьому сенсі педагогічна модель не є механічним спрощенням реальності, а виступає її цілеспрямованою теоретичною ідеалізацією, у межах якої виокремлюються суттєві характеристики об'єкта дослідження.

Застосування методу моделювання є особливо доцільним у дослідженні професійної компетентності, оскільки вона має інтегративну природу. Компетентність не може бути зведена лише до знань, практичних навичок або ціннісних орієнтацій окремо. Вона виявляється в їхній взаємодії в конкретних ситуаціях професійної діяльності. Саме тому модель професійної компетентності має не

просто фіксувати сукупність бажаних характеристик майбутнього фахівця, а зберігати логіку взаємозв'язків між її компонентами.

У контексті підготовки майбутніх ІТ-фахівців ця обставина набуває особливого значення. Професійна компетентність ІТ-фахівця в умовах сталого розвитку не може бути описана лише через технологічну готовність або здатність виконувати фахові завдання. Вона потребує врахування ширшого контексту, у якому технологічні рішення мають соціальні, екологічні, економічні й етичні наслідки. Відповідно, моделювання дає змогу представити професійну компетентність як цілісне утворення, у якому технічні, когнітивні, аксіологічні, діяльнісні, комунікативно-соціальні та рефлексивно-розвивальні складники перебувають у взаємозв'язку.

Теоретичну основу такого підходу становлять сучасні трактування компетентності як багатовимірного феномену. Ф. Вайнерт наголошує, що компетентність охоплює когнітивні здатності й уміння, необхідні для розв'язання проблем, а також мотиваційні, вольові та соціальні готовності, які забезпечують можливість застосування цих здатностей у різних ситуаціях [25]. Д. Райхен і Л. Салганік розглядає компетентність як здатність відповідати на складні вимоги певного контексту шляхом мобілізації знань, навичок, ставлень і цінностей [14]. Контекст виступає не зовнішньою умовою, а важливим чинником прояву компетентності.

Для цього дослідження важливим є також положення М. Малдера щодо продуктивності інтегративного підходу до розуміння професійної компетентності, який поєднує поведінковий, когнітивний і холістичний виміри [10]. А. Стооф, Р. Мартенс, Й. ван Меррієнбоер і Т. Бастіанс підкреслюють, що визначення компетентності має бути пов'язане з конкретною практичною метою [19]. У контексті дослідження професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців це положення дає підстави розглядати модель як інструмент упорядкування її змісту, компонентів і взаємозв'язків, а не лише як опис бажаного профілю випускника.

Як засвідчив аналіз попередніх досліджень, наукове осмислення професійної компетентності ІТ-фахівців і компетентностей у сфері сталого розвитку розвивалося переважно у двох відносно самостійних напрямках. Міжнародні рамки цифрових та ІТ-компетентностей деталізують технічні, операційні й професійно-функціональні аспекти діяльності фахівця у сфері інформаційних технологій [1; 6; 24]. Натомість рамки компетентностей сталого розвитку розкривають системне мислення, передбачення, нормативну, стратегічну, міжособистісну, реалізаційну та інтраособистісну компетентності, а також критичне мислення [4; 12; 26].

Виявлена прогалина полягає в тому, що перша група рамок недостатньо відображає екологічний, аксіологічний і рефлексивний виміри професійної діяльності ІТ-фахівця, тоді як друга група не конкретизує, як компетентності сталого розвитку мають проявлятися у процесі проєктування, розроблення, впровадження й оцінювання цифрових рішень. Наявні рамки не суперечать одна одній, однак не утворюють цілісної теоретичної основи для опису професійної компетентності ІТ-фахівця в умовах сталого розвитку.

Саме ця невідповідність зумовлює необхідність звернення до методологічних підходів, які дають змогу розглядати професійну компетентність не як перелік окремих характеристик, а як цілісну, багатовимірну й контекстно зумовлену структуру.

**Методологічні засади авторської моделі професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців в умовах сталого розвитку ґрунтуються на поєднанні системного, компетентнісного, аксіологічного та трансдисциплінарного підходів.** Кожен із них розкриває окремий аспект досліджуваного феномену: системний підхід дає змогу розглядати професійну компетентність як цілісну структуру; компетентнісний – визначає її через здатність до дії; аксіологічний – обґрунтовує включення ціннісного виміру; трансдисциплінарний – відображає складність контексту сталого розвитку, у межах якого функціонує професійна діяльність ІТ-фахівця. Така методологічна основа відповідає логіці моделі, у якій технічний і ціннісно-відповідальний виміри не розглядаються ізольовано, а інтегруються в єдину структуру професійної компетентності.

**Системний підхід** визначає загальну логіку побудови моделі. Він дає підстави трактувати професійну компетентність не як суму окремих знань, умінь і навичок, а як систему взаємопов'язаних компонентів, що набувають цілісного значення лише у взаємодії. У цьому контексті важливим є положення П. Сенге про системне мислення як здатність розпізнавати структури, що зумовлюють складну поведінку систем [16]. Дж. Стерман акцентує на труднощах оцінювання поведінки складних систем, зокрема через недооцінювання часових затримок між дією та її наслідками [18]. У цьому ж методологічному полі доцільно враховувати підхід Д. Медоуз, яка розглядає системне мислення як спосіб аналізу взаємозв'язків, зворотних зв'язків, часових затримок і точок впливу в складних системах, що дає змогу не лише описувати проблему, а й визначати можливості цілеспрямованого втручання в її розвиток [9]. Для ІТ-фахівця це має принципове значення, оскільки технологічні рішення можуть масштабуватися на значну кількість користувачів і породжувати наслідки не лише в технічній, а й у соціальній та екологічній площинах. Тому системний підхід у моделі виконує не лише описову, а й

структуруювальну функцію: він пояснює, чому професійна компетентність має розглядатися як цілісна система, а не як перелік окремих характеристик.

**Компетентнісний підхід** конкретизує предмет дослідження через здатність майбутнього фахівця застосовувати знання, уміння, ставлення й цінності у професійній діяльності. У цьому підході акцент переноситься з питання про те, який зміст має бути переданий здобувачу освіти, на питання про те, до яких дій він має бути готовий у реальних або професійно наближених ситуаціях. М. Малдер і Дж. Вінтертон підкреслюють відмінність між підходами, що зводять компетентність до поведінкових індикаторів, і підходами, які розглядають її як цілісну здатність особистості, що охоплює знання, ставлення та цінності [11]. Для побудови моделі професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців продуктивним є саме інтегративне розуміння компетентності, оскільки воно дає змогу врахувати не лише технічну готовність, а й здатність діяти в умовах невизначеності, множинності професійних рішень і відповідальності за їхні наслідки.

**Аксіологічний підхід** обґрунтовує включення ціннісного виміру до структури професійної компетентності. Для традиційної ІТ-освіти питання цінностей нерідко залишалося периферійним, оскільки основний акцент робився на технологічній підготовці. Проте в умовах сталого розвитку професійна діяльність ІТ-фахівця не може бути нейтральною щодо соціальних, екологічних та етичних наслідків цифрових рішень. Г. Себріан і М. Жуньєнт вказують на зв'язок між усвідомленням цінностей сталого розвитку та якістю рішень у ситуаціях, що потребують урахування соціальних і екологічних аспектів [5]. А. Коррес, М. Рікманн, А. Еспаса та І. Руїс-Мальєн, узагальнюючи рамки компетентностей у сфері освіти для сталого розвитку, акцентує увагу на значущості трансформаційних компетентностей, пов'язаних із переосмисленням власних цінностей [7]. У цьому ж контексті ЮНЕСКО визначає когнітивні, соціо-емоційні та поведінкові результати навчання як взаємопов'язані складники освіти для сталого розвитку [21]. Отже, аксіологічний підхід дає підстави розглядати цінності не як зовнішнє доповнення до технічної підготовки, а як необхідний компонент професійної компетентності.

**Трансдисциплінарний підхід** відображає специфіку сталого розвитку як складного контексту професійної діяльності. Виклики сталого розвитку не можуть бути повністю описані в межах однієї дисципліни або лише технічної логіки, оскільки вони поєднують технологічні, соціальні, економічні, екологічні та етичні аспекти. Дж. Бернстайн розмежовує мультидисциплінарність, міждисциплінарність і трансдисциплінарність, визначаючи останню як вихід за межі окремих дисциплін задля розв'язання реальних суспільних проблем [3]. Р. Шольц і Г. Штайнер підкреслюють, що трансдисциплінарний процес передбачає інтеграцію наукового знання з різних галузей і врахування практичного знання суспільних акторів [15]. Для ІТ-фахівця це означає необхідність не лише володіти фаховими технологічними знаннями, а й розуміти позиції різних стейкхолдерів, працювати з комплексними проблемами та оцінювати наслідки цифрових рішень поза межами суто технічної ефективності.

Методологічну основу авторської моделі становить поєднання підходів, які взаємно доповнюють один одного. Системний підхід забезпечує цілісність моделі, компетентнісний – її орієнтацію на здатність до професійної дії, аксіологічний – включення ціннісно-відповідального виміру, трансдисциплінарний – урахування складності контексту сталого розвитку. У сукупності ці підходи створюють підґрунтя для подальшого визначення концептуальних положень, архітектури та компонентної структури моделі професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців.

Побудова моделі професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців в умовах сталого розвитку ґрунтується на кількох концептуальних положеннях, які визначають її змістову логіку та відрізняють її від лінійного переліку професійних знань, умінь і навичок.

*Перше положення* полягає в тому, що професійна компетентність ІТ-фахівця в умовах сталого розвитку є багатовимірною інтегративною якістю особистості. Вона не може бути описана лише через технологічну підготовленість або здатність виконувати професійні завдання. Так само її не можна звести лише до ціннісних орієнтацій чи соціальної відповідальності. Компетентність формується через взаємодію технічного, когнітивного, аксіологічного, діяльнісного, комунікативно-соціального та рефлексивно-розвивального вимірів. Саме тому модель має відображати не ізольовані характеристики майбутнього фахівця, а їх системний взаємозв'язок.

Таке розуміння узгоджується з дослідженнями Й. Воогта і Н. Роблін, які, аналізуючи міжнародні рамки компетентностей ХХІ століття, виокремлюють комунікацію, співпрацю, ІКТ-грамотність, соціальні та культурні компетентності як важливі складники сучасної підготовки [23]. Е. ван Лаар, А. ван Дерсен, Я. ван Дейк і Й. де Гаан також підкреслюють, що розвиток цифрових компетентностей залежить не від одного чинника, а від поєднання особистісних, соціальних та освітніх детермінант [22]. Це дає підстави розглядати професійну компетентність ІТ-фахівця як багатовимірне утворення, у якому технічна складова є необхідною, але не вичерпною.

*Друге положення* полягає в тому, що сталий розвиток виступає не окремим тематичним додатком до професійної підготовки, а контекстом, який змінює вимоги до змісту професійної

компетентності IT-фахівця. Така позиція узгоджується з підходом П. Ворвіка, С. Стерлінга, М. Рікманна та Г. Глассера, які підкреслюють, що операціоналізація компетентностей сталого розвитку не може зводитися лише до масштабування окремих успішних практик, а потребує системних інституційних і педагогічних змін, завдяки яким ці компетентності стають частиною стійкого способу мислення й дії [17]. У такому розумінні принципи сталого розвитку не можуть бути обмежені окремим навчальним модулем або факультативним курсом. Вони мають впливати на спосіб осмислення професійних завдань, критерії оцінювання технологічних рішень, характер взаємодії зі стейкхолдерами та здатність майбутнього фахівця враховувати довгострокові наслідки власної діяльності.

Це положення корелює з рамкою компетентностей сталого розвитку А. Віка, Л. Вітікомб і К. Л. Редмана, у якій системне мислення, передбачення, нормативна, стратегічна та міжособистісна компетентності розглядаються як ключові для діяльності в умовах сталого розвитку [26]. К. Брундієрс, М. Барт та ін. уточнюють цю рамку, розширюючи її за рахунок реалізаційної, інтраособистісної компетентності та критичного мислення [4]. У дослідженні А. Редман і А. Віка зазначені компетентності осмислюються через здатність особистості сприяти реальним трансформаціям у напрямі сталості [12]. Для підготовки IT-фахівців це означає, що компетентності сталого розвитку мають бути конкретизовані відповідно до логіки IT-діяльності.

Третє положення полягає в тому, що професійна компетентність майбутнього IT-фахівця має розглядатися як динамічна характеристика, що формується поступово. Вона не є бінарним станом, який можна описати за принципом «сформована / не сформована». Її розвиток передбачає наявність якісно відмінних рівнів, що відображають ступінь інтеграції знань, умінь, цінностей, досвіду професійної дії та здатності до рефлексії.

У цьому контексті важливими є результати дослідження М. Барта, Й. Годеманна, М. Рікманна та У. Штольтенберга, які обґрунтовують, що компетентності сталого розвитку формуються нерівномірно і потребують поєднання різних освітніх контекстів, зокрема теоретичного навчання, практичного досвіду, формальних і неформальних навчальних ситуацій [2]. Р. Лозано, М. Меррілл, К. Саммалісто, К. Сьолеманс і Ф. Лозано також наголошують на необхідності узгодження педагогічних підходів із компетентностями, що формуються в освітньому процесі [8]. Отже, рівні сформованості є необхідним елементом моделі, оскільки вони дають змогу описати не лише очікуваний результат, а й логіку поступового розвитку професійної компетентності.

Таким чином, концептуальні положення моделі визначають її як багатовимірну, контекстно зумовлену та динамічну конструкцію. Багатовимірність дає змогу врахувати різні складники професійної компетентності IT-фахівця; контекст сталого розвитку змінює змістові вимоги до цих складників; динамічність забезпечує можливість опису рівнів і поступового розвитку компетентності в процесі професійної підготовки.

**Архітектура та компоненти моделі.** Авторська модель професійної компетентності майбутнього IT-фахівця в умовах сталого розвитку має трирівневу архітектуру, що охоплює контекстуальний, компонентний і динамічний блоки. Така побудова дає змогу розглядати професійну компетентність не як лінійний перелік знань, умінь і навичок, а як цілісну систему, що формується під впливом зовнішнього середовища, має внутрішню компонентну структуру та розвивається у процесі професійної підготовки. Узагальнену характеристику компонентів авторської моделі, їх змісту, операціональних індикаторів і зв'язку з рамками сталого розвитку та IT-компетентностей подано в таблиці 1.

Таблиця 1.

Структура авторської моделі професійної компетентності IT-фахівця в умовах сталого розвитку

| Компонент            | Зміст компонента                                                                                                                                                                                                | Ключові операціональні індикатори                                                                                                    | Зв'язок із рамками сталого розвитку                                                                                                         | Зв'язок із IT-рамками                    |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Технологічний</b> | Фундаментальні знання з програмування, архітектури, алгоритмів; практичні навички розробки, тестування, супроводу; знання сучасних технологічних стеків; оцінка енергоефективності та екологічного сліду рішень | Розробка функціонального програмного забезпечення; оцінка ресурсопоживання алгоритмів; застосування принципів зеленого програмування | Компетентності сталого розвитку в технологічному вимірі; вимоги до екологічної ефективності програмних рішень (Swacha <i>et al.</i> , 2021) | DigComp 2.2; ACM/IEEE CC2020; e-CF 4.0   |
| <b>Когнітивний</b>   | Системне мислення; критичний аналіз; передбачення наслідків рішень; робота з погано структурованими                                                                                                             | Моделювання поведінки складних систем; передбачення непрямих наслідків                                                               | Системне і передбачувальне мислення; критичне мислення                                                                                      | ACM/IEEE CC2020 (computational thinking) |

| Компонент                       | Зміст компонента                                                                                                                                                                                                   | Ключові операціональні індикатори                                                                                                                                              | Зв'язок із рамками сталого розвитку                           | Зв'язок із IT-рамками                           |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                 | задачами; розпізнавання системних патернів і зворотних зв'язків                                                                                                                                                    | технологічних рішень; аналіз конфліктів між підсистемами                                                                                                                       |                                                               |                                                 |
| <b>Аксіологічний</b>            | Усвідомлення екологічної відповідальності; розуміння соціальної справедливості в технологічному контексті; здатність до етичного аналізу; нормативне мислення; інтеграція цінностей у проектну практику            | Ідентифікація етичних суперечностей у технічних рішеннях; пояснення ціннісних пріоритетів різним стейкхолдерам; прийняття рішень з урахуванням довгострокових наслідків        | Нормативна компетентність; соціо-емоційні результати навчання | DigComp 2.2 (безпека, відповідальність)         |
| <b>Діяльнісний</b>              | Проектування і реалізація рішень для реальних проблем сталого розвитку; управління проектами в умовах невизначеності; оцінка результатів за множинними критеріями; взаємодія з реальними замовниками і спільнотами | Реалізація проекту від задуму до впровадження; вибір між конкуруючими рішеннями на основі аналізу соціального та екологічного впливу; управління відносинами зі стейкхолдерами | Реалізаційна компетентність; агентність трансформації         | ACM/IEEE CC2020 (software engineering practice) |
| <b>Комунікативно-соціальний</b> | Міжпрофесійна комунікація; колаборація в мультикультурних командах; фасилітація участі стейкхолдерів; розуміння соціальних динамік проекту; міжкультурна компетентність                                            | Пояснення технічних рішень нетехнічній аудиторії; конструктивне вирішення конфліктів інтересів; ефективна робота в розподіленій команді                                        | Міжособистісна компетентність; колаборативна компетентність   | DigComp 2.2 (комунікація); 21st Century Skills  |
| <b>Рефлексивно-розвивальний</b> | Метакогнітивні навички; готовність переглядати рішення у світлі нових даних; мотивація до безперервного розвитку; здатність навчатися з помилок; трансформативне навчання                                          | Аналіз власного процесу мислення і рішень; регулярна рефлексія щодо цінностей і практик; адаптація стратегій у відповідь на зворотний зв'язок                                  | Трансформативне навчання; інтра-особистісна компетентність    | ACM/IEEE CC2020 (lifelong learning)             |

*Контекстуальний блок* відображає умови, у межах яких формується професійна компетентність майбутнього IT-фахівця. Він охоплює глобальне, професійне та освітнє середовища. Глобальне середовище пов'язане з Цілями сталого розвитку та міжнародними рамками компетентностей; професійне – з актуальними вимогами IT-галузі до фахівців, здатних проектувати відповідальні цифрові рішення; освітнє – з університетським контекстом, у якому відбувається формування відповідних знань, умінь, цінностей і способів професійної дії.

*Компонентний блок* становить змістове ядро моделі та охоплює шість взаємопов'язаних компонентів професійної компетентності: технологічний, когнітивний, аксіологічний, діяльнісний, комунікативно-соціальний і рефлексивно-розвивальний. Їх виокремлення зумовлене необхідністю відобразити різні виміри професійної компетентності IT-фахівця, які не можуть бути зведені один до одного.

Подана в таблиці структура демонструє, що модель поєднує технічний зміст IT-діяльності з компетентностями у сфері сталого розвитку. Технологічний компонент забезпечує фахову основу діяльності; когнітивний – здатність до системного й критичного аналізу; аксіологічний – ціннісну орієнтацію професійних рішень; діяльнісний – перехід від знання до практичної реалізації;

комунікативно-соціальний – взаємодію з різними учасниками професійного середовища; рефлексивно-розвивальний – здатність до самооцінювання, самокорекції та безперервного професійного розвитку.

Відмінність запропонованої моделі від наявних рамок цифрових компетентностей, професійних IT-компетентностей і компетентностей сталого розвитку полягає не у створенні ще одного переліку компетентностей, а у їх фаховій специфікації та педагогічному синтезі. Рамки цифрових та IT-компетентностей переважно конкретизують технічні, цифрові й операційні вимоги до професійної діяльності, тоді як рамки компетентностей сталого розвитку описують загальні здатності особистості до системного мислення, передбачення наслідків, нормативного й стратегічного вибору, міжособистісної взаємодії та трансформаційної дії. Авторська модель поєднує ці два напрями в єдину структуру професійної компетентності майбутнього IT-фахівця, у якій компетентності сталого розвитку не існують як окремий тематичний блок, а конкретизуються в межах технологічного, когнітивного, аксіологічного, діяльнісного, комунікативно-соціального та рефлексивно-розвивального компонентів. У цьому полягає її специфіка: сталий розвиток розглядається не як додаткова тема IT-підготовки, а як контекст, що змінює зміст, критерії оцінювання й логіку застосування професійної компетентності в процесі проєктування, розроблення, впровадження та оцінювання цифрових рішень.

Динамічний блок моделі відображає рівні сформованості професійної компетентності та механізми її розвитку. Його включення зумовлене тим, що компетентність не є бінарною характеристикою, яку можна описати лише як сформовану або несформовану. Вона розвивається поступово, через ускладнення зв'язків між компонентами, розширення контекстів застосування знань і перехід від виконання навчальних завдань до відповідальної професійної дії.

Водночас запропонована модель має теоретико-методологічний характер і не передбачає однакового безпосереднього застосування до всіх IT-спеціальностей без подальшої адаптації. Її інваріантною основою є трирівнева архітектура, що охоплює контекстуальний, компонентний і динамічний блоки, а також шість взаємопов'язаних компонентів професійної компетентності. Варіативними елементами моделі можуть бути зміст операціональних індикаторів, приклади професійних завдань, очікувані результати навчання, критерії оцінювання та методичні засоби формування компетентності. Їх доцільно конкретизувати відповідно до профілю освітньої програми, спеціальності, рівня підготовки, вимог роботодавців і професійного контексту майбутньої діяльності IT-фахівця.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** У статті теоретично обґрунтовано доцільність розроблення моделі професійної компетентності майбутніх IT-фахівців в умовах сталого розвитку. Встановлено, що наявні підходи до опису IT-компетентностей і компетентностей сталого розвитку здебільшого формувалися як відносно самостійні напрями. Рамки цифрових та IT-компетентностей деталізують технічні, операційні й професійно-функціональні аспекти діяльності фахівця, тоді як рамки компетентностей сталого розвитку акцентують увагу на системному мисленні, передбаченні, нормативній, стратегічній, міжособистісній, реалізаційній та інтраособистісній компетентностях, а також критичному мисленні. Водночас ці підходи недостатньо інтегровані в єдину модель, адаптовану до специфіки професійної діяльності в IT-сфері.

Обґрунтовано, що професійна компетентність майбутнього IT-фахівця в умовах сталого розвитку має розглядатися як багатовимірна інтегративна якість особистості, що не зводиться лише до технологічної підготовленості. Її зміст охоплює взаємопов'язані технологічний, когнітивний, аксіологічний, діяльнісний, комунікативно-соціальний і рефлексивно-розвивальний компоненти. Такий підхід дає змогу розглядати майбутнього IT-фахівця не лише як виконавця технічних завдань, а як суб'єкта професійної діяльності, здатного враховувати соціальні, екологічні, економічні та етичні наслідки цифрових рішень.

Визначено, що методологічну основу авторської моделі становить поєднання системного, компетентнісного, аксіологічного та трансдисциплінарного підходів. Системний підхід забезпечує розуміння професійної компетентності як цілісної структури; компетентнісний орієнтує на здатність до професійної дії; аксіологічний обґрунтовує включення ціннісного виміру; трансдисциплінарний дає змогу врахувати складність контексту сталого розвитку та необхідність виходу за межі суто технічної логіки підготовки.

Запропонована модель має трирівневу архітектуру, що охоплює контекстуальний, компонентний і динамічний блоки. Контекстуальний блок відображає глобальне, професійне й освітнє середовища формування компетентності; компонентний блок конкретизує її змістову структуру; динамічний блок дає змогу розглядати професійну компетентність як характеристику, що формується поступово й має різні рівні сформованості. Така архітектура забезпечує цілісне представлення професійної компетентності майбутнього IT-фахівця в умовах сталого розвитку.

Новий науковий результат дослідження полягає в теоретико-методологічному обґрунтуванні інтеграції компетентностей сталого розвитку в модель професійної компетентності майбутніх ІТ-фахівців. На відміну від наявних рамок цифрових, професійних ІТ-компетентностей і компетентностей сталого розвитку, запропонована модель не подає їх як окремі або паралельні блоки, а здійснює їх фахову специфікацію та педагогічний синтез. У межах моделі компетентності сталого розвитку конкретизуються через технологічний, когнітивний, аксіологічний, діяльнісний, комунікативно-соціальний і рефлексивно-розвивальний компоненти професійної компетентності ІТ-фахівця.

Межі застосування моделі визначаються її теоретико-методологічним характером. Вона може бути використана як інваріантна основа для проєктування професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців, однак не передбачає однакового безпосереднього застосування до всіх ІТ-спеціальностей без адаптації. Варіативними мають залишатися операціональні індикатори, професійні завдання, очікувані результати навчання, критерії оцінювання та методичні засоби залежно від профілю освітньої програми, спеціальності, рівня підготовки і професійного контексту.

Для подальших емпіричних досліджень можуть бути використані такі положення моделі: шість компонентів професійної компетентності, операціональні індикатори кожного компонента, динамічний підхід до рівнів сформованості та положення про сталий розвиток як контекст, що змінює зміст і логіку професійної підготовки ІТ-фахівців. Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні критеріїв, показників і діагностичного інструментарію для оцінювання сформованості технологічного, когнітивного, аксіологічного, діялісного, комунікативно-соціального та рефлексивно-розвивального компонентів, а також в емпіричній перевірці моделі в межах конкретних освітніх програм ІТ-спеціальностей.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Джерела фінансування.** Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

**Доступність даних.** Це дослідження не передбачало використання окремих наборів даних.

**Використання засобів штучного інтелекту (ШІ).** Під час підготовки цієї роботи автори використовували інструменти штучного інтелекту для усунення граматичних та орфографічних помилок на етапі оформлення статті. Автори критично перевірили та відредагували отримані рекомендації та зауваження і несуть повну відповідальність за зміст статті.

#### Список використаних джерел

1. A CC2020 Task Force. Computing Curricula 2020: Paradigms for Global Computing Education. New York : Association for Computing Machinery ; IEEE Computer Society, 2020. 205 p. <https://doi.org/10.1145/3467967>.
2. Barth M., Godemann J., Rieckmann M., Stoltenberg U. Developing key competencies for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 2007. Vol. 8, № 4. P. 416–430. <https://doi.org/10.1108/14676370710823582>.
3. Bernstein J. H. Transdisciplinarity: A review of its origins, development, and current issues. *Journal of Research Practice*. 2015. Vol. 11, № 1. Article R1. URL: [https://www.researchgate.net/publication/282285072\\_Transdisciplinarity\\_A\\_Review\\_of\\_Its\\_Origins\\_Development\\_and\\_Current\\_Issues](https://www.researchgate.net/publication/282285072_Transdisciplinarity_A_Review_of_Its_Origins_Development_and_Current_Issues).
4. Brundiers K., Barth M., Cebrián G., Cohen M., Diaz L., Doucette-Remington S., Dripps W., Habron G., Harré N., Jarchow M., Losch K., Michel J., Mochizuki Y., Rieckmann M., Parnell R., Walker P., Zint M. Key competencies in sustainability in higher education: toward an agreed-upon reference framework. *Sustainability Science*. 2021. Vol. 16, № 1. P. 13–29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>.
5. Cebrián G., Junyent M. Competencies in education for sustainable development: Exploring the student teachers' views. *Sustainability*. 2015. Vol. 7, № 3. P. 2768–2786. <https://doi.org/10.3390/su7032768>.
6. CEN. *European Committee for Standardization*. EN 16234-1:2019. e-Competence Framework (e-CF): A common European framework for ICT professionals in all sectors. Part 1: Framework. Brussels : European Committee for Standardization, 2019. URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/7e895d4e-0eb0-49b4-972f-1f6b202ea400/en-16234-1-2019>.
7. Corres A., Rieckmann M., Espasa A., Ruiz-Mallén I. Educator competences in sustainability education: A systematic review of frameworks. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, № 23. Article 9858. <https://doi.org/10.3390/su12239858>.
8. Lozano R., Merrill M. Y., Sammalisto K., Ceulemans K., Lozano F. J. Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: A literature review and framework proposal. *Sustainability*. 2017. Vol. 9, № 10. Article 1889. <https://doi.org/10.3390/su9101889>.
9. Meadows D. H. *Thinking in Systems: A Primer* / ed. by D. Wright. White River Junction : Chelsea Green Publishing, 2008. 218 p.
10. Mulder M. *Conceptions of professional competence. International Handbook of Research in Professional and Practice-based Learning* / ed. by S. Billett, C. Harteis, H. Gruber. Dordrecht : Springer, 2014. P. 107–137. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-8902-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-017-8902-8_5).
11. Mulder M., Winterton J. *Introduction. Competence-based Vocational and Professional Education: Bridging the Worlds of Work and Education* / ed. by M. Mulder. Cham : Springer International Publishing, 2017. P. 1–43. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4_1).

12. Redman A., Wiek A. Competencies for advancing transformations towards sustainability. *Frontiers in Education*. 2021. Vol. 6. Article 785163. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.785163>.
13. Rieckmann M. Learning to transform the world: key competencies in education for sustainable development. *Issues and Trends in Education for Sustainable Development* / ed. by A. Leicht, J. Heiss, W. J. Byun. Paris : UNESCO Publishing, 2018. P. 39–59. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261802>.
14. Rychen D. S., Salganik L. H. *Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society*. Göttingen : Hogrefe & Huber Publishers, 2003. 206 p.
15. Scholz R. W., Steiner G. Transdisciplinarity at the crossroads. *Sustainability Science*. 2015. Vol. 10, № 4. P. 521–526. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0338-0>.
16. Senge P. M. *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York : Doubleday/Currency, 1990. 424 p.
17. Sterling S., Glasser H., Rieckmann M., Warwick P. “More than scaling up”: A critical and practical inquiry into operationalizing sustainability competencies. *Envisioning Futures for Environmental and Sustainability Education*. Wageningen : Wageningen Academic Publishers, 2017. P. 153–168. [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-846-9\\_10](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-846-9_10).
18. Sterman J. D. System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California Management Review*. 2001. Vol. 43, № 4. P. 8–25. <https://doi.org/10.2307/41166098>.
19. Stoof A., Martens R. L., van Merriënboer J. J. G., Bastiaens T. J. The boundary approach of competence: A constructivist aid for understanding and using the concept of competence. *Human Resource Development Review*. 2002. Vol. 1, № 3. P. 345–365. <https://doi.org/10.1177/1534484302013005>.
20. Swacha J., Maskeliūnas R., Damaševičius R., Kulikajėvas A., Blažauskas T., Muszyńska K., Miluniec A., Kowalska M. Introducing sustainable development topics into computer science education: Design and evaluation of the Eco JSity game. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, № 8. Article 4244. <https://doi.org/10.3390/su13084244>.
21. UNESCO. *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris : UNESCO, 2017. 62 p. <https://doi.org/10.54675/CGBA9153>.
22. van Laar E., van Deursen A. J. A. M., van Dijk J. A. G. M., de Haan J. Determinants of 21st-century skills and 21st-century digital skills for workers: A systematic literature review. *SAGE Open*. 2020. Vol. 10, № 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1177/2158244019900176>.
23. Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*. 2012. Vol. 44, № 3. P. 299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>.
24. Vuorikari R., Kluzer S., Punie Y. DigComp 2.2: *The Digital Competence Framework for Citizens: With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2022. <https://doi.org/10.2760/115376>.
25. Weinert F. E. Concept of competence: A conceptual clarification. *Defining and Selecting Key Competencies* / ed. by D. S. Rychen, L. H. Salganik. Seattle : Hogrefe & Huber Publishers, 2001. P. 45–65.
26. Wiek A., Withycombe L., Redman C. L. Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*. 2011. Vol. 6, № 2. P. 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>.
27. Шевчук Л., Котенко Н. Міжнародні регуляторні орієнтири сталого розвитку в підготовці майбутніх ІТ-фахівців. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2026. Т. 14, № 4. С. 136–141. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol14i4-016>.

## References

1. A CC2020 Task Force. (2020). *Computing Curricula 2020: Paradigms for Global Computing Education*. Association for Computing Machinery; IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1145/3467967>
2. Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M., & Stoltenberg, U. (2007). Developing key competencies for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(4), 416–430. <https://doi.org/10.1108/14676370710823582>
3. Bernstein, J. H. (2015). *Transdisciplinarity: A review of its origins, development, and current issues*. *Journal of Research Practice*, 11(1), Article R1. [https://www.researchgate.net/publication/282285072\\_Transdisciplinarity\\_A\\_Review\\_of\\_Its\\_Origins\\_Development\\_and\\_Current\\_Issues](https://www.researchgate.net/publication/282285072_Transdisciplinarity_A_Review_of_Its_Origins_Development_and_Current_Issues)
4. Brundiers, K., Barth, M., Cebrián, G., Cohen, M., Diaz, L., Doucette-Remington, S., Dripps, W., Habron, G., Harré, N., Jarchow, M., Losch, K., Michel, J., Mochizuki, Y., Rieckmann, M., Parnell, R., Walker, P., & Zint, M. (2021). Key competencies in sustainability in higher education: Toward an agreed-upon reference framework. *Sustainability Science*, 16(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>
5. Cebrián, G., & Junyent, M. (2015). Competencies in education for sustainable development: Exploring the student teachers' views. *Sustainability*, 7(3), 2768–2786. <https://doi.org/10.3390/su7032768>
6. CEN. European Committee for Standardization. (2019). *EN 16234-1:2019: e-Competence Framework (e-CF): A common European framework for ICT professionals in all sectors. Part 1: Framework*. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/7e895d4e-0eb0-49b4-972f-1f6b202ea400/en-16234-1-2019>
7. Corres, A., Rieckmann, M., Espasa, A., & Ruiz-Mallén, I. (2020). Educator competences in sustainability education: A systematic review of frameworks. *Sustainability*, 12(23), Article 9858. <https://doi.org/10.3390/su12239858>
8. Lozano, R., Merrill, M. Y., Sammalisto, K., Ceulemans, K., & Lozano, F. J. (2017). Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: A literature review and framework proposal. *Sustainability*, 9(10), Article 1889. <https://doi.org/10.3390/su9101889>
9. Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer* (D. Wright, Ed.). Chelsea Green Publishing.
10. Mulder, M. (2014). Conceptions of professional competence. In S. Billett, C. Harteis, & H. Gruber (Eds.), *International handbook of research in professional and practice-based learning* (pp. 107–137). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-8902-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-017-8902-8_5)

11. Mulder, M., & Winterton, J. (2017). Introduction. In M. Mulder (Ed.), *Competence-based vocational and professional education: Bridging the worlds of work and education* (pp. 1–43). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4_1)
12. Redman, A., & Wiek, A. (2021). Competencies for advancing transformations towards sustainability. *Frontiers in Education*, 6, Article 785163. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.785163>
13. Rieckmann, M. (2018). Learning to transform the world: Key competencies in education for sustainable development. In A. Leicht, J. Heiss, & W. J. Byun (Eds.), *Issues and trends in education for sustainable development* (pp. 39–59). UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261802>
14. Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.). (2003). *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. Hogrefe & Huber Publishers.
15. Scholz, R. W., & Steiner, G. (2015). Transdisciplinarity at the crossroads. *Sustainability Science*, 10(4), 521–526. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0338-0>
16. Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. Doubleday/Currency.
17. Sterling S., Glasser H., Rieckmann M., & Warwick P. (2017). “More than scaling up”: A critical and practical inquiry into operationalizing sustainability competencies. In *Envisioning futures for environmental and sustainability education* (pp. 153–168). Wageningen Academic Publishers. [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-846-9\\_10](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-846-9_10)
18. Stermann, J. D. (2001). System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California Management Review*, 43(4), 8–25. <https://doi.org/10.2307/4116609>
19. Stoof, A., Martens, R. L., van Merriënboer, J. J. G., & Bastiaens, T. J. (2002). The boundary approach of competence: A constructivist aid for understanding and using the concept of competence. *Human Resource Development Review*, 1(3), 345–365. <https://doi.org/10.1177/1534484302013005>
20. Swacha, J., Maskeliūnas, R., Damaševičius, R., Kulikajėvas, A., Blažauskas, T., Muszyńska, K., Miluniec, A., & Kowalska, M. (2021). Introducing sustainable development topics into computer science education: Design and evaluation of the Eco JSity game. *Sustainability*, 13(8), Article 4244. <https://doi.org/10.3390/su13084244>
21. UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/CGBA9153>
22. van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2020). Determinants of 21st-century skills and 21st-century digital skills for workers: A systematic literature review. *SAGE Open*, 10(1), 1–14. <https://doi.org/10.1177/2158244019900176>
23. Voogt, J., & Pareja Roblin, N. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
24. Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens: With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/115376>
25. Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Eds.), *Defining and selecting key competencies* (pp. 45–65). Hogrefe & Huber Publishers.
26. Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
27. Shevchuk, L., & Kotenko, N. (2026). Mizhnarodni rehuliatorni oriientyry staloho rozvytku v pidhotovtsi maibutnikh IT-fakhivtsiv [International regulatory guidelines for sustainable development in the training of prospective IT specialists]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*, 14(4), 136–141. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol14i4-016> (in Ukrainian).

/ Матеріал надійшов до редакції: 03.05.2026 р. / Прийнято до друку: 05.06.2026 р. / Опубліковано: 30.06.2026 р. /



This work is licensed under a Creative Commons License Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).